

Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec

Priročnik za hmeljarje



Žalec - Slovenija, 2002

Naslov knjige: Priročnik za hmeljarje

Urednica: dr. Dušica Majer, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec.

Avtorji poglavij: A. Čerenak, M. Dolinar, N. Ferant, I. Friškovec, M. Knapič, V. Knapič, I. Košir, M. Kovačevič, D. Majer, M. Pavlovič, J. Rode, A. Simončič, J. Šuštar-Vozlič, M. Virant, M. Zmrzlak, M. Žolnir.

Viri fotografij: W. Bergmann, D. Majer, J. Rode, J. R. Simplot Company, M. Žolnir.

Tisk: Tiskarna Koštomaj Marjan s.p., Celje.

Naklada: 500 izvodov.

Izdajatelj in založnik: Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec.

Leto in mesec izida: 2002, december.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

633.791

PRIROČNIK za hmeljarje / [avtorji poglavij A. Čerenak ...[et al.] ; urednica Dušica Majer ; avtorji fotografij W. Bergmann, D. Majer, J. Rode, J. R. Simplot Company, M. Žolnir]. - Žalec : Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo, 2002

ISBN 961-90603-3-4

1. Čerenak, Andreja 2. Majer, Dušica
120406784

	KAZALO VSEBINE	stran
1	<u>UVOD</u>	15
2	<u>HMELJARSTVO V SVETU IN PRI NAS</u>	17
2.1	ZAČETKI IN RAZVOJ HMELJARSTVA	17
2.2	SLOVENSKO HMELJARSTVO V OKVIRU MEDNARODNE PONUDBE HMELJA	18
3	<u>HMELJNA RASTLINA</u>	21
3.1	BOTANIČNI POLOŽAJ HMELJA	21
3.2	ZGRADBA HMELJNE RASTLINE	21
3.2.1	Podzemni deli	21
3.2.2	Nadzemni deli	22
3.2.3	Razmnoževalni ali generativni organi	23
3.2.4	Storžek	24
3.3	FENOLOGIJA HMELJNE RASTLINE	25
3.4	AGROEKOLOŠKI POGOJI ZA VZGOJO HMELJA	27
3.5	KEMIJA HMELJA	28
3.5.1	Hmeljne smole	28
3.5.2	Eterično olje	29
3.6	LITERATURA	29
4	<u>ŽLAHTNJENJE HMELJA IN HMELJNI KULTIVARJI</u>	31
4.1	ZGODOVINA ŽLAHTNJENJA HMELJA	31
4.2	CILJI ŽLAHTNJENJA HMELJA	32
4.3	METODE ŽLAHTNJENJA HMELJA	33
4.3.1	Klonska selekcija	33
4.3.2	Križanje	34
4.3.2.1	<u>Določitev cilja žlahtnjenja in izbira staršev</u>	34
4.3.2.2	<u>Izbira metode in izvedba križanja</u>	34
4.3.2.3	<u>Vzgoja sejančkov in testiranje na peronosporo</u>	35

4.3.2.4	<u>Predizbira in preselekcija</u>	35
4.3.2.5	<u>Selekcija v primerjalnem poskusu</u>	36
4.3.2.6	<u>Uradno preizkušanje</u>	36
4.3.3	Nove metode žlahtnjenja hmelja	36
4.3.3.1	<u>Somaklonska variabilnost</u>	37
4.3.3.2	<u>Prenos genov - transformacije</u>	37
4.3.3.3	<u>Uporaba molekularnih markerjev</u>	37
4.3.4	Genska banka hmelja	38
4.4	HMELJNI KULTIVARJI	38
4.4.1	Delitev kultivarjev hmelja in opis skupin kultivarjev	38
4.4.2	Slovenski hmeljni kultivarji	39
4.4.2.1	<u>Savinjski golding</u>	39
4.4.2.2	<u>Aurora</u>	39
4.4.2.3	<u>Atlas</u>	40
4.4.2.4	<u>Apolon</u>	40
4.4.2.5	<u>Ahil</u>	41
4.4.2.6	<u>Blisk</u>	41
4.4.2.7	<u>Bobek</u>	42
4.4.2.8	<u>Buket</u>	42
4.4.2.9	<u>Celeia</u>	43
4.4.2.10	<u>Cerera</u>	43
4.4.2.11	<u>Cekin</u>	44
4.4.2.12	<u>Cicero</u>	44
4.4.3	Tuji hmeljni kultivarji v slovenski sortni listi	45
4.4.3.1	<u>Magnum</u>	45
4.4.3.2	<u>Taurus</u>	45
4.5	INTRODUKCIJA HMELJNIH KULTIVARJEV	46
4.5.1	Postopek uradne introdukcije	46
4.5.1.1	<u>Prijava kultivarja za registracijo in uradno preizkušanje</u>	46
4.5.1.2	<u>Poskus uradne introdukcije</u>	46
4.5.1.3	<u>Roki in število sadik za prijavo uradne introdukcije</u>	47
4.7	LITERATURA	47
5	<u>BOLEZNI, ŠKODLJIVCI IN PLEVELI V HMELJSKIH NASADIH</u>	51
5.1	HMELJEVE BOLEZNI	51
5.1.1	Hmeljeva peronospora	51
5.1.1.1	<u>Znamenja obolenja</u>	51
5.1.1.2	<u>Biologija in ekologija</u>	52
5.1.1.3	<u>Zatiranje hmeljeve peronospore</u>	53

5.1.2	Hmeljeva uvelost	55
5.1.2.1	<u>Znamenja obolenja</u>	55
5.1.2.2	<u>Biologija in ekologija</u>	56
5.1.2.3	<u>Zatiranje hmeljeve uvelosti</u>	57
5.1.3	Hmeljeva pepelovka	57
5.1.3.1	<u>Znamenja obolenja</u>	58
5.1.3.2	<u>Biologija in ekologija</u>	59
5.1.3.3	<u>Zatiranje hmeljeve pepelovke</u>	59
5.1.4	Druge hmeljeve glivične bolezni	60
5.1.4.1	<u>Suha trohnoba</u>	60
5.1.4.2	<u>Črna koreninska gniloba</u>	61
5.1.4.3	<u>Siva plesen</u>	62
5.1.4.4	<u>Sušenje hmeljevih storžkov</u>	62
5.1.5	Virusna obolenja hmelja	63
5.1.5.1	<u>Zatiranje hmeljevih virusov</u>	65
5.1.5.2	<u>Vzgoja brezvirusnih sadik hmelja</u>	65
5.1.6	Rakaste tvorbe na hmelju	67
5.2	HMELJEVI ŠKODLJIVCI	67
5.2.1	Hmeljeva listna uš	67
5.2.1.1	<u>Biologija</u>	67
5.2.1.2	<u>Opazovanje, prognoza in signalizacija</u>	67
5.2.1.3	<u>Zatiranje hmeljeve listne uši</u>	68
5.2.2	Hmeljeva listna pršica	69
5.2.2.1	<u>Biologija</u>	69
5.2.2.2	<u>Opazovanje, prognoza in signalizacija</u>	69
5.2.2.3	<u>Zatiranje hmeljeve listne pršice</u>	70
5.2.3	Proseni vešča	70
5.2.3.1	<u>Biologija</u>	70
5.2.3.2	<u>Opazovanje, prognoza in signalizacija</u>	70
5.2.3.3	<u>Zatiranje prosene vešče</u>	71
5.2.4	Drugi hmeljevi škodljivci	71
5.2.4.1	<u>Hmeljev stebelni zavrtáč</u>	71
5.2.4.2	<u>Kapusova sovka</u>	72
5.2.4.3	<u>Hmeljev hrošč</u>	73
5.2.4.4	<u>Bolhači</u>	73
5.3	PLEVELI V HMELJSKIH NASADIH	74
5.3.1	Najpogostejši pleveli v hmeljskih nasadih	74
5.3.2	Ukrepi za preprečevanje zapleveljenosti	75
5.3.2.1	<u>Posredni ukrepi</u>	75
5.3.2.2	<u>Neposredni ukrepi</u>	76
5.3.2.3	<u>Uporaba herbicidov</u>	77

5.3.3	Ukrepi za preprečevanje zapleveljenosti v hmeljskih nasadih, ki so v premeni	78
5.4	UNIČEVANJE DIVJEGA IN PODIVJANEGA HMELJA	79
5.5	NANAŠANJE FITOFARMACEVTSKIH PRIPRAVKOV	80
5.5.1	Kriteriji kakovosti nanosa fitofarmacevtskih pripravkov	81
5.5.2	Problematika zanašanja škropiva	82
5.5.3	Parametri pršenja	83
5.5.3.1	<u>Poraba vode pri pršenju</u>	83
5.5.3.2	<u>Delovna širina</u>	84
5.5.3.3	<u>Delovna hitrost</u>	84
5.5.4	Pršilniki za pršenje hmelja	86
5.5.4.1	<u>Sestava pršilnika</u>	86
5.5.4.2	<u>Priprava pršilnika za delo</u>	86
5.5.5	Odmerek, koncentracija in priprava škropiva	87
5.5.6	Pregledi naprav za nanašanje fitofarmacevtskih sredstev	87
5.5.7	Varno delo s fitofarmacevtskimi sredstvi	92
5.5.8	Postopki ravnanja z odvečnim škropivom, odpadno embalažo in odpadnimi fitofarmacevtskimi sredstvi	94
5.6	ZAKONODAJA S PODROČJA VARSTVA RASTLIN	94
5.7	PROGRAMI VARSTVA HMELJA PRED BOLEZNIMI, ŠKODLJIVCI IN PLEVELI	98
5.8	LITERATURA	99
6	<u>PREHRANA HMELJNIH RASTLIN</u>	103
6.1	SPREJEM HRANIL IN GIBLJIVOST IONOV PO RASTLINI	103
6.2	HRANILNI ELEMENTI, KI JIH POTREBUJE RASTLINA	104
6.2.1	Makrohranila	104
6.2.1.1	<u>Dušik</u>	104
6.2.1.2	<u>Fosfor</u>	106
6.2.1.3	<u>Kalij</u>	107
6.2.1.4	<u>Kalcij</u>	107
6.2.1.5	<u>Magnezij</u>	109
6.2.1.6	<u>Žveplo</u>	109
6.2.2	Mikrohranila	109
6.2.2.1	<u>Bor</u>	110
6.2.2.2	<u>Mangan</u>	110

6.2.2.3	<u>Baker</u>	111
6.2.2.4	<u>Cink</u>	111
6.2.2.5	<u>Železo</u>	111
6.2.2.6	<u>Molibden</u>	111
6.3	MINERALNA (RUDNINSKA) GNOJILA	112
6.3.1	Dušikova gnojila	112
6.3.2	Fosfatna gnojila	112
6.3.3	Kalijeva gnojila	113
6.3.4	Apnena gnojila	113
6.3.5	Magnezijeva gnojila	114
6.3.6	Žveplova gnojila	114
6.3.7	Gnojila z mikrohranili	115
6.3.7.1	<u>Gnojila z borom</u>	115
6.3.7.2	<u>Gnojila z manganom</u>	115
6.3.7.3	<u>Gnojila z bakrom</u>	115
6.3.7.4	<u>Gnojila s cinkom</u>	115
6.3.7.5	<u>Gnojila z železom</u>	116
6.3.7.6	<u>Gnojila z molibdenom</u>	116
6.3.8	Sestavljena (kombinirana) gnojila	116
6.4	ORGANSKA GNOJILA	117
6.4.1	Hlevski gnoj	117
6.4.2	Gnojnica	117
6.4.3	Gnojevka	118
6.4.4	Kompost	118
6.4.5	Slama	119
6.4.6	Podorine	119
6.5	DOLOČANJE POTREB PO HRANILIH	119
6.5.1	Vidni znaki preskrbljenosti rastlin s hranili	119
6.5.2	Biološke metode določevanja potreb po hranilih	120
6.5.3	Mikrobiološke metode določevanja potreb po hranilih	120
6.5.4	Kemične metode določevanja potreb po hranilih	120
6.5.4.1	Kemična analiza rastlin	120
6.5.4.2	Kemična analiza tal	121
6.6	GNOJENJE MLADIH HMELJSKIH NASADOV DO POLNE RODNOSTI	123
6.7	GNOJENJE POLNORODNIH HMELJSKIH NASADOV	123
6.7.1	Gnojenje z dušikom	123
6.7.1.1	<u>Odvzem dušika</u>	124

6.7.1.2	<u>Določanje odmerkov dušika na osnovi N-min</u>	124
6.7.1.3	<u>Določanje odmerkov dušika na osnovi foliarne analize</u>	125
6.7.1.4	<u>Priporočeni odmerki dušika in čas aplikacije</u>	125
6.7.1.5	<u>Izbira in aplikacija dušičnih gnojil</u>	125
6.7.1.6	<u>Vpliv gnojenja z dušikom na vsebnost nitratov v hmeljnih storžkih</u>	126
6.7.2	Gnojenje s fosforjem	126
6.7.2.1	<u>Odvzem fosforja</u>	126
6.7.2.2	<u>Določanje odmerkov fosfatnih gnojil</u>	126
6.7.2.3	<u>Izbira in aplikacija fosfatnih gnojil</u>	127
6.7.3	Gnojenje s kalijem	127
6.7.3.1	<u>Odvzem kalija</u>	127
6.7.3.2	<u>Določanje odmerkov kalijevih gnojil</u>	128
6.7.3.3	<u>Izbira in aplikacija kalijevih gnojil</u>	128
6.7.4	Gnojenje s kalcijem in apnjenje	128
6.7.4.1	<u>Odvzem kalcija</u>	128
6.7.4.2	<u>Določanje odmerkov apnenih gnojil</u>	128
6.7.4.3	<u>Izbira in aplikacija apnenih gnojil</u>	128
6.7.5	Gnojenje z magnezijem	129
6.7.5.1	<u>Odvzem magnezija</u>	129
6.7.5.2	<u>Določanje odmerkov magnezijevih gnojil</u>	129
6.7.5.3	<u>Izbira in aplikacija magnezijevih gnojil</u>	129
6.7.6	Gnojenje z žveplom	129
6.7.6.1	<u>Odvzem žvepla</u>	130
6.7.6.2	<u>Izbira in aplikacija žveplovih gnojil</u>	130
6.7.7	Gnojenje z mikrohranili	130
6.7.7.1	<u>Gnojenje z borom</u>	130
6.7.7.2	<u>Gnojenje z manganom</u>	131
6.7.7.3	<u>Gnojenje z bakrom</u>	131
6.7.7.4	<u>Gnojenje s cinkom</u>	131
6.7.7.5	<u>Gnojenje z železom</u>	131
6.7.7.6	<u>Gnojenje z molibdenom</u>	131
6.7.8	Gnojenje z organskimi gnojili	132
6.7.8.1	<u>Gnojenje s hlevskim gnojem</u>	132
6.7.8.2	<u>Gnojenje z gnojnico</u>	132
6.7.8.3	<u>Gnojenje z gnojevko</u>	132
6.7.8.4	<u>Uporaba komposta</u>	132
6.7.8.5	<u>Uporaba slame</u>	132
6.7.8.6	<u>Podorine</u>	133
6.8	ZAKONODAJA S PODROČJA GNOJENJA RASTLIN	133
6.9	LITERATURA	134

7	<u>ZASNOVA NOVEGA NASADA</u>	137
7.1	PREMENA V HMELJSKIH NASADIH	137
7.2	IZBIRA IN POSTAVITEV ŽIČNICE	138
7.2.1	Lesene žičnice	139
7.2.1.1	<u>Klasična lesena žičnica</u>	139
7.2.1.2	<u>Lesena viseča žičnica</u>	140
7.2.2	Betonske žičnice	141
7.2.3	Vezni elementi	142
7.2.4	Vzdrževanje žičnic	142
7.3	IZBIRA IN PRIPRAVA TAL ZA SAJENJE	143
7.3.1	Pomen fizikalnih lastnosti tal	144
7.3.2	Izboljšanje kemičnih in biotičnih lastnosti tal	144
7.3.3	Izbira kultivarja glede na tla	145
7.3.4	Priprava tal za sajenje	145
7.4	SADILNI MATERIAL IN SAJENJE	145
7.4.1	Vrste sadilnega materiala	145
7.4.1.1	<u>Sadike s certifikatom A</u>	145
7.4.1.2	<u>Sadike s certifikatom B</u>	146
7.4.1.3	<u>Ukoreninjenci</u>	146
7.4.2	Sajenje na stalno mesto	146
7.4.2.1	<u>Čas sajenja</u>	146
7.4.2.2	<u>Gostota sajenja</u>	146
7.4.2.3	<u>Razkoličenje</u>	147
7.4.2.4	<u>Način in globina sajenja</u>	147
7.4.2.5	<u>Napake pri sajenju</u>	148
7.4.3	Sajenje v ukorenišče	148
7.5	LITERATURA	149
8	<u>DELA V HMELJSKIH NASADIH V JESENSKO-ZIMSKEM OBDOBJU</u>	151
8.1	LITERATURA	151
9	<u>ODGRINJANJE IN REZ HMELJA</u>	153
9.1	ODGRINJANJE RASTLIN	153
9.2	REZ RASTLIN	153
9.2.1	Izvedba rezi	153

9.2.1.1	<u>Načini rezi</u>	153
9.2.1.2	<u>Ročna rez</u>	154
9.2.1.3	<u>Strojna rez</u>	154
9.2.2	Čas rezi	155
9.3	LITERATURA	155
10	<u>NAPELJAVA VODIL IN POGANJKOV NA VODILA</u>	157
10.1	IZBIRA MATERIALA ZA VODILA	157
10.2	NAPELJAVA VODIL	158
10.2.1	Število vodil	158
10.2.2	Kot napeljave (nagib) vodil	158
10.2.3	Napake pri napeljavi vodil	159
10.3	NAPELJAVA POGANJKOV NA VODILA	160
10.3.1	Predhodno čiščenje	160
10.3.2	Prvo čiščenje in napeljava poganjkov	160
10.3.3	Drugo čiščenje in napeljava poganjkov	161
10.3.4	Tretje čiščenje in napeljava poganjkov	161
10.3.5	Popravljanje vrhov in dviganje padlih rastlin	161
10.4	SAMONAPELJAVA POGANJKOV	161
10.5	LITERATURA	162
11	<u>PINCIRANJE IN ODSTRANJEVANJE ZALISTNIKOV</u>	163
11.1	PINCIRANJE	163
11.2	ODSTRANJEVANJE SPODNJIH ZALISTNIKOV	163
11.3	LITERATURA	165
12	<u>OBDELAVA TAL V RASTNEM OBDOBJU</u>	165
12.1	KULTIVIRANJE	165
12.2	OSIPANJE HMELJA	165
12.3	SETEV PODORIN	166

12.4	LITERATURA	166
13	<u>NAMAKANJE HMELJSKIH NASADOV</u>	169
13.1	TLA IN VODA	169
13.1.1	Voda v tleh	169
13.1.2	Tla	170
13.1.2.1	<u>Vodne karakteristike glavnih talnih tipov v pridelovanju hmelja</u>	170
13.2	RASTLINE IN VODA	171
13.2.1	Evapotranspiracija	171
13.2.2	Prognoza namakanja v Sloveniji	172
13.2.3	Merjenje količine vode v tleh	172
13.3	TEHNOLOGIJE NAMAKANJA HMELJA	172
13.3.1	Namakanje z razpršilci	173
13.3.2	Kapljичno namakanje	175
13.3.2.1	<u>Osnovni elementi kapljичnega namakalnega sistema</u>	175
13.3.2.2	<u>Tehnologija kapljичnega namakanja</u>	177
13.3.2.3	<u>Vzdrževanje in kontrola kapljичnega namakalnega sistema</u>	178
13.4	LITERATURA	179
14	<u>ODZIVNOST IN POŠKODBE HMELJNIH RASTLIN OB STRESNIH RAZMERAH IN VREMENSKIH NEPRILIKAH V RASTNI DOBI</u>	181
14.1	VODNI STRES	181
14.2	PREHRANSKI STRES	182
14.3	STRES ZARADI MRAZA	182
14.4	POŠKODBE ZARADI VETRA	182
14.5	POŠKODBE ZARADI SONČNE PRIPEKE	182
14.6	POŠKODBE ZARADI TOČE	183
14.7	LITERATURA	183

15	<u>OBIRANJE HMELJA</u>	185
15.1	TEHNOLOŠKA ZRELOST HMELJA	185
15.2	TEHNIKA OBIRANJA HMELJA	187
15.3	PROBLEMATIKA OSTANKOV PO OBIRANJU	190
15.3.1	Možne rešitve v ravnanju s hmeljevino	191
15.4	LITERATURA	192
16	<u>SUŠENJE, NAVLAŽEVANJE, PAKIRANJE IN SKLADIŠČENJE HMELJA</u>	195
16.1	SUŠENJE HMELJA	195
16.1.1	Osnovne lastnosti hmeljnega storžka	195
16.1.1.1	<u>Nasipna gostota hmelja</u>	195
16.1.1.2	<u>Poroznost sloja</u>	196
16.1.1.3	<u>Specifična površina storžkov</u>	197
16.1.1.4	<u>Sorpcijske izoterme</u>	197
16.1.2	Prenos toplote in snovi pri sušenju	198
16.1.3	Hitrost sušenja hmelja	199
16.1.4	Poraba energije pri sušenju	201
16.1.5	Optimizacija pretoka sušilnega zraka	201
16.1.6	Kontrola procesa sušenja	203
16.1.7	Tipi sušilnic za hmelj	203
16.1.7.1	<u>Etažna sušilnica</u>	203
16.1.7.2	<u>Tračne sušilnice</u>	205
16.2	NAVLAŽEVANJE HMELJA	206
16.3	PAKIRANJE ('BASANJE') HMELJA	208
16.4	SKLADIŠČENJE HMELJA	208
16.5	LITERATURA	208
17	<u>PREDELAVA HMELJA</u>	211
17.1	HMELJNI PROIZVODI	211
17.2	POSTOPEK PREDELAVE HMELJA	211
17.2.1	Neizomerizirani proizvodi	211

17.2.2	Izomerizirani proizvodi	213
17.2.3	Hmeljno olje	214
17.3	HMELJ KOT SUROVINA ZA PIVOVARSTVO	215
17.3.1	Pivovarska vrednost hmelja	215
17.3.2	Postopek hmeljenja	217
17.3.3	Svetovna pridelava hmelja in proizvodnja piva	217
17.4	OCENJEVANJE KAKOVOSTI HMELJA	218
17.4.1	Ročno bonitiranje	218
17.4.2	Analitske metode	218
17.4.3	Pravilnik o kakovosti hmelja	219
17.4.4	Pravilnik o prevzemanju hmelja	220
17.4.5	Certificiranje	220
17.5	LITERATURA	221
18	<u>GOSPODARSKA KONKURENČNOST HMELJARSTVA</u>	223
18.1	ŠIRŠI VIDIK GOSPODARSKE KONKURENČNOSTI V HMELJARSTVU	223
18.1.1	Splošne značilnosti hmeljskega trga	223
18.1.2	Slovensko hmeljarstvo in mednarodne povezave	226
18.1.2.1	<u>Evropska unija</u>	226
18.1.2.2	<u>Mednarodna hmeljarska zveza (IHGC-IHB)</u>	227
18.1.3	Organiziranost hmeljarjev	227
18.2	OŽJI VIDIK GOSPODARSKE KONKURENČNOSTI V HMELJARSTVU	229
18.2.1	Pomen proizvodno-stroškovnih analiz	229
18.2.2	Uporaba modelov pri podjetniških odločitvah	229
18.2.2.1	<u>Model izračuna neposrednih stroškov pridelave hmelja-izračuna pokritja</u>	229
18.2.2.2	<u>Model izračuna celotnih stroškov pridelave hmelja</u>	231
18.3	LITERATURA	235

Po dolgotrajnih razpravljanih in dogovarjanjih, so se končno našli čas, volja in pogum, da se po več kot tridesetih letih pripravi nov priročnik za hmeljarje. Večkrat izražena želja hmeljarjev po tovrstnem gradivu in množica novih dognanj sta bila osnovna vzpodbuda, da priročnik izide. Iz osnutka v letu 1999 se je gradivo dopolnjevalo, popravljalo in oblikovalo še naslednja tri leta, v novembru 2002 pa je priročnik ugledal luč sveta. Upam in želim, da v veselje vseh, ki smo ga ustvarjali in vseh, ki ga boste brali in uporabljali.

Pri pripravi vsebine smo stremeli predvsem za tem, da vam ponudimo v širšem obsegu tiste vsebine, ki jih pri vzgoji hmelja najbolj potrebujete in v obliki, ki bo za vse uporabnike najbolj pripravna. Dinamika raziskav je v zadnjih letih tolikšna, da se bo priročnik moral stalno dopolnjevati, posodabljati in popravljati, dodajale se bodo nove vsebine in novi izsledki. Dobrodošle so tudi konstruktivne pripombe vseh, ki boste priročnik prebirali in boste v njem našli to in ono pomanjkljivost. Po najboljših močeh, jih bomo upoštevali.

Znanje in stalno izpopolnjevanje sta danes nenadomestljiva pri uspešnem kmetovanju. Pridelati več pridelka z večjo kakovostjo in manjšimi stroški je cilj, ki ga bomo dosegli le ob stalnem izobraževanju ob hkratni prožnosti in dojemljivosti za nova spoznanja. Le kmetovanje na osnovi znanja in hitrega sledenja ter uvajanja novosti, nas bo lahko postavilo ob bok svetovnim pridelovalcem hmelja. Naj k temu pripomore tudi znanje, ki ga boste pridobili ob prebiranju priročnika. Vsem hmeljarjem želim, da bi našli v njem kaj novega, zanimivega in uporabnega ter da bi bili za svoj trud kar najbolje poplačani.

Ob izidu priročnika se zahvaljujem vsem hmeljarjem, ki ste nas pri tem vzpodbujali z nasveti, lastnimi izkušnjami, konstruktivnimi kritikami in pripombami, vsem bivšim sodelavcem inštituta, ki ste nam bili vedno nesebično na voljo s svojimi dolgoletnimi izkušnjami in neprecenljivim znanjem, vsem zunanjim sodelavcem, ki ste nam bili na voljo za razgovore in konzultacije ter seveda vsem navedenim avtorjem, ki ste z veliko mero potrpežljivosti in vztrajnosti pripomogli k nastanku priročnika.

Žalec, jeseni 2002

*Urednica,
Dr. Dušica Majer*

2 HMELJARSTVO V SVETU IN PRI NAS

2.1 ZAČETKI IN RAZVOJ HMELJARSTVA

Hmelj je azijskega porekla. Ljudstva v Mezopotamiji in v Starem Egiptu so že pripravljala napitke iz žita in drugih rastlin, vendar se strokovnjaki ne morejo z gotovostjo zediniti v trditvah, ali so uporabljali pri tem tudi hmelj. Uporaba suhega hmelja pri varjenju piva je nedvomno dokazana šele pri staroslovanskih ljudstvih, preko katerih se je med njihovim preseljevanjem na zahod hmelj zanesel tudi v naše kraje. Tu so se z njegovim pridelovanjem ukvarjali naši davni predniki, ki so to znanje kot dragoceno doto prenašali najprej ustno iz roda v rod in ga začeli zapisovati šele po iznajdbi tiska.

Znano je, da so gojili hmelj kot kulturno rastlino že v osmem in devetem stoletju v Franciji in na Bavarskem, čeprav tedaj še ni bilo pivovarn v današnjem pomenu besede. Pivo so varili v samostanih ali kar doma, vendar so za to potrebovali posebno pravico. V začetku se je gojil hmelj povsod tam, kjer so varili pivo, pozneje pa so ga začeli saditi predvsem v tistih krajih, ki so mu najbolj ustrezali po svoji legi, zemlji in podnebju. Hmeljarstvo se je razcvetelo v šestnajstem stoletju. V Evropi je bilo središče hmeljarstva na Češkem in Bavarskem. V Ameriko so prenesli hmelj v sedemnajstem stoletju.

Na Slovenskem se omenja uporaba hmelja za varjenje piva že okrog leta 1160 v urbarju škofjeloškega gospostva, ki je sodilo pod freisinško nadškofijo. Po podatkih v njem so morali obdelovalci zemlje na današnjem Sorškem polju in v Poljanski dolini vsako leto pripraviti in gosposki oddati za tedanje razmere zelo velike količine hmelja, ječmena, slada in tudi piva. Ti obdelovalci zemlje so bili večinoma Slovenci. Žal so se ohranili ti viri samo do začetka štirinajstega stoletja. Prelomnica v razvoju hmeljarstva na Slovenskem je nastala med vladavino cesarice Marije Terezije, ko so v Celovcu (1764), Gorici (1765), Gradcu (1765) in Ljubljani (1767) ustanovili kmetijske družbe, ki so načrtno vzpodbujale in pospeševale uvajanje številnih industrijskih rastlin, med njimi tudi hmelja. Intenzivneje pa se je začela razvijati pridelava hmelja po letu 1870 in sicer na območju Savinjske doline. Prvih poskusov hmeljarjenja so se v Sloveniji sicer lotili v začetku 19. stoletja v okolici Ptuja, Velenja in Maribora, vendar se nasadi tam niso obdržali. Prvi pravi hmeljski nasad je zasadil žalski župan in veleposestnik Janez Hausenbichler, ki mu je leta 1876 skrivoma prinesel sadike sorte württemberg takratni oskrbnik graščine Novo Celje Josip Bilger. Nasad se je uspešno prijel in sledili so mu številni drugi Savinjšani. Na prelomu tisočletja so se poleg Savinjske doline raztezala hmeljišča v Sloveniji še v loku od Slovenj Gradca do Radelj ob Dravi, pa v okolici Ptuja, Ormoža, Rač, Bistrice ob Sotli in Brežic.

Ko je leta 1880 Janez Hausenbichler ustanovil še Južnoštajersko hmeljarsko društvo s sedežem v Žalcu in dve leti kasneje izdal knjižico Navod o hmeljereji, je postal Žalec vplivno središče vsega slovenskega hmeljarstva in je to vlogo obdržal vse do današnjih dni. Leta 1886 sta Karl Haupt in Janez Hausenbichler opravila prve poskuse z goldingom, ki se je v Savinjski dolini odlično obnesel. Dosegal je najboljšo svetovno kakovost in začel spodrivati württenberski hmelj, ki ga je potem leta 1928 popolnoma uničila peronospora. Leta 1902 je bila v Žalcu ustanovljena Hmeljarna, zadruga z.o.z.,

kjer je bilo mogoče pripraviti in pakirati hmelj, ki so ga morali prej pošiljati v nadaljnjo obdelavo v Nemčijo. V letih 1926-1928 je postala ena največjih in je uspešno služila svojemu namenu vse do leta 1960, ko je pogorela do tal. Ustanovljena je bila tudi hmeljarska izvozna družba HED, ki pa je po krizi propadla. Pomembna ustanova hmeljarskega društva je bila oznamkovalnica za hmelj, ustanovljena 1908. Oznamkovanje hmelja tedaj sicer še ni bilo obvezno, vendar pa mu je oznaka 'Južnoštajerska dolina' dvigala ugled in ceno.

Druga svetovna vojna je bila do hmeljarjev zelo neusmiljena, saj je po letu 1945 ostalo od prejšnjih 2450 hektarov nasadov le 637 hektarov. Zato je bila takoj junija 1945 v Žalcu ustanovljena hmeljarska zadruga, ki je morala najprej poskrbeti za prevzem hmelja letnika 1944, potem pa se je lotila obnove hmeljišč in uničene infrastrukture. Leta 1952 je iz nekdanje hmeljarske zadruge na eni strani nastal Hmezd, združeno trgovsko podjetje Žalec, ki se je posvetilo trgovanju s hmeljem ter nabavi investicijskega in reprodukcijskega materiala, na drugi strani pa so se naloge strokovnega usmerjenja hmeljarstva prenesle na Hmeljarski inštitut, tudi s sedežem v Žalcu. Za zagotovitev strokovnih kadrov je bila v Vrbju leta 1953 ustanovljena nižja hmeljarska šola. Leta 1956 je hmeljarstvo vse Slovenije ustanovilo Kmetijsko proizvodno poslovno zvezo (KPPZ) s sedežem v Žalcu, ki je zamenjala nekdanji hmeljarski odbor. Ta zveza je povezala slovensko hmeljarstvo, ki se je začelo pospešeno razvijati.

2.2 SLOVENSKO HMELJARSTVO V OKVIRU MEDNARODNE PONUDBE HMELJA

Po spremembi v lastniški strukturi pridelave (1998) so v letu 2001 pridelovali hmelj na 200 hmeljarskih posestvih. Slovenske površine so obsegale 1800 ha rodnih hmeljišč in predstavljale 3% svetovnih površin (glej <http://www.hmelj-giz.si/>).

Gospodarske razmere v hmeljarstvu so v največji meri pogojene z dogajanjem v pivovski industriji. S tehnološkim razvojem (nove oblike predelave in skladiščenja hmelja...) vpliva pivovarstvo posledično na razmere v pridelavi hmelja. Nekaj najvidnejših strukturnih sprememb v hmeljarstvu razberemo že iz podatkov o nenehnem zmanjševanju svetovnih površin hmeljišč; v letih 1988-1998 celo za 38%. Nadalje se zaradi spreminjajoče se tehnologije proizvodnje piva ter rastočega trenda pitja lažjih tipov piva - nenehno zmanjšuje globalni povprečni odmerek grenčičnih snovi v pivu (t.i. alfa kislin), z njim pa tudi poraba hmelja v pivovarstvu. V statističnih podatkih smo leta 1988 beležili še 7,0 g alfa kislin na hl piva, v letu 1998 pa le še 5,7 g/hl.

Po drugi strani pa se nenehno povečuje povprečna vsebnost grenčičnih snovi (alfa kislin) v novih sortah hmelja, predvsem v ZDA. Ta je bila leta 1988 na mednarodni ravni 6,2%, v letu 1998 pa že 7,7% in pomeni, da se v globalni sortni strukturi na račun aromatičnih in z grenčico manj bogatih sort povečuje delež t.i. visokogrenčičnih kultivarjev hmelja.

Dinamične spremembe se kažejo nadalje tudi v strukturnih spremembah pridelave. Države pridelovalke beležijo zmanjševanje števila hmeljarjev ter vzporedno koncentracijo pridelave in kapitala tudi v sektorju pivovarn in hmeljske trgovine.

S ponudbo kakovostnega aromatičnega hmelja domačih sort in uveljavljenih blagovnih znamk poskušajo slovenski hmeljarji tudi v obdobju mednarodnega pove-

zovanja Slovenije še naprej slediti svetovnim trendom za ohranitev panožne konkurenčnosti na mednarodnih hmeljskih trgih.

V letu 2001 je bila Slovenija ena od dvajsetih članic Mednarodne hmeljarske zveze (IHGC - IHB). Poslanstvo te organizacije je predvsem v povezovanju hmeljarjev na mednarodni ravni ter medsebojni izmenjavi znanstvenih, tehnoloških in tržnih podatkov s področja pridelave hmelja. Več o delovanju te organizacije na spletnem naslovu: <http://www.hmelj-giz.si/ihgc/>.

Tabela 1: Značilnosti ponudbe hmelja pri članicah Mednarodne hmeljarske zveze (Vir: Sekretariat Mednarodne hmeljarske zveze (IHGC), Žalec-Slovenija, 2001)

Država pridelovalka	Površina hmeljišč v letu 2000 (po skupinah sort v ha)				Pridelava hmelja v letu 2000 (v tonah)			Pridelek alfa kislin (v tonah)
	aroma sorte	alfa sorte	rodna hmeljišča	obnova	aroma	alfa kisl.	skupaj	
Avstralija	4	809	813	0	7	2.109	2.116	256
Belgija	68	187	255	10	105	376	481	51
Bolgarija	90	260	350	0	52	168	220	23
Kitajska	263	2537	2800	0	34	333	368	463
Češka	5.951	144	6.095	320	4.553	312	4.865	188
Nemčija	10.373	7.288	17.661	937	16.835	12.457	29.292	2.666
Francija	733	51	784	31	1.577	107	1.683	63
N. Zelandija	174	207	381	0	344	487	831	105
Poljska	1.450	750	2.200	0	1.450	1.100	2.550	171
Portugalska	0	42	42	0	0	42	42	4
Rusija	1.260	380	1.640	42	776	276	1.052	46
Slovaška	350	0	350	0	220	0	220	8
Slovenija	1.592	57	1.649	127	1.732	74	1.806	133
Španija	0	772	772	50	0	1.413	1.413	150
Anglija - UK	1.171	764	1.935	79	1.553	1.111	2.664	213
Ukrajina	960	300	1.260	312	513	175	688	34
ZDA	4.593	10.151	14.744	0	6.144	24.509	30.653	3.200
Jugoslavija	130	321	451	10	104	257	361	22
Južna Afrika	0	475	475	0	0	44	44	91
Avstrija	214	2	216	0	288	1	289	21
Skupaj	29.162	25.495	54.657	1.918	35.998	45.348	81.346	7.885

3 HMELJNA RASTLINA

3.1 BOTANIČNI POLOŽAJ HMELJA

Hmelj je zelnata trajnica, ovijalka. Je dvodomna rastlina, kar pomeni, da na eni rastlini najdemo le moške ali le ženske cvetove. Hmelj, ki ga danes gojimo, izhaja iz divje rastočih hmeljev Evrope in zahodne Azije.

Botanično uvrščamo hmelj med dvokaličnice, v red koprivovcev (*Urticales*), kamor spada tudi navadna kopriva in skupaj s konopljo v družino konopljevok (*Cannabaceae*). Danes poznamo v rodu *Humulus* dve vrsti: navadni hmelj (*Humulus lupulus*) in enoletni ali japonski hmelj (*Humulus japonicus*). V toku evolucije in z razširjanjem s prvotnih rastišč so se razvili različni tipi divjega navadnega hmelja, ki jih danes smatramo za podvrste. Med seboj se razlikujejo po zgradbi listov in drugih lastnostih. Tudi geografsko so skupine ločene. V Evropi prevladuje evropski hmelj (*Humulus lupulus* ssp. *europaeus*), novomehiški hmelj (*Humulus lupulus* ssp. *neomexicanus*) v Ameriki in srčastolisti hmelj (*Humulus lupulus* ssp. *cordifolius*) na Japonskem.

3.2 ZGRADBA HMELJNE RASTLINE

Rastlino hmelja sestavljajo podzemni vegetativni deli, nadzemni vegetativni deli in razmnoževalni organi. Nadzemni deli na koncu vsake rastne sezone propadejo, prezimijo le podzemni deli.

3.2.1 Podzemni deli

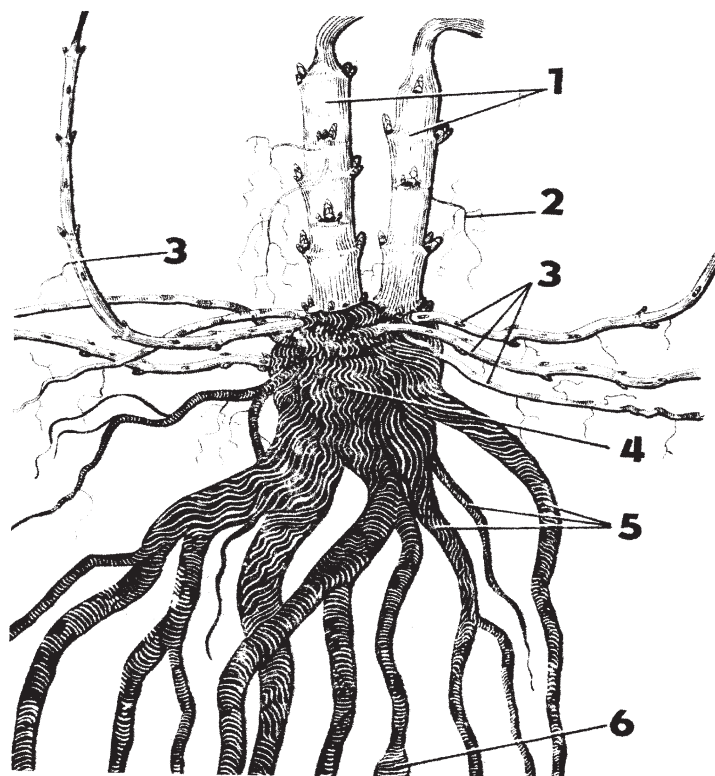
Podzemni deli pri zreli hmeljni rastlini so sestavljeni iz koreninskega tkiva in tkiva stebela. Skupaj tvorita tako imenovano **koreniko ali štor** (slika 1).

Koreninsko tkivo tvori dve različni obliki korenin. V globino se razrašča 6 - 12 odebeljenih **glavnih korenin**, ki so sočne in krhke. So stalne in lahko segajo tudi nekaj metrov globoko. Nekatere imajo tudi založno funkcijo, služijo kot rezervno tkivo. Na stalnih koreninah bočno izraščajo **vlaknaste korenine** in tvorijo koreninsko grudo v globini med 20 in 30 centimetri. Te se neprestano obnavljajo in imajo glavno nalogo sprejemanja vode in hranil.

Na spodnjem odebeljenem delu enoletnega stebela (trte), ki je še v zemlji, se razvijejo tudi **nadomestne** (adventivne ali rosne) **korenine**, ki se razpredajo tik pod površino tal. Te pri današnjem načinu oskrbe nasadov ohranimo z osipavanjem.

Novi nadzemni deli se razvijejo iz brstičev na razvejanem stebelnem tkivu, ki leži tik pod površino. Na njem je veliko **spečih brstičev** (očesc). Spomladi 15 - 50 očesc začne hitro poganjati. Ker potrebujemo za pridelovanje le dve do štiri trte, ostale poganjke v tem stadiju porežemo.

Na koreniki se razvijejo tudi poganjki, ki ne rastejo navzgor ampak vodoravno tik pod površino. Na določeni oddaljenosti od matične rastline se ukoreninijo in poženejo kot samostojna rastlina. Tako se razširja divji hmelj. Pri oskrbi hmeljnih nasadov take poganjke, imenovane **roparji** ali **tekači**, odstranjujemo.



Slika 1: Podzemni deli hmeljne rastline : 1 - stebelno tkivo s spečimi očesci, 2 - adventivne korenine, 3 - stranski poganjki (tekači), 4 - koreninsko tkivo, 5 - glavne korenine, 6 - odebeljena glavna korenina z založno funkcijo

Hmeljna korenika (štor) vsako leto prirašča. Njena življenjska doba je 10 do 25 let in je odvisna od pogojev na rastišču, kultivarja in načina obdelave.

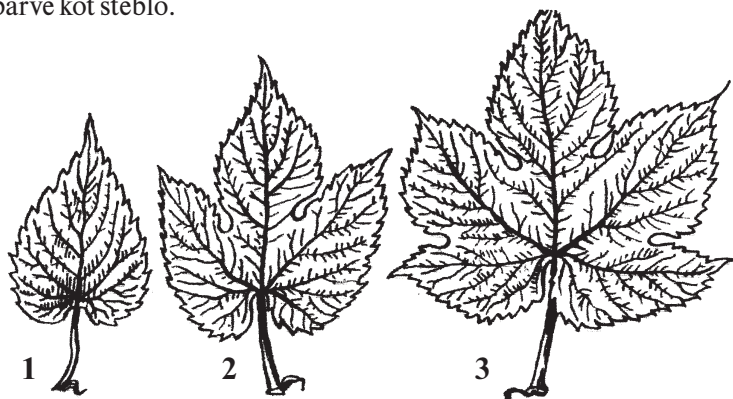
3.2.2 Nadzemni deli

Vegetativne nadzemne dele predstavljajo *steblo*, *stranski poganjki* in *listi*.

Glavno steblo ali hmeljna trta se razvije iz *očesca* in je najprej belo, ko prodre na površino, ozeleni. Ko zraste v višino okoli 50 centimetrov, dobi zmožnost ovijanja. Vzpenja se po katerikoli opori in se močno razrašča. Pri pridelovanju običajno nekaj trt usmerimo na vodilo (navijanje hmelja). Ob opori se trta zavija v smeri urinega kazalca in se nanjo opira s kljukastimi dlačicami, s katerimi je pokrito steblo. *Steblo* (trta) je šesterorobo v prerezu in je razdeljeno na *kolenca* ali *nodije*. Barva je odvisna od kultivarja in rastnih pogojev, variira od zelene do rdečkaste. V dobi najhitrejše rasti hmeljna rastlina prirašča tudi več kot 25 centimetrov na dan. Steblo je na začetku zelnato in kasneje oleseni. Ima premer od 7 do 14 milimetrov. Hmeljna trta zraste v višino 7 - 9 metrov. Ko pride rastlina do vrha opore se razrašča še v širino. Jeseni nadzemni del hmeljne trte fiziološko dozori in odmre. Pred tem se snovi nakopičijo v podzemnem delu stebela, kjer se razvijejo dodatni brsti. Tako se korenika (štor) odebeli in rastlina prezimi.

Stranski poganjki, zalistniki ali panoge se razvijejo iz rastnih vršičkov v zalistjih na vsakem nodiju stebela. Po zgradbi so podobni stebelu in so razvejani. Na njih se razvijejo dodatni stranski poganjki. Na stranskih poganjkih spodnjega dela stebela se cvetovi ne razvijejo popolnoma. Število in oblika stranskih poganjkov sta različna, predvsem odvisna od rastnih pogojev.

Listi so na stebelu in stranskih poganjkih razporejeni parno na vsakem kolencu in si ležijo nasprotno. Ko rastlina doseže določeno starost, se listi razvrstijo premenjalno. Listi so na isti rastlini različno oblikovani (heterofilija) (slika 2). Listne ploskve so ob peclju srčaste in večkrat pernato deljene. Mladi listki so le rahlo deljeni, starejši listi so običajno trikrpati ali petkrpati. Nekateri kultivarji hmelja imajo tudi sedem krp na listih. Rob listov je vedno nazobčan, listne žile so lepo vidne in površina listov je dlakava. Dlačice na listnih žilah so ostrejše. Običajno so listi toliko široki kot dolgi. Velikost je odvisna od starosti, lege na rastlini in kultivarja hmelja. Barva listov je svetlo do temno zelena. Odvisna je od kultivarja hmelja in od različnih zunanjih dejavnikov, predvsem od prehrane rastline. Listni peclji imajo na zgornji strani brazdo in so podobne barve kot steblo.



Slika 2: Oblike listov hmelja: 1 - rahlo deljeni, 2 - trikrpati, 3 - petkrpati

3.2.3 Razmnoževalni ali generativni organi

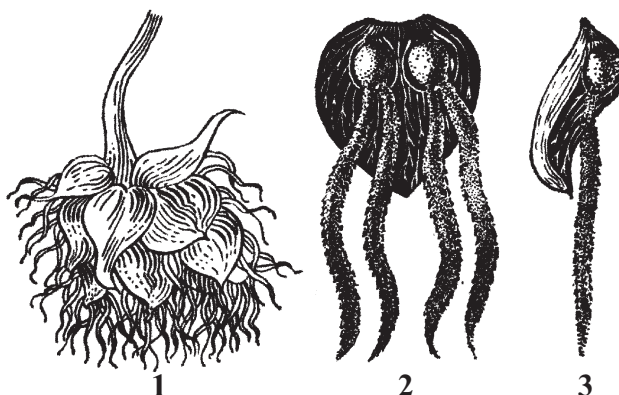
Moški cvetovi (slika 3) so majhni in združeni v grozdasta socvetja na zgornjih stranskih poganjkih. Premer posameznega cveta je okoli 6 milimetrov. Cvetno odevalo sestavlja pet rumenkasto zelenih venčnih listkov in pet izrazitih prašnikov na kratkih filamentih. Ko se cvet popolnoma razvije, se prašnice odprejo. V prašnicah nastaja veliko cvetnega prahu, ki se razširja z vetrom.



Slika 3: Moško socvetje in zgradba moškega cveta

Osnovo *ženskega socvetja* (slika 4) sestavlja osrednja os iz kratkih nodijev. Na vsakem nodiju je par *krovnih lističev* (brakteje). Vsak krovni listič podpira par *prilistov* (brakteole). Na dnu vsakega prilista je zelo poenostavljen cvet, ki je sestavljen iz plodnice in dveh močno podaljšanih brazd, na katere se ujame cvetni prah. Skupinica dveh krovnih listkov, štirih prilistov in štirih cvetov se imenuje '*klasek*'. Klaski so na osrednji osi razporejeni premenjalno (cik-cak). Na začetku so na socvetju vidni krovni lističi in rdečkaste brazde. Ko socvetje dozoreva, se osrednja os podaljša. Krovni lističi in prilisti se povečajo, se opekasto prekrijejo in oblikujejo značilno obliko hmeljevega storžka.

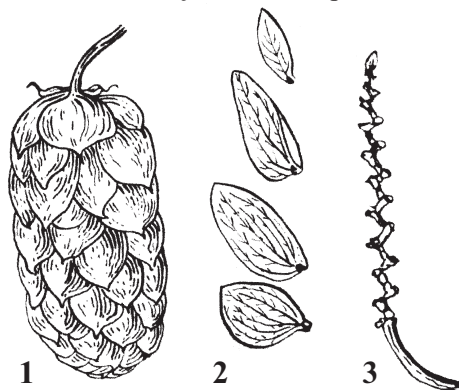
Različen potek razvoja posameznih delov socvetja pri oplojenem in neoplojenem socvetju omogoča, da razlikujemo osemenjane in neosemenjene storžke.



Slika 4: Žensko socvetje: 1 - zunanji videz socvetja, 2 in 3 - par ženskih cvetov na prilistu

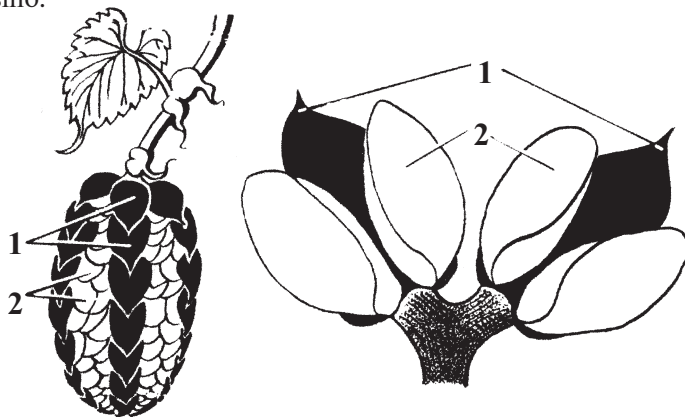
3.2.4 Storžek

Hmeljev *storžek* je dozorelo žensko socvetje. Storžki so običajno veliki od 20 do 30 milimetrov. V naravi vsebuje tudi razvita semena, kar pa je pri pridelovanju nezaželeno. Storžek sestavljajo pecelj, osrednje vretence in lističi storžka (slika 5). *Pecelj* je povezava z rastlino in se nadaljuje v vretence. Zgradba in mehanske lastnosti peclja so različne in odvisne od kultivarja. *Vretence* je podaljšano in preoblikovano osrednje vretence ženskega socvetja. Kolenca so razporejena izrazito nasprotno in premenjalno (cik-cak). Kot med kolenci na vretencu je značilnost posameznih kultivarjev.



Slika 5: Storžek: 1 - zunanji videz storžka, 2 - lističi storžka, 3 - vretence

Lističi storžka so preoblikovani krovni lističi in prilisti, ki se opekasto prekrivajo (slika 6). Na površini storžka lahko ločimo krovne lističe od prilistov po konici. Krovni lističi imajo koničaste zašiljene vrhove, prilisti pa so manj simetrični in topi. Na dnu krovnih listkov in prilistov se razvijejo **lupulinske žleze**, v katerih se nakopičijo eterično olje, grenčične smole in čreslovine. Število, oblika in velikost žlez so značilnosti kultivarja. Količina učinkovin v žlezah je delno odvisna tudi od pogojev med pridelovanjem. Lupulinske žleze so lahko različnih tipov po obliki in so vse zelo rahlo vezane na površino.



Slika 6: Lističi storžka so preoblikovani krovni listi (1) ali preoblikovani prilisti (2)

Lastnosti kakovostnega storžka

Kakovostni pridelek predstavljajo zdravi, nezdobljeni, neosemenjeni storžki s čimveč ohranjenih lupulinskih žlez.

Mehanske lastnosti storžkov morajo zagotoviti obstojnost storžka med strojnim obiranjem, sušenjem in transportom. Pri tem so pomembni zgradba in žilavost peclja ter dolžina kolenc osrednjega vretenca, ki zagotavlja večjo ali manjšo zbitost storžka. Zbiti storžki imajo večjo obstojnost. Tudi pri sušenju je pomembno, da so lističi storžka čim trdnjeje povezani z vretencem in suhi storžki ne razpadajo.

Osemenjeni storžki zmanjšajo kakovost pridelka. Na dnu prilistov v osemenjenem storžku ležijo semena. Osemenjeni storžki so večji in imajo grobo vretence z večjimi koti med kolenci. So manj zbiti in imajo manj lupulinskih žlez.

Lupulinske žleze so pritrjene na površino prilistov in krovnih lističev z nekajcelično povezavo, ki lahko hitro razpade. Med obiranjem, sušenjem, pakiranjem (basanjem) in transportom se jih del odlušči in izgubi. Zato pride do izgube učinkovin in zmanjšanja kakovosti pridelka.

3.3 FENOLOGIJA HMELJNE RASTLINE

Fenologija je veda, ki v odvisnosti od dejavnikov okolja preučuje zakonitosti rednega ponavljanja pojavov (faz) v času razvoja rastlin. S fenološko fazo ali 'fenofazo' opišemo vidno zunanjo spremembo na rastlini, ki je nastala kot posledica notranjih fizioloških in biokemičnih procesov v obdobju rasti in razvoja določene rastline. S fenološkimi opazovanji spremljamo razvojne faze rastlin v njihovi rastni dobi. Glede na dolžino rastne dobe ločimo enoletne, dvoletne in večletne rastline.

Hmelj je večletna rastlina. Fenološki razvoj gojenega hmelja so strokovnjaki različno opredelili. Sedaj je za gojen hmelj, kakor tudi za ostale kulturne rastline, najbolj razširjena razvrstitev fenoloških faz po BBCH skali (tabela 2). Po omenjeni razvrstitvi je fenološki razvoj hmelja razdeljen v devet osnovnih razvojnih faz hmelja, ki so naprej razdeljene še v sekundarne razvojne faze.

Tabela 2 : Opis fenoloških razvojnih faz hmelja po BBCH skali

Koda	Opis
0	Odganjanje - vznik
00	Dormanca: Korenika brez poganjkov (neobrezana)
01	Dormanca: Korenika brez poganjkov (obrezana)
07	Brsti na koreniki začno z brstenjem
08	Odganjanje: Poganjki prodirajo iz tal (neobrezani)
09	Odganjanje: Poganjki prodirajo iz tal (obrezani)
1	Razvoj listov
11	Razvit je prvi par listov
12	Razvit je drugi par listov (možnost navijanja) <i>razvoj listov se nadaljuje do ...</i>
19	Razvitih je devet ali več parov listov
2	Nastajanje stranskih poganjkov
21	Viden je prvi par stranskih poganjkov
22	Viden je drugi par stranskih poganjkov <i>razvoj stranskih poganjkov se nadaljuje do ...</i>
29	Razvitih je devet in več parov stranskih poganjkov, pojavljajo se sekundarni stranski poganjki
3	Rast glavnih poganjkov
31	Poganjki dosežejo dolžino 10 % višine žičnice
31	Poganjki dosežejo dolžino 20 % višine žičnice <i>rast se nadaljuje do ...</i>
38	Rastline dosežejo vrh žičnice
39	Rast glavnih poganjkov je zaključena
4	-
5	Pojavljanje generativnih organov
51	Cvetni nastavki so vidni
55	Cvetni nastavki se večajo
6	Cvetenje
61	Začetek cvetenja: odprtih je okrog 10 % cvetov
65	Polno cvetenje: odprtih je okrog 50 % cvetov
69	Konec cvetenja
7	Razvoj storžkov
71	Začetek razvoja storžkov: 10 % od generativnih organov je storžkov
75	Napol razviti storžki: storžki so vidni, medli in še imajo stigme
79	Razvoj storžkov je zaključen: Storžki so dosegli končno velikost
8	Dozorevanje storžkov
81	Začetek dozorevanja: kompaktnih in čvrstih je 10 % storžkov
85	Nadaljevanje dozorevanja: kompaktnih in čvrstih je 50 % storžkov
87	Kompaktnih in čvrstih je 70 % storžkov
89	Storžki so dozoreli za obiranje: Storžki so zaprti, lupulin zlato rumen, aroma je popolnoma razvita
9	Staranje, prehod v stanje mirovanja (dormance)
92	Prezrelost: Storžki so razbarvani rumeno-rjavo, aroma je pokvarjena
97	Mirovanje: Listi in poganjki so odmrli

Na rast in razvoj rastlin vplivajo v okolju številni neživi (tla, vreme, klima) in živi (bolezni, škodljivci, človek) dejavniki. Možnost in uspeh pridelave določene rastlinske vrste je odvisen od ekoloških razmer. Med nežive dejavnike okolja, ki pomembneje vplivajo na pridelavo rastlin, prištevamo vrsto tal, toplotne razmere, količino in razporeditev padavin, osvetlitev, veter in še nekatere druge dejavnike.

Toplota

Temperatura je pomemben ekološki dejavnik od katerega je odvisna tudi dinamika rasti in razvoj rastlin. Potek osnovnih bioloških procesov v rastlinah je odvisen tudi od mejnih temperaturnih vrednosti, kot so: minimum, optimum in maksimum. Biološki procesi se pri hmelju začnejo spomladi z dnem, ko je povprečna dnevna temperatura zraka več dni zaporedoma višja od 4 do 5 °C. Te temperaturne vrednosti pa določajo tudi spomladanski temperaturni prag za hmelj. Optimalno rast hmelja pa omogočajo temperature med 15 in 18 °C. Spodnja temperatura za normalno rast hmelja med rastno dobo je 10 °C.

Rastline imajo za nastop določene razvojne faze različne toplotne zahteve, ki jih izražamo s podajanjem aktivnih in efektivnih temperaturnih vsot. Aktivne temperaturne vsote predstavljajo vsoto vseh povprečnih dnevnih temperatur, večjih od biološkega minimuma oziroma temperaturne vrednosti 0 °C. Efektivne temperaturne vsote pa dobimo tako, da od povprečne dnevne temperature odštejemo temperaturo praga, ki je pri hmelju npr. 5 °C.

Hmelj potrebuje v obdobju od rezi do nastopa tehnološke zrelosti vsoto efektivnih temperatur od 2700 do 2900 °C. V ekoloških pogojih Spodnje Savinjske doline pa je bila za obdobje od aprila do avgusta, ugotovljena vsota aktivnih temperatur 2400 do 2500 °C. V obdobju 1995-1990 je bila, od datuma nastopa temperaturnega praga pri 5 °C do tehnološke zrelosti hmelja, povprečna vsota aktivnih temperatur za Savinjski golding 2490 °C, za Auroro pa 2560 °C. Pri temperaturnem pragu 5 °C pa je bila določena tudi povprečna efektivna temperaturna vsota, ki je pri Savinjskem goldingu dosegla 1699 °C, pri Aurori pa 1751 °C.

Padavine

Hmelj je glede preskrbljenosti z vodo zahtevna rastlina, ki jo številni strokovnjaki uvrščajo med rastline humidnih območij. Ocenjeno je, da potrebuje hmelj v rastni dobi od 500 do 600 mm padavin. Na območju Spodnje Savinjske doline pade v rastni dobi (od aprila do septembra) povprečno 690 mm dežja. Največ padavin je junija (142 mm), najmanj pa aprila (88 mm). Seveda pa oskrba rastlin z vodo ni odvisna le od količine padavin, ampak tudi od njihove razporeditve.

Osvetlitev

Intenziteta in dolžina osvetlitve sta pomembna dejavnika za rast in razvoj rastlin. Hmelj je ena izmed občutljivejših rastlin glede pomanjkanja svetlobe, kar moramo upoštevati že pri sajenju hmelja, kakor tudi kasneje pri pridelavi. Dolžina dneva vpliva

na rastline na več načinov, najbolj pa je znana njihova reakcija na začetek cvetenja. Glede na čas cvetenja poznamo rastline dolgega dne, kratkega dne in nevtralne rastline, ki cvetijo neodvisno od dolžine dneva. Hmelj je rastlina kratkega dne, začetek cvetenja pa je odvisen tudi od temperature zraka. Začetek nastajanja cvetov določa tudi hitrost rasti hmelja spomladi. Pri prehitri rasti poganjkov, zaradi nadpovprečno toplega vremena v maju, se začne razvoj cvetov prezgodaj, rastline so šibkega izgleda in pridelek je v takih letih slabši. Pri počasnejši rasti poganjkov je začetek nastajanja cvetov pomaknjen v daljši dan, kar omogoči rastlinam, da razvijejo močnejše ogrodje z večjim številom socvetij. To pa vpliva na pridelek pozitivno. Raziskovalci pa menijo, da dolžina osvetlitve, skrajšana na manj kot 13 ur na dan, vpliva tudi na prekinitev rasti in odmiranje nadzemnih delov rastline jeseni.

Veter

Pri pridelavi rastlin ima veter pomembno vlogo, ki pa je na žalost večkrat negativna kakor pozitivna. Veter poveča izhlapevanje vode iz talne površine, zato lahko začnemo z izvajanjem spomladanskih opravil v hmeljiščih hitreje. Kasneje je veter pri pridelavi hmelja manj zaželen. Zaradi dvigovanja polipropilenske vrvice od tal, ovira napeljavo vodil, napeljane poganjke pa lahko odvija in včasih tudi poškoduje vrhove. Hmelj oblikuje visoko rastlinsko odejo, ki predstavlja velik upor, zato lahko močnejši sunki vetra v obdobju po cvetenju, žičnico tudi porušijo.

3.5 KEMIJA HMELJA

Hmeljni storžki vsebujejo snovi, ki dajejo pivu okus, vonj in obstojnost. Najvažnejše sestavine hmeljnega storžka so hmeljne smole, eterično olje in polifenoli. Ker se za pivovarstvo pomembne sestavine hmelja nahajajo v lupulinu, je ta najpomembnejši del hmeljnega storžka.

Hmeljne smole so nosilec grenkega okusa piva. Njihovo sestavo so s pomočjo raztapljanja in obarjanja v različnih topilih in reagentih pričeli študirati konec 19. stoletja, zato to obdobje opredeljujemo kot začetek kemije hmelja.

3.5.1 Hmeljne smole

Hmeljne smole delimo na mehke in trde, mehke pa naprej na alfa- in beta-frakcijo. Glede na to, da imajo te spojine lastnosti kislin, jih danes imenujemo alfa- in beta-kislinae.

Alfa kislinae so sestavljene iz petih sorodnih spojin, med katerimi je največ humulona, kohumulona in adhumulona. Med sušenjem, skladiščenjem in varjenjem piva prihaja do različnih kemijskih pretvorb :

- najpomembnejša reakcija je izomerizacija v izoalfa kislinae. Za alfa kislinae je značilna slaba topnost v vodi, ki je ovira za prehod iz hmelja v pivino. Pri varjenju piva in pri segrevanju hmeljnega ekstrakta pride do procesa izomerizacije, ki alfa kislinae pretvori, v vroči vodi topne in bolj grenke, izoalfa kislinae.

- oksidacija in polimerizacija sodita med pretvorbe, ki so povezane s staranjem hmelja. Do teh reakcij lahko pride med sušenjem in skladiščenjem. Pri tem hmelj izgublja alfa kisline in pivovarniško vrednost.

Beta kisline so zmes sorodnih spojin, od katerih so najpogostejše zastopani lupulon, kolupulon in adlupulon. Ker so v vodi slabo topne, ne prehajajo v pivino in ne prispevajo h grenkemu okusu piva.

3.5.2 Eterično olje

Za večino rastlin je značilen vonj, ki ga povzročajo hlapne snovi. Te lahko izoliramo z destilacijo z vodno paro in pri tem dobimo oljnato tekočino imenovano eterično olje. Hmelj ga vsebuje približno en odstotek. Hmeljno eterično olje je sestavljeno iz več sto različnih sestavin. Najpomembnejše so mircen, humulen in kariofilen, ki skupaj tvorijo do 90 odstotkov eteričnega olja. Preostali del so oksidacijski produkti teh sestavin in produkti oksidacije hmeljnih smol. Ker je eterično olje hlapno, se njegova vsebnost med sušenjem in skladiščenjem zmanjšuje. Pri daljšem nepravilnem skladiščenju pa pride tudi do oksidacije sestavin olja, kar povzroči neprijeten vonj.

3.6 LITERATURA

Hacin, J. Prispevek k poznavanju vpliva dejavnikov okolja na rast in razvoj ter na pridelek in vsebnost alfa kislin pri hmelju (*Humulus Lupulus* L.). Magistrska naloga. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta. Ljubljana, 1989, s.112.

Kišgeci, J., Mijavec, A., Aćimović, M., Spevak, P., Vučić, N. Hmeljarstvo. Poljoprivredni fakultet - Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, 1984, s. 16-47, 68-85 (vse slike so povzete iz te literature).

Košir, I. Kemizem in analitika hmelja. Hmeljarski bilten, 1996, s. 73-83.

Kralj, D. Vpliv toplote in padavin na razvoj in rast savinjskega goldinga. I. jugoslovanski simpozij za hmeljarstvo, Institut za hmeljarstvo Žalec in Kooperativa Novi Sad. Velenje, 1962, s. 7-18.

Neve, R. Hops. Chapman and Hall, London, New York, 1991.

Otorepec, S. Agrometeorologija. Nolit, Beograd, 1980, s. 173-200.

Rossbauer, G., L., Buhr, H., Hack, S., Hauptmann, R., Klose, U., Meier, R., Strauss, E., Weber, E. Phänologische Entwicklungsstadien von Kultur-Hopfen (*Humulus lupulus* L.). Codierung und Beschreibung nach der erweiterten BBCH_Skala mit Additionen. Nachrichten Blatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 47, 1995, 10, s. 249-253.

Stevens, R. The Chemistry of Hop Constituents. Chemical Reviews, 67, 1967, 1, s. 19-71.

Verzele, M. Centery Review-100 Years of Hop Chemistry and its Relevance to Brewing, J. Inst. Brew., 92, 1986, 1-2, s. 32-48.

Wagner, T. Hmeljarstvo I. del. Skripta za delavce - hmeljarje. Kmetijski kombinat Žalec, 1968, s. 10-18.

Wagner, T. Vpliv temperature na proizvodnjo hmelja v Sloveniji. Simpozij Meteorologija-gospodarstvo, Razprave, Posebna številka, Ljubljana, 1975, s. 22-23.

Zmrzlak, M. Dinamika fenološkega razvoja hmelja (cv. Savinjski golding, Aurora) v odvisnosti od temperature zraka v Spodnji Savinjski dolini. Diplomaska naloga. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta. Ljubljana, 1991, s. 82.

4 ŽLAHTNJENJE HMELJA IN HMELJNI KULTIVARJI

4.1 ZGODOVINA ŽLAHTNJENJA HMELJA

Žlahtnjenje rastlin je postopek, s katerim človek genetsko izboljšuje eno ali več lastnosti kmetijskih rastlin. Že prvi poljedelci so odbirali najprimernejše rastline za nadaljno setev oz. sajenje, na začetku 20. stoletja pa je žlahtnjenje dobilo znanstveno osnovo, saj so izbiro žlahtniteljskih metod začeli prilagajati novim znanjem iz genetike, rastlinske fiziologije in drugih razvijajočih se ved.

O poreklu hmeljnih rastlin na začetku pridelovanja hmelja, verjetno v osmem stoletju, ni natančnih podatkov, vendar so hmeljne storžke najverjetneje nabirali iz divjega hmelja. Kasneje so nekatere od teh divjih rastlin odbrali in z njimi zasadili prve nasade, ki so bili heterogenetski, to je sestavljeni iz številnih genetsko različnih rastlin. Z izkušnjami so iz teh nasadov nato odbirali vedno boljše rastline, na začetku predvsem glede na videz rastlin in količino pridelka, kasneje tudi glede na kakovost in pivovarsko vrednost. Odbrane rastline so vegetativno razmnožili. Nasadi hmelja so postajali vedno bolj izenačeni (sestavljani iz genetsko enakih rastlin). V Evropi so prve kultivarje poimenovali po osebi, ki jih je odbrala (Fuggle, Golding) ali po področju, kjer so jih odbrali in nato pridelovali (Saazer- žateški, Würtemberger- würtemberski, Hallertauer). Genetska raznolikost teh kultivarjev, ki so nastali s klonsko selekcijo iz divjega hmelja, je omejena, med seboj se razlikujejo le v manjšem številu lastnosti. Nekatere od teh kultivarjev pridelujejo še danes, ker jih zaradi odlične arome zelo cenijo v pivovarski industriji. V Ameriki so tradicionalni kultivarji Clustri že nastali s spontanim križanjem med divjim ameriškim in prinešenim gojenim evropskim hmeljem, zato je genetska variabilnost med njimi večja.

Začetki žlahtnjenja hmelja s križanjem segajo na konec 19. in začetek 20. stoletja. Najprej so z njim začeli v Nemčiji, na Češkem, v ZDA in Angliji, kasneje še v drugih državah. Viden premik v žlahtnjenju v začetku 20. stoletja predstavlja Salmonovo križanje ameriške dednine (veliki pridelki in visoka vsebnost grenčičnih smol, a slabša aroma), z evropsko dednino (dobra aroma, nizka vsebnost grenčičnih smol, majhni pridelki). Rezultat tega križanja sta kultivarja Brewer's Gold in Bullion, ki združujeta visoko vsebnost grenčičnih smol in velike pridelke, le aroma ima značilnosti ameriške. Z nadaljnjim križanjem kultivarja Brewer's Gold z evropsko dednino je nastal kultivar Northern Brewer, ki ima že izboljšano aromo, vendar tudi manjši pridelek. Vse tri omenjene kultivarje pridelujejo še danes. Kultivar Northern Brewer je predstavljal izhodiščni material v mnogih žlahtniteljskih programih in je tako vključen v dednino številnih uspešnih kultivarjev po svetu in tudi v Sloveniji, ki se odlikujejo po večjem pridelku, večji odpornosti proti hmeljevi peronospori, ugodni količini in sestavi grenčičnih smol ter po sorazmerno ugodni aromi.

V Sloveniji so v letih od 1855 do 1860 v Savinjski dolini preizkušali žateške kultivarje hmelja, ki pa so se v naših ekoloških razmerah izkazali za manj primerne. Leta 1870 je Bilger uvedel 'würtemberski' hmelj, leta 1888 pa sta Haupt in Hausenbichler prinesla iz Anglije Golding, (pravzaprav Fuggles), ki so ga kmalu razširili v večino hmeljskih

nasadov. Ko se je leta 1924 in 1926 v Evropi razširila hmeljeva peronospora, je uničila vse občutljive kultivarje, v Sloveniji se je obdržal le odpornejši Golding. Ta se je dobro prilagodil našim razmeram, poimenovali so ga Savinjski golding. Zaradi spremenjene tehnologije pridelovanja hmelja in zaradi uvajanja hmeljnih ekstraktov v pivovarstvo smo leta 1960 poskušali uvesti nekatere grenčične kultivarje hmelja iz Anglije (Brewer's Gold, Northern Brewer) in iz Nemčije (Hüller Bitterer), vendar ti kultivarji v naših ekoloških razmerah niso dali želenih rezultatov. Večji uspeh je bil dosežen s kultivarji, ki so bili požlahtnjeni v Sloveniji.

V Sloveniji poteka žlahtnjenje hmelja že od leta 1952. V tem času je bilo vzgojenih enajst novih kultivarjev, s katerimi je danes posajenih okrog 70 % vseh pridelovalnih površin s hmeljem pri nas. S križanjem avtohtonih genotipov s tujo dednino so bili tako v letu 1970 požlahtnjeni kultivarji Aurora, Atlas, Ahil in Apolon (A-kultivarji). Kultivar Ahil so zaradi enodonnosti, ki je občasno močno zmanjšala pridelek in zaradi občutljivosti na pepelasto plesen, kmalu nehali pridelovati. Tudi kultivar Apolon se ni razširil, ker je bil občutljiv na pepelasto plesen in na ILAR viruse. Zaradi velikega odstotka kohumulona v alfa kislinah je izginil iz hmeljišč tudi Atlas, čeprav je med vsemi kultivarji najmanj občutljiv na ILAR viruse. Zelo pa se je uveljavila Aurora, ki je danes vodilni kultivar v Sloveniji.

V letu 1980 so bili uvedeni v pridelovanje novi domači kultivarji, vzgojeni s križanjem: Blisk, Bobek in Buket (B-kultivarji). Zaradi velikega odstotka kohumulona so prenehali pridelovati Blisk, najbolj pa se je uveljavil Bobek.

V letu 1990 so bili priznani triploidni C-kultivarji: Celeia, Cerera, Cekin in Cicero. Med njimi se je najbolj uveljavila Celeia. Trije slovenski kultivarji (Aurora, Savinjski golding in Celeia) so vpisani v evropsko sortno listo, pridelujejo jih tudi v Avstriji in na Madžarskem.

Žlahtnjenje hmelja v Sloveniji neprekinjeno nadaljujemo tudi po letu 1990 z nekaterimi novimi cilji (poleg visoke kakovosti, velikega pridelka, odpornosti proti peronospori in listnim ušem tudi odpornost proti pepelasti plesni in hmeljevi uvelosti, primernost za vzgojo na nizki opori) in tudi z uporabo nekaterih novih metod.

4.2 CILJI ŽLAHTNJENJA HMELJA

Kakovost, dober pridelek in odpornost proti pomembnejšim boleznim in škodljivcem so najpomembnejši cilji, ki so jih imeli in jih še imajo žlahtnitelji hmelja povsod po svetu. V večini držav v svetu je šlo žlahtnjenje v dve smeri: v smer vzgoje kultivarjev z visoko vsebnostjo alfa kislin in v smer vzgoje kultivarjev z dobro aromo.

Poleg povečanja pridelka se vedno več poudarka daje izboljšani kakovosti ter odpornosti proti pomembnejšim boleznim in škodljivcem. Mnogokrat je potrebno kultivarje prilagoditi tudi lokalni klimi in dolžini dneva, saj pri mnogih rastlinskih vrstah kultivarji, ki so uspešni v enem klimatu, niso enako uspešni tudi drugod. Tudi pri hmelju je podobno, saj je rastlina občutljiva na mikroklimatske spremembe, predvsem na spremenjeno dolžino dneva.

Cilj vsakega žlahtniteljskega programa je, da kar v največji meri zadovolji potrebe celotne verige hmeljne industrije (pridelovalcev, trgovcev, predelovalcev, pivovarjev) in potrošnika. Pidelovalci želijo optimizirati pridelavo, da bi ob čim manjših vlaganjih dosegli čim večje in kakovostnejše pridelke. Kultivar naj bi bil primeren za sodobno

tehnologijo pridelovanja in obiranja, prilagojen na različne tipe tal, na spremembo klime, zahteval naj bi čim manjšo uporabo ročne delovne sile. Pivovarji zahtevajo konkurenčen hmelj zelenega tipa (z visoko vsebnostjo alfa kislin ali aromatični) brez ostankov škodljivcev, bolezni ali pesticidov, ker le-ti s svojo prisotnostjo in sekundarnimi mikroorganizmi znižujejo kakovost. Želijo nizke cene, konstantne količine in kakovost. Potrošnik pa želi čim nižjo ceno piva, odsotnost škodljivih snovi (ostanki pesticidov, nitrati) in zaradi vse večjih zahtev po varovanju okolja čim manjši vnos nevarnih snovi vanj.

Splošnim ciljem, ki jih bolj ali manj upoštevajo povsod, so prilagojeni cilji v posameznih državah, ki se v nekaterih podrobnostih razlikujejo. V Angliji dajejo precej poudarka žlahtnjenju kultivarjev za vzgojo na nizki opori, v ZDA, Avstraliji in Novi Zelandiji dajejo prednost žlahtnjenju kultivarjev z visoko vsebnostjo alfa kislin, druge pa žlahtnjenju aromatičnih kultivarjev (Češka); v večini držav žlahtnijo na oba tipa hmelja.

V Sloveniji bi radi na nove zahteve svetovnega trga odgovorili z ustreznimi novimi kultivarji, zato dajemo največji poudarek pri žlahtnjenju visoki vsebnosti alfa kislin in hkrati tudi dobri aromi, odpornosti proti boleznim (hmeljeva peronospora, pepelasta plesen, hmeljeva uvelost) in škodljivcem (hmeljeva uš, hmeljeva pršica), dobrim pridelovalnim lastnostim in odpornosti proti stresnim razmeram (visoke temperature, pomanjkanje vode).

4.3 METODE ŽLAHTNJENJA HMELJA

Metode žlahtnjenja hmelja so v posameznih hmeljarskih deželah različne, odvisne so tudi od zastavljenega cilja. Na Češkem so do nedavna dajali prednost klonski selekciji, ker so želeli obdržati žateški tip hmelja. Sicer pa je v večini držav, tudi v Sloveniji, najpogostejša metoda za vzgojo novih kultivarjev predvsem križanje. V zadnjem času pa se v svetu in tudi v Sloveniji začenjajo uporabljati različne metode rastlinske biotehnologije. Izbiro ustrezne metode žlahtnjenja narekujejo tudi specifične lastnosti hmeljne rastline (trajna, dvodomna rastlinska vrsta, storžke razvijejo le ženske rastline). Zaradi dvodomnosti so hmeljne rastline genetsko zelo različne (heterozigotne). Potomstvo rastlin, vzgojenih iz semena, je tudi močno raznoliko (heterogeno). Da bi obdržali homogeno (genetsko izenačeno) populacijo, hmelj v pridelovalnih nasadih razmnožujemo vegetativno, to je s sadikami in ne s semenom.

4.3.1 Klonska selekcija

Pri klonski selekciji na osnovi fenotipa (vidnih lastnosti rastline, ki jih določa genotip - skupek vseh lastnosti nekega organizma, ki se dedujejo) v dani populaciji odberemo najboljše rastline in jih nato vegetativno razmnožimo. V ta namen moramo dobro poznati morfološke in fiziološke lastnosti kultivarja. Za vzgojo novih kultivarjev se klonska selekcija danes skoraj ne uporablja več, saj z njo lahko obstoječi kultivar izboljšamo le v manjši meri. Selekcija pa je še danes pogosta metoda, ki je pomembna za vzdrževanje kultivarjev. Razlikujemo pozitivno in negativno vzdrževalno selekcijo. Pri pozitivni selekciji odberemo najboljše rastline posameznega kultivarja in jih nato uporabimo kot matične rastline za vzgojo brezvirusnega sadilnega materiala. Negativno selekcijo pa uporabljamo, da iz matičnih ali pridelovalnih nasadov odstranimo sortno netipične ali bolne rastline.

4.3.2 Križanje

Križanje ali hibridizacija je najpogostejša metoda za pridobivanje novih kultivarjev, kjer v enem genotipu združimo želene lastnosti, ki se nahajajo v dveh ali večih genotipih.

4.3.2.1 Določitev cilja žlahtnjenja in izbira staršev

Najprej jasno določimo cilj žlahtnjenja, nato pa v skladu z izbranim ciljem, izberemo primerne starše. Z dobro izbiro staršev lahko močno zmanjšamo število križanj in s tem skrajšamo potreben čas za vzgojo novega kultivarja, zato je pomembno, da imamo o starših kar največ podatkov.

Ženske rastline izberemo na osnovi opazovanj rasti, razvoja in videza rastlin v rastni dobi ter na osnovi morfoloških in kemičnih analiz storžkov. Pri hmelju predstavljajo problem moške rastline, ker ne razvijejo storžkov in jih ne moremo neposredno vrednotiti na gospodarsko pomembne lastnosti, kot sta količina in kakovost pridelka. Te lastnosti ugotavljamo s progenim testiranjem (ugotavljanje genetske vrednosti staršev na osnovi ocenjevanja in analize potomstva), ki pa je dolgotrajno in drago.

Uspeh križanja je odvisen tudi od kombinacijske vrednosti staršev, ki je boljša, čim večja je njihova genetska variabilnost. Genetsko variabilnost lahko ugotavljamo na osnovi analize variabilnosti eteričnih olj, uveljavljena pa je tudi že uporaba molekularnih markerjev, ki temeljijo na osnovi analize DNA.

4.3.2.2 Izbira metode in izvedba križanja

Ko določimo starše, izberemo primerno metodo križanja. Ta je odvisna od števila genotipov, katere želimo združiti v novem kultivarju. Če sta soudeležena dva genotipa, je uspeh največji, če sta si genetsko odtujena. V tem primeru izkoristimo heterotično delovanje (rezultat je hibridna bujnost). Za kombinacijo lastnosti večih genotipov je zelo primerno *postopno (sukcesivno)* križanje. Uporabno je tudi *konvergentno križanje* (povratno in kombinacijsko), predvsem pri vzgoji odpornih kultivarjev proti boleznim in škodljivcem. Pri *multiplih* križanjih (različnih večkratnih) so novi genotipi navadno adaptivnejši, bolj fleksibilni in manjša je možnost, da se pridobljena lastnost zruši, zato se ta metoda najpogosteje uporablja.

Glede na število garnitur kromosomov v celici starševskih generacij razlikujemo *diploidno križanje* (v celicah vsakega od staršev sta po dve garnituri kromosomov: $2n=2x$) in *poliploidno križanje* (eden od staršev ima podvojeno osnovno garnituro kromosomov: $2n=4x$). Pri hmelju predstavljajo optimalno stopnjo ploidnosti *triploidi* ($2n=3x$), ki jih dobimo, če avtotetraploidnega starša križamo z diploidnim. Triploidno potomstvo je v primerjavi z diploidnim bolj izenačeno. Triploidi imajo žilave, a manj drobljive in večje storžke kot diploidi, rastline imajo daljše zalistnike in večje liste od diploidnih rastlin, so manj občutljivi na peronosporo, ker hitreje prerastejo občutljivo fazo, dolžina rastne dobe pri njih je daljša, večji je tudi pridelek in manjša osemenjenost storžkov.

Križanja izvajamo na polju. Ženska socvetja nekaj dni pred opraševanjem izoliramo s posebnimi izolacijskimi vrečkami, izoliramo tudi moška socvetja (uporabimo za zrak prepusten celofan ali pergamin papir). Če cvetijo izbrane moške in ženske rastline istočasno dan pred izvedbo opraševanja nabere moška socvetja, jih z delom stebela

postavimo v posodo z vodo, izolacije pri tem ne odstranimo. Preko noči se del peloda sprosti v vrečko. Naslednji dan izvedemo opraševanje. Odpremo žensko izolacijsko vrečko, vanjo vstavimo vrečko z moškim socvetjem in tudi to odpremo. Nato žensko izolacijsko vrečko zapremo in vse skupaj dobro potresemo. Pelod lahko naneseemo na ženska socvetja tudi s čopičem.

V Sloveniji moške rastline velikokrat izrazito kasnijo v cvetenju, zato moramo velikokrat prestaviti opraševanje ženskih rastlin z izbranim cvetnim prahom na prihodnje leto. V ta namen shranimo očiščen in posušen pelod pri -20°C do naslednje rastne dobe. Opraševanje ponovimo dvakrat v razmiku enega tedna, da bi bila oploditev popolnejša. Dva do tri tedne po zadnjem opraševanju izolacije odstranimo. Po 45 do 50 dneh storžke oberemo, posušimo, izluščimo seme in ga shranimo.

Poleg kontroliranih ciljnih križanj uporabljamo tudi populacijsko žlahtnjenje, s katerim lahko izboljšamo več lastnosti bolj ali manj hkrati. Pri populacijskem žlahtnjenju izvajamo opraševanje brez izolacije s pomočjo vetra. V ta namen predhodno pripravimo poseben prostorsko izoliran nasad (polycross nasad) z večjim številom kultivarjev ter drugih izbranih ženskih in moških genotipov, katere želimo genetsko rekombinirati. Starši so v takem nasadu lahko razporejeni po nekem vnaprej določenem sistemu ali popolnoma naključno. Pri tem je pomembno, da se v čim večji meri omogoči križanje vsake ženske rastline z vsako moško. Žlahtnjenje je razdeljeno na cikle, vsak cikel pa obsega ovrednotenje populacije, izbor najboljših genotipov v potomstvu za bodoče starše in oblikovanje nove populacije. Za vsak nov cikel je potrebno oblikovati nov nasad. V vsakem novem ciklusu je število pozitivnih genov povečano, s tem je povečana tudi verjetnost kombiniranja posameznih želenih lastnosti.

4.3.2.3 Vzgoja sejančkov in testiranje na peronosporo

Seme po čiščenju jaroviziramo (damo za določen čas v hladilnik na +4°C) in ga pred kalitvijo razkužimo. Kalivost semen izboljšamo s predhodnim namakanjem v raztopini z dodatkom hormona giberelinske kisline. Z naravnim pojavom hmeljeve pepelovke v rastlinjaku poteka z vzgojo sejančkov tudi selekcija na hmeljevo pepelovko, s čimer odberemo odporne rastline. Ko sejančki razvijejo drugi par listov, jih umetno okužimo s spori peronospore. S tem izločimo občutljive genotipe, ki propadejo. Preživele sejančke posadimo v nasad in naslednje leto začnemo z individualno selekcijo.

V letu 2000 smo pričeli s preliminarним testiranjem sejančkov na hmeljevo uvelost, ki poteka na izolirani lokaciji. V ta namen sejančke predhodno razmnožimo in jih umetno okužimo, s spremljanjem pojava znakov bolezni pa dobimo koristne podatke za nadaljnje žlahtnjenje.

4.3.2.4 Predizbira ali preselekcija

V potomstvu opravimo predizbiro, ki traja tri leta. V rastni dobi opazujemo rast in razvoj rastlin, nastop posameznih razvojnih faz, odpornost proti boleznim in škodljivcem. V tehnološki zrelosti ocenimo rastline po sistemu točkovanja: ugotavljamo pridelek, količino lupulina in aramo, ocenimo izgled in zraščenost storžka. Na izbranih rastlinah oberemo petnajst storžkov za kemično analizo na vsebnost alfa in beta kislin. Naslednje leto (drugo leto predizbire) ponovimo

opazovanja, pridelek pa določimo na tistih genotipih, ki so bili v predhodnem letu superiorni. Pri izbranih rastlinah posušimo večje vzorce (0,5 kg) za trgovsko oceno, kjer določimo barvo storžka, zraščenost, izgled, količino in barvo lupulina ter aromo. Določimo tudi količino alfa in beta kislin. Tretje leto ponovimo opazovanja in oberemo rastline, ki so bile obe predhodni leti najboljše. Ponovimo analize predhodnih let in zaključimo predizbiri. Za nadaljnjo selekcijo izberemo rastline, ki so bile vsa tri leta ali vsaj zadnji dve leti najboljše. V postopku pospešenega žlahtnjenja izbiramo večino rastlin že po dveh letih.

Veliko pomoč v predizbiri in kasneje v selekciji predstavljajo model za selekcijo na aromo, narejen na osnovi analize eteričnih olj in biokemični markerji za odpornost hmelja proti hmeljni peronospori in hmeljni listni uši. Z njihovo uporabo skrajšamo čas selekcije in povečamo zanesljivost rezultatov.

Odrbane genotipe jeseni istega leta ali naslednje leto vegetativno razmnožimo in kloni posadimo v primerjalni poskus (tri ponovitve po deset rastlin oziroma po pet rastlin, če izberemo večje število različnih križancev že po dveh letih).

V času predizbire socvetja najlepših moških rastlin porežemo, da ne oprashi ženskih rastlin in zberemo cvetni prah (kasneje jih posadimo v poseben, prostorsko ločen nasad), slabe in občutljive moške rastline pa uničimo s herbicidom.

4.3.2.5 Selekcija v primerjalnem poskusu

Selekcija v primerjalnem poskusu, kjer so poleg odbranih klonov posajeni tudi izbrani kultivarji (npr. Savinjski golding, Aurora in Magnum), traja tri leta. V rastni dobi opazujemo rast in razvoj rastlin, odpornost proti boleznim in škodljivcem ter določamo in analiziramo pridelek. Poleg trgovske ocene naredimo tudi mehanično in kemično analizo (analiza hmeljnih smol po Wöllmerju, analiza eteričnih olj). Po treh letih selekcije poskus ovrednotimo glede na kontrolo. Superiorne kloni vegetativno razmnožimo za poskus na površini 0,5 ha ter jih hkrati prijavimo na Sortni urad za uradno preizkušanje. V izjemnih primerih je lahko selekcija v primerjalnem poskusu skrajšana, s čimer pa se seveda poveča tveganje uporabe manj reprezentativnih rezultatov.

4.3.2.6 Uradno preizkušanje

Uradno preizkušanje traja najmanj tri leta na treh različnih lokacijah v Sloveniji. Metodika preizkušanja je uradno predpisana in je podobna metodiki, ki jo izvajamo v času selekcije. Na osnovi obdelanih triletnih rezultatov se genotipi, ki zadostujejo predpisanim pogojem, priznajo kot nov kultivar, primeren za pridelovanje v Sloveniji.

4.3.3 Nove metode žlahtnjenja hmelja

Zaradi dvodomnosti je potomstvo križanj pri hmelju zelo različno. Z vsakim novim križanjem vnesemo tudi veliko število neželenih lastnosti, zato je potrebno precejšnje število modificiranih povratnih križanj in veliko število potomcev, da se v enem genotipu zberejo le najbolj ugodne lastnosti. Z enim križanjem je praktično nemogoče spremeniti obstoječi kultivar le za eno ali manjše število lastnosti, ne da bi se pri tem spremenile tudi ostale, med njimi tudi dobre lastnosti. Opisana metoda vzgoje novih

kultivarjev hmelja s križanjem traja najmanj 15 let, zato se v zadnjem času razvija uporaba različnih metod rastlinske biotehnologije. Te metode sicer ne nadomestijo klasičnih metod, jih pa lahko v veliki meri dopolnijo in s tem skrajšajo čas, potreben za vzgojo novega kultivarja.

4.3.3.1 Somaklonska variabilnost

Somaklonska variabilnost je pojav, ko sam postopek *in vitro* vzgoje (vzgoja v umetnih, kontroliranih pogojih) rastlinskih tkiv sproži nastanek genetskih sprememb gojenih rastlin. V žlahtnjenju rastlin je uporabna predvsem v primerih, ko želimo izzvati le spremembe posameznih lastnosti v določenem genotipu oz. že uveljavljenem kultivarju. To je še posebno uporabno pri vegetativno množenih rastlinah, kjer z generativnim razmnoževanjem povsem spremenimo značilnosti kultivarja. Uspešna uporaba somaklonske variabilnosti tako lahko močno skrajša čas, potreben za vzgojo novega kultivarja. Ta metoda se je pokazala kot uspešna že pri številnih rastlinah, pri hmelju pa po tej metodi še ni bil vzgojen noben kultivar. Predpogoj za uporabo metode somaklonske variabilnosti je izdelan sistem regeneracije poganjkov iz kalusa (nediferencirano rastlinsko tkivo), ki je pri hmelju uspela le v nekaj primerih in je izrazito genotipsko pogojena. V okviru raziskave, ki smo jo izvajali v Sloveniji in v katero smo vključili poleg štirih slovenskih kultivarjev hmelja še dvanajst kultivarjev iz drugih področij pridelovanja po svetu, nam je uspelo izdelati sistem za regeneracijo rastlin. Pri desetih kultivarjih (tudi Savinjskem goldingu in Aurori) so se razvili številni poganjki in kasneje cele rastline. Regenerante smo analizirali s pretočno citometrijo in RAPD markerji, da bi ugotovili morebitne genetske spremembe glede na izvorni kultivar. Z RAPD markerji sprememb nismo ugotovili, pri analizi ploidnosti s pretočno citometrijo pa smo pri štirih analiziranih genotipih ugotovili podvojitev genoma na tetraploidno stopnjo. Regenerante smo posadili na poskusno polje, kjer morebitne spremembe ugotavljamo na osnovi opazovanj v rastni dobi in na osnovi analiz pridelka.

4.3.3.2 Prenos genov - transformacije

Genski inženiring je v zadnjih letih eno izmed izredno hitro razvijajočih se področij rastlinske biotehnologije, ki je preneslo žlahtnjenje rastlin na molekularno raven. Z različnimi metodami prenosa genov in s pomočjo tehnik rekombinantne DNA vnesemo v rastlino posamezne zanimive gene. Tako spremenjene rastline imenujemo **transgene rastline**. Ena izmed glavnih prednosti teh metod je, da omogočajo vključitev novih lastnosti v že obstoječe kultivarje, tako je vzgoja novih kultivarjev z želenimi lastnostmi hitrejša v primerjavi z metodami klasičnega žlahtnjenja. Največ raziskav in primerov uspešne uporabe teh metod je pri bombažu, krompirju, soji, tobaku in paradižniku, vendar raziskave potekajo tudi pri številnih drugih kmetijsko pomembnih rastlinskih vrstah in kultivarjih, pri hmelju pa so raziskave na področju transformacij šele na začetku.

4.3.3.3 Uporaba molekulskih markerjev

Z uporabo molekulskih markerjev, ki temeljijo na osnovi analiz in poznavanja DNA, lahko presežemo precej problemov, ki nastanejo zaradi fenotipskega vrednotenja agronomsko pomembnih lastnosti in z analizo sekundarnih metabolitov.

Molekulski markerji so neodvisni od vplivov okolja in od zdravstvenega stanja rastline, vseeno je, iz katerega tkiva oz. dela rastline vzamemo material za izolacijo DNA in v kateri razvojni stopnji je organizem. Danes uporabljajo že številne molekulske markerje (npr. RAPD, AFLP, mikrosateliti, STS) za različne študije kmetijskih rastlin. Za katere markerje se bomo v danem primeru odločili, je odvisno od številnih dejavnikov, to je od vrste in lastnosti organizma, ki ga želimo proučiti, od količine in kakovosti rastlinskega materiala, ki ga imamo na voljo, od načina dedovanja določene lastnosti in tudi od stroškov, ki smo jih pripravljeni kriti. Informacije, dobljene na osnovi analize genoma, imajo lahko veliko praktičnih aplikacij, vključno s kontrolo kakovosti, identifikacijo kultivarjev in v strategijah selekcije v žlahtnjenju.

V Sloveniji smo bili pri uporabi molekulskih markerjev med prvimi v svetu. Določili smo pet RAPD markerjev, s katerimi je mogoče identificirati enajst slovenskih kultivarjev hmelja, uporabili pa smo jih tudi za vrednotenje genetske variabilnosti. Pričeli smo tudi z razvojem molekulskih markerjev, povezanih z odpornostjo hmelja na hmeljevo uš.

4.3.4 Genska banka hmelja

Za vsak žlahtniteljski program je predpogoj raznolik genski material, ki ga shranjujemo v genski banki. Slovenska genska banka hmelja je osnovana na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo v Žalcu in obsega več kot šestdeset genotipov divjega hmelja, zbranega na območjih Slovenije, nekdanje Jugoslavije, Kavkaza in Altaja, dvanajst slovenskih kultivarjev hmelja, preko stotrideset kultivarjev iz drugih območij pridelovanja hmelja v svetu in več kot stošestdeset križancev iz programa žlahtnjenja inštituta, ki niso imeli zbranih dovolj pozitivnih lastnosti, da bi jih priznali za kultivar, so pa zanimivi za nadaljnje žlahtnjenje. Na poskusnem polju inštituta je nasad ženskih rastlin, nasad moških rastlin pa je na lokaciji, ki je prostorsko izolirana od pridelovalnih nasadov hmelja. Gensko banko stalno dopolnjujemo z novimi genskimi viri, razen za namene žlahtnjenja pa jo uporabljamo tudi za različne raziskave in izmenjavo z drugimi genskimi bankami hmelja v svetu.

4.4 HMELJNI KULTIVARJI

4.4.1 Delitev kultivarjev hmelja in opis skupin kultivarjev

Hmeljne kultivarje delimo glede na vzgojo, izvornost, morfološke značilnosti, pridelovalne lastnosti in aromo.

Po vzgoji poznamo krajevne in žlahtne kultivarje. Krajevni kultivarji so značilni za določena hmeljarska področja in so nastali zaradi vremenskih in pridelovalnih pogojev v teh krajih. Take skupine so npr. žateški, halertauški in angleški hmelj. Žlahtni kultivarji so nastali z žlahtnjenjem t.j. z odbiro posameznih rastlin ali pa s križanjem. V novejšem času je vse več žlahtnih kultivarjev hmelja, ki se odlikujejo po določenih lastnostih (npr. žlahtna aroma, visoka vsebnost alfa kislin, velik pridelek, manjša občutljivost na stresne razmere, odpornost na bolezni in škodljivce).

Glede *na izvornost* ločimo kultivarje angleškega izvora (npr. Savinjski golding, Northern Brewer, Fuggles), kultivarje srednjeevropskega izvora (npr. žateški in halertauški tip) in kultivarje ameriškega izvora (npr. Late cluster, Early cluster).

Po *morfoloških značilnostih* posameznih delov rastline razlikujemo kultivarje npr. po barvi trte (zelena ali rdeča trta), listih (velikost, barva, število in oblika krp), cvetovih (gostota in razporeditev cvetov), storžkih (velikost, barva, gostota, zraščenost, oblika vretenca, čas zorenja, količina in barva lupulina, sestava eteričnih olj).

Po *pridelovalnih lastnostih* delimo kultivarje predvsem na čas zrelosti. Ločimo jih na zgodnje, srednje zgodnje, srednje pozne in pozne kultivarje.

Po *aromi* delimo kultivarje v dve skupini: po količini grenčičnih smol in po kakovosti arome. Hmelj z veliko količino grenčičnih smol predstavlja skupino grenčičnega hmelja, ne glede na kakovost arome (Nugget, Perle, Aurora). Hmelj z odlično aromo in z majhno količino grenčičnih smol pa spada v skupino aromatičnega hmelja (Savinjski golding). Zadnji čas uvajamo kultivarje z visoko vsebnostjo alfa kislin (nad 14 %), katere uvrščamo v tretjo skupino - super alfa hmelj (Magnum, Taurus, Yeomen).

4.4.2 Slovenski hmeljni kultivarji

4.4.2.1 Savinjski golding

Savinjski golding je ekotip fugglesa in je tradicionalni slovenski kultivar. Je zgođen, optimalno zrel od 18. do 25. avgusta. Povprečen pridelek je 1300 kg/ha. Gostota sajenja je 3500 rastlin/ha.

Rastline imajo obliko srednje širokega valja, 60 cm dolge zalistnike, srednje debelo in rahlo vijoličasto trto, srednje velike in zelene liste in srednje močan koreninski sistem. Storžki so dolgi povprečno 26,5 mm, 100 suhih storžkov tehta 14 g, so srednje gosto zraščeni, zeleni in se pri strojnem obiranju drobijo.

Uspeva na rjavih aluvialnih tleh, ilovnate do glinasto ilovnate teksture s propustnim in odcednim podtaljem, pa tudi na rjavih, rahlo oglejenih tleh, s procesi oglejevanja pod 50 cm in na rjavih globokih pokarbonatnih tleh.

Korenika je občutljiva za hmeljevo peronosporo, listi so odporni, storžki pa nekoliko občutljivi.

Aroma Savinjskega goldinga je blaga, žlahtno hmeljna. Eteričnih olj je 0,7 do 0,9 ml/100 g, alfa kislin je 5,5 %, kohumulona je 28 %. Razmerje med alfa humulenom in beta kariofilenom je 3,5; med alfa kislinami in beta frakcijo okrog 0,8; med alfa in beta kislinami okrog 0,5. Savinjski golding ima dobro skladiščno obstojnost. Na svetovnem trgu je priznan kot aromatičen tip hmelja. S Savinjskim goldingom hmeljeno pivo ima dobro organoleptično oceno za grenkobo, okus in aromo. Izkoristek alfa kislin v proizvodnji piva je dober.

4.4.2.2 Aurora

Aurora je križanec med Northern Brewerjem in slovenskih divjim moškim hmeljem (TG). Kultivar je srednje zgođen, optimalno je zrel od 23. do 30. avgusta. Povprečen pridelek je 1800 kg/ha. Gostota sajenja je 3500 rastlin/ha.

Rastline imajo obliko srednje širokega valja, 60 cm dolge zalistnike, ki odganjajo tudi na spodnjem delu trte. Trta je srednje debela, rahlo vijoličasta in ima kratke internodije. Listi so srednje veliki, gladki, v neugodnih razmerah se robovi listov sušijo.

Ima šopast koreninski sistem. Storžki so dolgi povprečno 25 mm, 100 suhih storžkov tehta 15 g, so gosto zraščeni, temno zeleni in se pri strojnem obiranju ne drobijo.

Uspeva na rjavih aluvialnih tleh, ilovnato glinaste teksture, na obrečnih plitvih tleh z 1,4-1,8 m visoko podtalnico; na psevdogleju, če ima globok antropogeni horizont in na rjavih globokih pokarbonatnih tleh.

Korenika je nekoliko občutljiva na hmeljevo peronosporo, listi so odporni, storžki pa nekoliko občutljivi. Je dober gostitelj za hmeljeve listne uši.

Aroma Aurore je intenzivna in prijetno hmeljna. Eteričnih olj je 1,1 do 1,8 ml/100g, alfa kislin je nad 9 %, kohumulona je 24 %. Razmerje med alfa humulenom in beta kariofilenom je 3; med alfa kislinami in beta frakcijo je okrog 1,2; med alfa in beta kislinami okrog 2; med količino eteričnega olja in alfa kislinami pa okrog 0,2. Aurora ima odlično skladiščno obstojnost. Organoleptična ocena piva, hmeljenega z Auroro, je dobra, izkoristek alfa kislin v proizvodnji piva je boljši kot pri Savinjskem goldingu. Je zelo primerna za ekstrakcijo in za kombiniranje z drugimi kultivarji v proizvodnji piva.

4.4.2.3 Atlas

Atlas je križanec med Brewers Goldom in slovenskih divjim hmeljem 3/3. Je pozen kultivar, optimalno zrel med 1. in 6. septembrom. Povprečen pridelek je 1700 kg/ha. Gostota sajenja je 3200 rastlin/ha.

Rastline se nagibajo k enodomnosti, imajo obliko širokega valja ali koša, 100 cm dolge zalistnike, srednje debelo, grobo in zeleno trto, več krpate, rumeno zelene do svetlo zelene liste, ki v neugodnih razmerah porumenijo. Storžki so dolgi povprečno 30 mm, 100 suhih storžkov tehta 16 g, so gosto zraščeni, zeleno rumeni in se pri strojnem obiranju ne drobijo.

Zaradi močnih skeletnih korenin lahko Atlas sadimo na plitvih skeletnih, obrečnih peščeno ilovnatih tleh, pa tudi rjavih aluvialnih glinasto ilovnatih tleh in pobočnem psevdogleju. Ne uspeva pa na oglejenih in pseudooglejenih tleh, ki imajo veliko kapaciteto za vodo, ki so slabo prepustna in slabo zračna.

Korenika je občutljiva za hmeljevo peronosporo, listi so nekoliko občutljivi, storžki pa so občutljivi. Je občutljiv za pepelasto plesen, je slabši gostitelj za hmeljeve listne uši.

Aroma je sveža, hmeljna. Eteričnih olj je 1 do 1,5 ml/100g, alfa kislin je 7 do 9 %, kohumulona 36 %. Razmerje med alfa humulenom in beta kariofilenom je nad 2,6; med alfa kislinami in beta frakcijo je okrog 1,2; med alfa in beta kislinami je okrog 2; med eteričnim oljem in alfa kislinami okrog 0,3. Atlas je slabše skladiščno obstojen. Organoleptična ocena piva, hmeljena z Atlasom, je slabša kot pri Aurori. Ima pa zelo velik izkoristek alfa kislin. Zaradi velikega odstotka kohumulona sodi Atlas v skupino grenkih hmeljev.

4.4.2.4 Apolon

Apolon je križanec med Brewers Goldom in slovenskih divjim hmeljem 3/3. Je srednje pozen, optimalno zrel od 25. avgusta do 5. septembra. Povprečen pridelek je 1600 kg/ha. Gostota sajenja je 3500 rastlin/ha.

Rastlina ima obliko valja, do 100 cm dolge zalistnike, srednje debelo, rdeče vijolično, raskavo trto, temno zelene, močno narezane liste. Storžki so dolgi povprečno 35 mm, 100 suhih storžkov tehta 17 g, so ovalni, rumeno zeleni, jedri in gosto zraščeni, primerni za strojno obiranje.

Apolon dobro uspeva na mokrih, slabo propustnih tleh ter na prodnatih zemljiščih. Na strukturnih tleh daje dobre pridelke. Pri izbiri zemljišča moramo biti pazljivi zaradi rumenenja rastlin.

Apolon ni občutljiv za hmeljevo peronosporo, je zmerno občutljiv na pepelasto plesen, srednje občutljiv je na hmeljeve listne uši, precej pa na hmeljevo listno pršico.

Aroma Apolona je ostra, a hmeljska. Eteričnih olj je 0,8-1,2 ml/100 g, alfa kislin je 9-11 %, kohumulona je 26 %. Razmerje med alfa humulenom in beta kariofilenom je 2,2; med alfa kislinami in beta frakcijo je 1; med alfa kislinami in beta kislinami okrog 2. Pivo, varjeno iz Apolona, je prijetnega okusa.

4.4.2.5 Ahil

Ahil je križanec med Brewers goldom in divjo moško rastlino iz Slovenije (3/3). Je srednje pozen kultivar, optimalno zrel od 20. do 30. avgusta. Povprečen pridelek je 1500 kg/ha. Gostota sajenja je 3500 rastlin/ha.

Rastline imajo obliko srednje širokega valja ali smreke, 50 cm dolge zalistnike, srednje debelo in zeleno trto, listi so srednje veliki in zeleni. Kultivar je nagnjen k enodonnosti. Storžki so dolgi povprečno 33 mm, 100 suhih storžkov tehta 15,21 g, so koničasti, naježeni, pogosto preraščeni in intenzivno zelene barve.

Poganjki in storžki Ahila so zelo občutljivi na peronosporo, precej je občutljiv tudi za pepelasto plesen in srednje občutljiv je za hmeljeve listne uši. Trohnoba (*Fusarium*) se pojavlja v obliki gnezd. Ni občutljiv na hmeljevo listno pršico.

Aroma Ahila ni izrazita, je pa hmeljska. Eteričnih olj je 1,8 ml/100 g, alfa kislin je 11 %. Razmerje med alfa humulenom in beta kariofilenom je 2,4; med alfa kislinami in beta frakcijo je 1,2; med alfa kislinami in beta kislinami je 1,75. Pivo, varjeno iz Ahila, je prijetnega okusa, a ima močno grenčico.

4.4.2.6 Blisk

Blisk je triploid, križanec med autotetraploidnim Atlasom in slovenskim divjim hmeljem 1/9. Optimalno je zrel od 1. do 6. septembra. Povprečen pridelek je 1600 kg/ha. Gostota sajenja je 3200 rastlin/ha.

Rastline imajo obliko širokega valja, 100 cm dolge in tanke zalistnike, zeleno trto z dolgimi internodiji, večkrpate, globoko zarežane in zelnato zelene liste. Korenika močno odganja rizome tako, da otežuje obdelavo. Storžki so dolgi povprečno 25 mm, 100 suhih storžkov tehta 19 g, so napihnjeni kot lampiončki, zeleni in se pri strojnem obiranju ne drobijo.

Ima močne skeletne korenine in uspeva v podobnih tleh kot Atlas. Sadimo ga na plitvih skeletnih, obrečnih, peščeno ilovnatih tleh, pa tudi na rjavih aluvialnih ilovnatih glinastih tleh in globokem pobočnem psevdogleju. Ne uspeva na oglejenih in psevdoglejenih tleh s procesi oksidacije nad 50 cm ter na rjavih pokarbonatnih tleh.

Korenika je občutljiva za hmeljevo peronosporo, listi so manj občutljivi, storžki so občutljivi. Blisk je občutljiv za pepelasto plesen.

Aroma Bliska je sveža, hmeljna. Eteričnih olj je 1,2 do 1,5 ml/100g. Vsebnost alfa kislin je od 5 do 9,5 %, kohumulona 36 %. Razmerje med alfa in beta kariofilenom je nad 2,5; med alfa kislinami in beta frakcijo je okrog 1,1; med alfa in beta kislinami je okrog 2; med eteričnim oljem in alfa kislinami okrog 0,2. Blisk je slabo skladiščno obstojen. Organoleptično oceno piva ima neizenačeno, manj primerno grenčico in manj primerno aromo. Vpliva na povečano intenzivnost barve piva, izkoristek alfa kislin je slabši. Zaradi velikega odstotka kohumulona sodi Blisk v skupino grenkih hmeljev.

4.4.2.7 Bobek

Bobek je križanec med Northern Brewerjem in slovenskim divjim hmeljem TG. Je srednje zgoden kultivar, optimalno zrel od 25. avgusta do 1. septembra. Povprečen pridelek je 2000 kg/ha. Gostota sajenja je 3200 sadik/ha.

Rastline imajo obliko valja ali koša, tanke, močno razvejane zalistnike z značilnimi kratkimi internodiji, zaradi tega je cvetni nastavek nadpovprečno velik. Trta je tanka, robata in vijoličasto sivkasta. Listi so majhni, temno zeleni in gosto ožiljeni. Storžki so dolgi povprečno 20 mm, 100 suhih storžkov tehta 12 g, so majhni, okrogli, zeleni, gosto zraščeni in se pri strojnem obiranju ne drobijo.

Ima dobro razvit koreninski sistem. Uspeva na dobrih aluvialnih tleh z ilovnato in ilovnato-glinasto strukturo, na rahlo oglejenih tleh in na globokih tleh na pseudogleju, če je relief rahlo nagnjen. Prav tako so primerna rjava pokarbonatna tla in distrična globoka tla, glinasto-ilovnate teksture. Ne uspeva na plitvih skeletnih, peščenih tleh in na nerazvitih obrečnih tleh.

Korenika Bobka je občutljiva za hmeljevo peronosporo, listi so odporni, storžki so nekoliko občutljivi.

Aroma je intenzivna, prijetno hmeljna. Eteričnih olj je 1,0 do 1,2 ml/100g. Vsebuje od 6 do 9 % alfa kislin, kohumulona 23 %. Razmerje med alfa in beta kariofilenom je nad 3; med alfa kislinami in beta frakcijo je okrog 0,8; med alfa in beta kislinami je okrog 1; med eteričnim oljem in alfa kislinami okrog 0,3. Bobek je srednje skladiščno obstojen. Z Bobkom hmeljeno pivo ima slabšo organoleptično oceno za grenčico kot Savinjski golding. Posebnost Bobka je največji delež beta kislin med slovenskimi kultivarji. Omenjena razmerja so podobna aromatičnemu tipu hmelja, ima pa za razliko od njega občutno večji odstotek mircena. Zaradi večjega odstotka alfa kislin je razmerje med tanoidi in alfa kislinami tudi manjše kot pri tipu aromatičnega hmelja.

4.4.2.8 Buket

Buket je križanec med Northern Brewerjem in večkratnim križancem 2/137. Je srednje zgoden do pozen kultivar, optimalno je zrel od 25. do 31. avgusta. Povprečen pridelek je 1700 kg/ha. Gostota sajenja je 3500 rastlin/ha.

Rastline se nagibajo k enodomnosti, imajo obliko širokega valja in različno dolge zalistnike (20 do 80 cm). Trta je groba, rahlo vijolična s temnimi robovi in dolgimi internodiji. Listi so zeleni, grobi in srednje veliki. Storžki so dolgi povprečno 29 mm, 100 suhih storžkov tehta 19 g, so gosto zraščeni, zeleni in se pri strojnem obiranju malo drobijo.

Buket dobro uspeva na plitvih do globokih rjavih aluvialnih tleh s peščeno ilovnato in glinasto-ilovnato teksturo ter na globokih pseudooglejenih tleh. Slabo uspeva na hidromorfni oglejenih in pseudooglejenih ter na nerazvitih halocenskih tleh.

Korenika Buketa je nekoliko občutljiva za hmeljevo peronosporo, listi so odporni, storžki so nekoliko občutljivi.

Aroma Buketa je intenzivna, prijetno hmeljna. Eteričnih olj je 2 do 3 ml/100g. Vsebnost alfa kislin je 8 do 12 %, kohumulona 23 %. Razmerje med alfa in beta kariofilenom je nad 3; med alfa kislinami in beta frakcijo je okrog 1; med alfa in beta kislinami je okrog 2; med eteričnim oljem in alfa kislinami okrog 0,5. Buket je srednje dobro skladiščno obstojen. Z Buketom hmeljeno pivo kaže močan vpliv eteričnega olja na aromo in okus piva. Poleg majhnega deleža kohumulona ima Buket izjemno veliko količino eteričnega olja.

4.4.2.9 Celeia

Celeia je triploidni kultivar, križanec med autotetraploidnim Savinjskim goldingom in večkratnim križancem 105/58. Kultivar je pozen, optimalno zrel od 6. do 12. septembra. Povprečen pridelek je 1700 kg/ha. Gostota sajenja je 3000 rastlin/ha.

Rastline imajo obliko širokega valja, 100 cm dolge zalistnike, debelo in zeleno trto ter velike, temnozeleno liste. Storžki so dolgi povprečno 23 mm, 100 suhih storžkov tehta 14 g, so srednje gosto zraščeni, zeleni in se pri strojnem obiranju ne drobijo.

Celeia uspeva na rjavih aluvialnih tleh s slabo propustnim podtaljem, pa tudi na rahlo oglejenih ter na globokih pseudooglejenih tleh z globokim antropogenim horizontom.

Korenika Celeie je nekoliko občutljiva za hmeljevo peronosporo, listi so odporni, storžki so nekoliko občutljivi.

Aroma je prijetno hmeljna. Eteričnih olj je 1,5 ml/100g. Vsebnost alfa kislin je okrog 6 %, kohumulona 24 %. Razmerje med alfa kislinami in beta kariofilenom je 2,3. Razmerje med alfa in beta kariofilenom je 2,3; med alfa kislinami in beta frakcijo je okrog 0,8; med alfa in beta kislinami je okrog 1,1; med količino eteričnih olj in alfa kislinami okrog 0,2. Celeia je srednje skladiščno obstojna. S Celeio hmeljeno pivo ima prijetno grenčico, ki je harmonično povezana z aromo.

4.4.2.10 Cerera

Cerera je triploid, križanec med autotetraploidnim Savinjskim goldingom in večkratnim križancem 105/58. Kultivar je pozen, optimalno je zrel med 6. in 15. septembrom. Povprečen pridelek je 1700 kg/ha. Gostota sajenja je 3000 rastlin/ha.

Rastline imajo obliko širokega valja, 100 cm dolge zalistnike, debelo in zeleno trto z dolgimi internodiji. Storžki so dolgi povprečno 22 mm, 100 suhih storžkov tehta 14 g, so gosto zraščeni, zeleni in se pri strojnem obiranju ne drobijo.

Cerera uspeva na rjavih aluvialnih tleh, s slabo propustnim podtaljem, pa tudi na rahlo oglejenih ter na globokih pseudooglejenih tleh z globokim antropogenim horizontom.

Korenika Cerere je nekoliko občutljiva za hmeljevo peronosporo, listi so odporni, storžki so nekoliko občutljivi.

Aroma je prijetno hmeljna. Eteričnih olj je 1,5 ml/100. Vsebnost alfa kislin je od 5 do 6 %, kohumulona 25 %. Razmerje med alfa humulenom in beta kariofilenom je 2,3. Razmerje med alfa kislinami in beta kariofilenom je 0,8; med alfa kislinami in beta frakcijo je okrog 1,1; med alfa in beta kislinami je okrog 1,1; med količino eteričnih olj in alfa kislinami okrog 0,2. Cerera je srednje skladiščno obstojna. S Cerero hmeljeno pivo ima prijetno grenčico, ki je prijetno vezana z aromatičnim delom.

4.4.2.11 Cekin

Cekin je triploid, križanec med Auroro in autotetraploidnim sejančkom Savinjskega goldinga. Je pozen kultivar, optimalno je zrel med 6. in 15. septembrom. Povprečni pridelek je 1500 kg/ha. Gostota sajenja je 3200 rastlin/ha.

Rastline imajo obliko širokega valja, 80 cm dolge zalistnike, srednje debele, vijoličastozelene trte in temno zelene liste. Storžki so dolgi povprečno 24 mm, 100 suhih storžkov tehta 14 g, so gosto zraščeni, zeleni in se pri strojnem obiranju ne drobijo.

Cekin uspeva na globokih ilovnatih in glinastih tleh. Ne prenaša plitvih peščenih tal.

Korenika Cekina je nekoliko občutljiva za hmeljevo peronosporo, listi so odporni, storžki so nekoliko občutljivi. Občutljiv je na pepelasto plesen.

Aroma Cekina je prijetno hmeljna. Eteričnih olj je 1,5 ml/100g. Vsebnost alfa kislin je od 4 do 7 %, kohumulona 25-29 %. Razmerje med alfa humulenom in beta kariofilenom je 3,1. Razmerje med alfa kislinami in beta kariofilenom je 0,6; med alfa in beta kislinami je okrog 2,0; med količino eteričnih olj in alfa kislinami okrog 0,2. Cerera je srednje skladiščno obstojna. S Cerero hmeljeno pivo ima prijetno grenčico, aromatičen del je prijetno vezan z grenčico. Pri Cereri je razmerje med tanoidi in odstotkom alfa kislin podobno kot pri aromatičnih hmeljih.

4.4.2.12 Cicero

Cicero je triploidni križanec med Auroro in autotetraploidnim sejančkom Savinjskega goldinga. Je pozen kultivar. Zrel je od 4. do 12. septembra. Povprečen pridelek je 1500 kg/ha. Gostota sajenja je 3200 rastlin/ha.

Rastline imajo obliko srednje širokega valja, 70 cm dolge zalistnike. Trta je srednje debela, vijolična. Listi so veliki in temnozeleni barve. Storžki so dolgi povprečno 26 mm, 100 suhih storžkov tehta 14,6 g, so srednje gosto zraščeni, zeleni in se pri strojnem obiranju ne drobijo.

Cicero uspeva na dobro odcednih in dobro zračnih tleh.

Korenika Cicera je srednje občutljiva za hmeljevo peronosporo, listi so odporni, storžki pa nekoliko občutljivi.

Cicero ima blago hmeljno aromo, kohumulona je 26 %. Eteričnih olj je 0,9-2,3 ml/100g. Vsebuje 5-7 % alfa kislin, razmerje med alfa humulenom in beta kariofilenom je 2,7. Med alfa kislinami in beta frakcijo je 1,2; med alfa in beta kislinami je okrog 2; med količino eteričnih olj in alfa kislinami okrog 0,2. Cicero je dobro skladiščno obstojen. Organoleptična ocena piva, hmeljenega s Cicerom je pokazala, da je grenčica prijetna.

4.4.3 Tuji hmeljni kultivarji v slovenski sortni listi

4.4.3.1 Magnum

Magnum je nemški kultivar hmelja in je križanec med ameriškim kultivarjem Galena in moškim križancem 75/5/3. V Sortno listo Slovenije je bil vpisan leta 1998. Je srednjepozen kultivar, uvrščen v skupino grenčičnih kultivarjev. Povprečen pridelek je 1800 kg/ha. Gostota sajenja je 2800 - 3000 rastlin/ha.

Rastline so zelo gosto zraščene, v tehnološki zrelosti so valjaste oblike. Zalistniki so dolgi, viseči. Trta je groba, zelene barve. Listi so veliki, 3-5 krpati, grobi, listni rob je močno nazobčan. Razporeditev socvetij na rastlini je enakomerna, socvetje je srednje veliko. Storžek je velik, valjaste oblike, temno zelene barve. Storžki so dolgi 35 mm, 100 suhih storžkov tehta 37 g, so srednje gosto zraščeni in se pri strojnem obiranju ne drobijo. Včasih se pojavijo preraščenci. Kultivar je nagnjen k enodomnosti, tako da se občasno na ženski rastlini pojavijo tudi moška socvetja.

Magnum zahteva dobre rastne pogoje in uspeva na dobrih hmeljskih tleh. Slabo uspeva na plitvih tleh z manjšo sposobnostjo zadrževanja vode.

Magnum je tolerantan na hmeljevo uvelost, na hmeljevo peronosporo je dobro odporen, občutljiv pa je na hmeljevo pepelovko in sivo plesen.

Aroma je srednja in po nemški lestvici (1-30 točk) ocenjena z 20. Eteričnih olj je 1,80 ml olja/100 g vzorca. Vsebnost alfa kislin je 14,0 %, kohumulona je 24-25 %; razmerje med alfa kislinami in beta kariofilenom je 1,3; razmerje med alfa kislinami in beta kislinami je 2,8; razmerje med eteričnim oljem in alfa kislinami je 0,15. Magnum je zelo dobro skladiščno obstojen. Z Magnumom hmeljeno pivo ima visoko grenčično vrednost in dobro kakovost grenčice.

4.4.3.2 Taurus

Taurus je nemški kultivar, križanec med dvema križancema 82/39/37 (ženska rastlina) in 85/54/15 (moška rastlina). V Sortno listo Slovenije je bil vpisan leta 2002. Je srednjepozen kultivar, uvrščen v skupino grenčičnih kultivarjev. Odlikujeta ga velik pridelek (2000 kg/ha) in visoka vsebnost alfa kislin (12-15 %). Gostota sajenja je 3200 do 3500 rastlin/ha.

Rastline so v tehnološki zrelosti valjaste oblike. Zalistniki so srednje dolgi. Trta je srednje debela, zelena. Rastlina je gosto olistana. Listi so srednje veliki 3-5 krpati. Razporeditev socvetij na rastlini je enakomerna. Socvetje je srednje veliko. Storžki so ovalni, srednje veliki, dolgi 25-40 mm, 100 suhih storžkov tehta 30 g, oblika je jajčasta, so gosto zraščeni, kompaktni in se pri strojnem obiranju ne drobijo.

Taurus zahteva dobre rastne pogoje in uspeva na dobrih hmeljskih tleh. Slabo uspeva na plitvih tleh z manjšo sposobnostjo zadrževanja vode.

Taurus je tolerantan na hmeljevo peronosporo, občutljiv pa na hmeljevo pepelovko in fuzarij.

Aroma je srednja in po nemški lestvici (1-30 točk) ocenjena s 24. Eteričnih olj je 1,4 %, vsebnost alfa kislin je 12-15 %; kohumulona je 23-25 %; razmerje med alfa kislinami in beta kariofilenom je 1,8; razmerje med alfa kislinami in beta frakcijo je okoli 1; razmerje med alfa kislinami in beta kislinami je 3,7; med eteričnim oljem in alfa

kislinami 0,1. Taurus je zelo dobro skladiščno obstojen. S Taurusom hmeljeno pivo ima kakovostno grenčico in aromo.

4.5 INTRODUKCIJA HMELJNIH KULTIVARJEV

Introdukcija e ž [lat. *introductio*, *intro-*, *ducere* voditi] uvajanje, uvedba, vpeljava v kaj (Verbinc F., Slovar tujk, Cankarjeva založba, 1982, s. 308)

4.5.1 Postopek uradne introdukcije

Prenos tujih kultivarjev hmelja v naše razmere ni enostaven. Ker je hmelj zelo občutljiva rastlina na mikroklimatske pogoje, je potrebno tuje kultivarje preizkusiti v postopku introdukcije.

S prenosom določenega kultivarja iz območja, kjer je bil požlahtnjen, v drugo območje, se lahko spremenijo habitus ter odpornost proti boleznim in škodljivcem. V določenih klimatih se namreč neka bolezen ne pojavlja, zato tudi žlahtnjenje ne poteka v smeri vzgoje odpornih genotipov. Ko pa prenesemo kultivar v druge razmere, pride do okužbe oz. napada. Zaradi navedenih razlogov introdukcija kultivarjev iz drugih pridelovalnih območij velikokrat ni uspešna oz. zahteva veliko mero previdnosti. Vsaka dežela, kjer pridelujejo hmelj v malo večjem obsegu, ima svojo žlahtniteljsko službo (ZDA, Nemčija, Velika Britanija, Češka, Japonska, Avstralija, Nova Zelandija, Južna Afrika ipd.)

4.5.1.1 Prijava kultivarja za registracijo in uradno preizkušanje

Predložiti moramo naslednje dokumente :

1. Pravilno izpolnjen obrazec '**Prijava za potrditev nove in dovolitev introdukcije tuje sorte kmetijskih rastlin**'. V prijavi moramo napisati: namen rabe, pridelovanje in morebitne posebnosti glede tehnologije pridelovanja, ki jih zahteva prijavljena sorta.

2. Če prijavitelj ni žlahtnitelj, mora priložiti '**Izjavo žlahtnitelja ali lastnika sorte**', da je prijavitelj pooblaščen zastopnik lastnika sorte v Republiki Sloveniji. Pri starejših sortah pa tako izjavo da vzdrževalec sorte.

3. Za sorto, ki je vpisana v katerikoli uradni register v tujini, je treba priložiti vsaj minimalni '**Opis sorte**', to je **RIN** (različnost, izenačenost in nesprejemljivost), ki ga je dobil lastnik sorte ob vpisu v njihov register.

4. Prijavo pošljemo na Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije s pripisom '**Za Sortni urad**'.

Postopek introdukcije traja najmanj tri leta. Če strokovnjaki menijo, se ta postopek lahko podaljša. Po zaključenem postopku uradne introdukcije tujega kultivarja, izda Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije na podlagi mnenja Sortne komisije, odredbo za vpis v sortno listo Slovenije.

4.5.1.2 Poskus uradne introdukcije

Poskus uradne introdukcije je postavljen na treh lokacijah, na vsaki lokaciji v štirih naključnih blokih po deset rastlin.

Opazovanje strokovnjakov pooblašcene inštitucije s strani Sortnega urada Slovenije (trenutno je to Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec) v nasadu, kjer poteka uradna introdukcija :

- rast in razvoj rastlin
- napad bolezni in škodljivcev
- količina pridelka
- vsebnost alfa kislin
- mehanična analiza storžkov

4.5.1.3 Roki in število sadik za prijavo uradne introdukcije

30. september: rok za prijavo tujega kultivarja, ki naj bi v prihodnjem letu bil vključen v uradno introdukcijo. Prijavo odda prijavitelj na Sortni urad Slovenije.

31. marec: rok do katerega je potrebno dostaviti sadike za nasad v katerem bo potekala uradna introdukcija.

Število sadik za uradno preizkušanje: potrebno je stopetdeset sadik za eno akcesijo na eni lokaciji, morajo biti certificirane (certifikat A ali certifikat B) in zdrave.

4.7 LITERATURA

Abbott, M. S., Fedele, M. J. A. DNA-based varietal identification procedure for hop leaf tissue. J. Inst. Brew. 1994, 100, s. 283-285.

Arhiv Hmeljne komisije Slovenije, 2001.

Bohanec, B. Tehnike rastlinskih tkivnih kultur. Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Center za rastlinsko biotehnologijo in žlahtnjenje, Ljubljana, 1992, s. 122-130.

Bohanec, B. Žlahtnjenje rastlin v Sloveniji v luči novih znanstvenih odkritij ob koncu 20. stoletja. V : Bohanec, B., Zor, T., Luthar, Z. (Ur.): Žlahtnjenje rastlin in semenarstvo v Sloveniji, Strokovno posvetovanje. Cankarjev dom, Ljubljana, 7. marec 1996, s. 13-17.

Brady, J. L., Scott, N. S., Thomas, M. R. DNA typing of hops (*Humulus lupulus* L.) through application of RAPD and microsatellite marker sequences converted to sequence tagged sites (STS). Euphytica, 1996, 91, s. 277-284.

Čerenak, A., Šuštar-Vozlič, J. Vpliv giberelinske kisline (GA₃) na kalitev semen hmelja (*Humulus lupulus* L.). V : Vodnik, D., Žel, J. (ur.) : 2. slovenski simpozij o rastlinski fiziologiji, Gozd Martuljek, 30. sept. - 2. oktober 1998. Društvo za rastlinsko fiziologijo Slovenije, 1998, s. 60.

Čerenak, A. Analiza molekulskih markerjev povezanih z odpornostjo hmelja (*Humulus lupulus* L.) na hmeljevo uš (*Phorodon humuli* Schrank). Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta. Interdisciplinarni podiplomski študij biotehnologije, 2001, 75 s.

Čerenak, A., Javornik, B. Application of male STS marker in hop (*Humulus lupulus* L.) breeding. V : Seigner, E. (ur.) : Proceedings of the Scientific Commission of IHGC, Pulawy, Poland, 1999, s. 39-43.

Darby, P., Farris, M. D., Green, C. P., Gunn, R. E. Dwarf hops - their history, progress and prospects. V : Gunn, R. E. in Green, C. P. (ur.) : Proceedings of the Scientific Commission of IHGC, Wye College, England, 26-29 July 1993. Horticultural Research International, Dept. of Hop Research, Wye College, Wye, s. 37-45.

Darby, P. Current objectives in UK hop breeding. V : Seigner, E. (ur.) : Proceedings of the Scientific Commission of IHGC, Strasbourg, France, 25-28 July 1995. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Freising, 1995, s. 57-63.

Ferant, N. Introdukcija tujih kultivarjev hmelja, 35. seminar o hmeljarstvu. Povzetki prispevkov, Rogaška Slatina, 1997, s.12.

Ferant, N., Šuštar-Vozlič, J. Magnum - nov kultivar hmelja, vpisan v sortno listo Slovenije. Hmeljar, 1998, 7, s. 87-88.

Ferant, N., Čerenak, A. Žlahtnjenje hmelja v letu 1999. V : Čerenak, A., Friškovec, I. (ur.) : Izvlečki prispevkov, 38. seminar o hmeljarstvu, Žalec, 1. februar 2000. Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec, s. 9.

Hartl, L., Seefelder, S. Diversity of selected hop cultivars detected by fluorescent AFLPs. Theor. Appl. Genet. 1998, 96, s. 112-116.

Hmeljni kultivarji. Hmeljna komisija Slovenije, 1996.

Ileršič, J. Postopek registracije in zavarovanje kultivarjev kmetijskih rastlin. Sodobno kmetijstvo 28 (95) 6, 1995, s. 318-319.

Ivančič, A. Hibridizacija pomembnejših rastlinskih vrst. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo, 2002, 775 s.

Jakše, J., Kindlhofer, K., Javornik, B. Assesment of genetic variation and differentiation of hop (*Humulus lupulus* L.) genotypes by microsatellite and AFLP markers. Genome, 44, 2001, 5, s.773-782.

Jakše, J., Šuštar-Vozlič, J., Javornik, B. Identification of hop cultivars by RAPD markers. Proc. of IPBA, Rogla, Dec 5-7, 1994, s. 147-151.

Jakše, J., Javornik, B. Identification of hop cultivars mixtures by means of RAPD, microsatellite and STS markers. V : Seigner, E. (ur.) : Proceedings of the Scientific Commission of IHGC, Pulawy, Poland, 1999, s. 62-65.

Kralj, D. Prve slovenske sorte hmelja. Pivarstvo, 1972, s. 69-72.

Kralj, D., Wagner, T. Novi slovenski kultivarji hmelja - bobek, blisk in buket. Sodobno kmetijstvo, 1980, 7-8, s. 281-286.

Kralj, D. Proučevanje lastnosti moških rastlin za potrebe žlahtnjenja hmelja (*Humulus lupulus* L.). Genetika, 1982, 14, 1: 49-58.

Kralj, D. Žlahtnjenje hmelja v Sloveniji. Genetika, 1985, 17, s. 119-128.

Kralj, D., Kump, M. Poliploidy in hop breeding, *Humulus lupulus* L.- V. : Horn, Jensen, Odenbach in Schieder (ur.) : Genetic Manipulation in Plant Breeding. Walter de Gruyter & Co., Berlin, New York, 1986, s. 171-173.

Kralj, D., Haunold, A. The breeding potential of native hops (*Humulus lupulus* L.) from Yugoslavia. Monatsschrift fuer Brauwissenschaft, 1987, 7, s. 287-293.

Kralj, D. Žlahtnjenje rodovitnega aromatičnega hmelja (*Humulus lupulus* L.) z metodo poliploidije. VI. jugoslovanski simpozij za hmeljarstvo, Žalec, 1987, s. 7-23.

- Kralj, D. Novi hmeljni kultivarji. Sodobno kmetijstvo, 1990, s. 229-230.
- Kralj, D., Zupanec, J., Vasilj, Đ., Kralj, S., Pšenčnik, J. Variability of essential oils of hops, *Humulus lupulus* L.. J. Inst. Brew., 1991, 97, s. 197-206.
- Kralj, D., Kač, M., Dolinar, M., Žolnir, M., Kralj, S. Marker-assisted hop (*Humulus lupulus* L.) breeding. Monatsschrift fuer Brauwissenschaft, 1998, 7/8, s. 111-119.
- Kralj, D. Wagner, T. Žlahtenje hmelja. Elaborat SBK št. 416/6167-77, Žalec, 1977.
- Kralj, D. s sod. Značilnosti slovenskih hmeljnih kultivarjev, Žalec, 1994.
- Leggett, G. W., Salier, D. G., Brady, J. L., Steel Scott N., Thomas, M. R. DNA typing and identification of hops. EBC Symposium on hops, Monograph 22, Zoeterwoude, May-June 1994. Nuernberg, Hans Karl Getraenke Fach Verlag, s. 45-53.
- Neve, R. A. Hops. Chapman and Hall, London, 1991, s. 195-224.
- Pillay, M., Kenny, S. T. Chloroplast DNA differences between cultivated hop, *Humulus lupulus* L. and the related species *H. japonicus*. Theor. Appl. Genet., 1994, 89, s. 372-378.
- Pillay, M., Kenny, S. T. Random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers in hop, *Humulus lupulus* L.: level of genetic variability and segregation in F₁ progeny. Theor. Appl. Genet., 1996, 92, s. 334-339.
- Polley, A., Seigner, E., Ganai, M. W. Identification of sex in hop (*Humulus lupulus* L.) using molecular markers. Genome, 40, 1997, s. 357-361.
- Seefelder, S., Ehrmaier, H., Schweizer, G., Seigner, E. Genetic diversity and phylogenetic relationships among accessions of hop, *Humulus lupulus*, as determined by amplified fragment length polymorphism fingerprinting compared with pedigree data. Plant Breeding 119, 2000, 3, s. 257-263.
- Sousa, M. J., Batista, D., Pais, M. S. Regeneration in hop (*Humulus lupulus* L.) and study of the conditions for transformation mediated by *Agrobacterium tumefaciens*. Abstracts of VIIth International Congress of Plant Tissue Culture, Firenze, Jun 12-17, 1994, s. 141.
- Šuštar, J. Application of biotechnology to hop (*Humulus lupulus* L.) breeding.-Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, 1993, 61, s. 47-55.
- Šuštar-Vozlič, J., Kralj, D. Žlahtenje hmelja (*Humulus lupulus* L.) v Sloveniji. V : Bohanec, B., Zor, T., Luthar, Z. (Ur.) : Žlahtenje rastlin in semenarstvo v Sloveniji, Strokovno posvetovanje. Cankarjev dom, Ljubljana, 7. marec 1996, s. 18-23.
- Šuštar-Vozlič, J., Javornik, B. Genetic relationships in cultivars of hop, *Humulus lupulus* L., determined by RAPD analysis. Plant Breeding, 118, 1999, s. 175-181.
- Šuštar-Vozlič, J., Javornik, B., Bohanec, B. Studies of somaclonal variation in hop (*Humulus lupulus* L.). Phytion, 39, 1999, 3, s. 283-287.
- Šuštar-Vozlič, J. Genska banka hmelja pri Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo v Žalcu. Sodobno kmetijstvo 32, 1999, 1, s. 25-27.
- Wagner, T. Hmeljarstvo I. del. Žalec, 1968, s. 3-9.

5 BOLEZNI, ŠKODLJIVCI IN PLEVELI V HMELJSKIH NASADIH

5.1 HMELJEVE BOLEZNI

5.1.1 Hmeljeva peronospora

(*Pseudoperonospora humuli* (Miyabe et Takahashi) G.W. Wilson).

Iz gospodarskega vidika je hmeljeva peronospora še vedno najpomembnejša glivična bolezen na hmelju. V Angliji so jo ugotovili prvič leta 1920, v naslednjih petih letih pa se je razširila po vsej Evropi. V Sloveniji se je prvič pojavila leta 1926. Hmeljeva peronospora napada vse rastlinske organe. Lahko zmanjša ali uniči pridelek. Pridelek na rastlinah, ki imajo obolelo koreniko, je do 30 % nižji. S hmeljevo peronosporo okuženi storžki se uvrščajo v nižji kakovostni oziroma cenovni razred.

Občutljivost slovenskih kultivarjev za hmeljevo peronosporo :

Savinjski golding velja za odpornega, saj so proti hmeljevi peronospori potrebna dva ali tri škropljenja proti sekundarni okužbi. Menimo pa, da je manj odporen proti primarni okužbi. Manj občutljivi so tudi kultivarji Aurora, C- kultivarji in Bobek. Ker pa C-kultivarji in Bobek zorijo pozneje, zahtevajo eno škropljenje več. V to skupino spada tudi kultivar Magnum. Proti hmeljevi peronospori sta občutljiva kultivarja Blisk in Atlas. Rezistenca novejših kultivarjev je stabilna in ni nevarnosti, da bi se razrušila, ker je zasnovana na več genih.

5.1.1.1 Znamenja obolenja

Primarna okužba

Hmeljeva peronospora se spomladi najprej manifestira z obolelimi poganjki - kuštravci, ki so produkt micelija, ki prezimi v koreniki. Primarno okužbo v koreniki ugotovimo ob rezi. Na prerezu osnove trte opazimo rdečkastorjav kolobar, ki zavzema ksilem (vodovodne cevi) in floem (sitaste cevi) (slika 7). S hmeljevo peronosporo je lahko okužen ves podzemni del rastline, ki lahko tudi odmre.

Obolele poganjke prepoznamo po značilnem izgledu. Poganjki so zakrneli, imajo skrajšane in odebeljene medčlenke ter rumenkaste navzdol obrnjene liste. Na spodnji strani listov je temnosivkasta prevleka trosonoscev (sporangioforov) s trosovníki (zoosporangiji), ki jih na kratko imenujemo trosi. Obolele poganjke poznamo pod imenom 'primarni bazalni kuštravci', ki so sistemsko okuženi in poženejo iz korenike, v kateri je hmeljeva peronospora kot micelij prezimila (slika 8).

S sekundarno okužbo poganjkov nastanejo 'sekundarni bazalni kuštravci', ki se razlikujejo od primarnih po tem, da imajo prve medčlenke in liste normalno razvite, zgornji medčlenki pa so skrajšani, listi pa imajo prej opisana znamenja.

Če so trte visoke en meter ali več in postane vrh 'kuštrav', se ne ovija na oporo in takrat govorimo o 'terminalnih kuštravcih'. Nastanejo bodisi s sekundarno okužbo ali pa so produkt micelija iz korenike, ki raste v strženu, istočasno s trto. V ugodnih razmerah zraste micelij navzven in poganjek postane kuštrav. S hmeljevo peronosporo

oboleli stranski poganjki -'lateralni kuštravci' - izraščajo navadno iz okužene trte, torej so primarnega izvora ali pa nastanejo s sekundarno okužbo, s trosi.

Sekundarna okužba

Hmeljeva peronospora okuži še druge organe, kot so: listi, cvetovi, storžki, celo steblo. Te okužbe nastanejo pretežno s trosi. Vse okužbe s trosi so sekundarne. Na listih vidimo najprej rahlo rumenkaste pege, ki se spremenijo v nekroze, omejene z žilami. Na spodnji strani le-teh se razvije temno sivkasta prevleka trosonoscev in trosovnikov - trosov. Listi so lahko tudi sistemično okuženi. Od lokalnih okužb se sistemična okužba listov loči po tem, da v stiku glavnih žil hmeljeva peronospora močno sporulira.

Oboleli cvetovi otrdijo in porjavijo ter navadno odpadejo. Okužba na storžkih je navadno na braktejah in brakteolah, ki porjavijo. Če se okužijo mladi storžki, se deformirajo, pri starejših pa porjavijo le posamezni lističi. Obolele storžke spoznamo po rjasto rjavi barvi (slika 9). Najzanesljivejši način ugotovitve bolezni pa je mikroskopski pregled.

5.1.1.2 Biologija in ekologija

Razvojni krog glive

Hmeljeva peronospora prezimi kot micelij v koreniki. Korenika se lahko okuži na različne načine: v času rastne dobe s trosi, ki se z dežjem izpirajo v tla in neposredno okužijo koreniko ali pa v času po obiranju, ko se s trosi okužijo novi hmeljevi poganjki in se v medceličnih prostorih poganjka razvije micelij, ki raste, če poganjek ni daljši od 15 cm, v koreniko. Z izpiranjem trosov v tla se okužijo jeseni formirana očesca, skozi katera se lahko okuži tudi korenika. Micelij živi v medceličnih prostorih in z betičastimi haustoriji črpa hrano v celici. Spomladi iz obolele korenike poženejo oboleli poganjki - kuštravci. Gliva na spodnji strani listov sporulira. Skozi listne reže požene trosonosce, ki nosijo trose. Sporulacija (tvorba trosov) je najmočnejša ponoči, pri visoki zračni vlagi (96 - 100 %), trosi pa se sproščajo iz trosonoscev pri nizki relativni zračni vlagi (50 %), v opoldanskem času. Veter in voda prenašata trose na zdrave rastline, ki kalijo v vodi. Ko se trosovniki odprejo, se sprostijo 4 - 8 zoospor. Zoospore, ki so opremljene z bički, si aktivno poiščejo listne reže, skozi katere poženejo kalček v gostitelja. Temu procesu pravimo infekcija ali okužba. Po okužbi se v medceličnih prostorih razvije hifni sistem. Kolonizacijo gostitelja označuje inkubacijska doba, ki se konča s pojavom znamenj obolenja in sporulacijo. Hitrost širjenja parazita v rastlini oziroma čas inkubacijske dobe sta odvisna od temperature. Zračna vlaga direktno ne vpliva na omenjeni proces. Inkubacijska doba traja od tri do deset dni pri temperaturi 7 do 28°C. Inkubacijska doba pri razvoju kuštravcev pa je daljša.

Okužba se izvrši le, če so listi pri določenih temperaturi mokri od dežja določen čas in so prisotni trosi. Okužba se uresniči le, če so listi mokri od dežja pri svetlobi, okužbe pri rosi ni ali pa je le neznatna.

Prognozni sistem

Prognozni sistemi bolj ali manj zanesljivo, vnaprej napovejo potek bolezni. Uspešne sisteme za hmeljevo peronosporo so razvili v Nemčiji, Angliji, Češki in Sloveniji.

Napoved škropljenj na podlagi modela za prognozo okužb hmelja s peronosporo smo v Sloveniji uvedli v prakso leta 1986. Z njim smo zmanjšali število škropljenj. Najpomembneje pa je, da so škropljenja bolj usmerjana, kar je v skladu s principi integriranega varstva in principi dobre agronomske prakse. Model temelji na meteoroloških in biotskih dejavnikih in je tako zanesljivejši. Od meteoroloških dejavnikov je vključeno trajanje omočenosti listov od dežja, od biotskih pa populacija zoosporangijev v zraku in občutljivost posameznih kultivarjev. Vključene so tudi razvojne faze hmelja. Trose v zraku lovimo z Burkardovimi lovilci. Da okužba uspe, mora biti v zraku določena populacija trosov. Kritično število ulovljenih trosov je pred cvetenjem manjše kot v času cvetenja. Pred cvetenjem je kritično število štirideset trosov, ulovljenih v štirih zaporednih dneh, v času cvetenja in po njem pa deset, za občutljivejšje kultivarje (Atlas, Blisk) pa dvajset pred cvetenjem in pet po njem. Da okužba uspe, mora biti listje najmanj dve uri mokro od dežja in to podnevi. Če so omenjeni pogoji izpolnjeni, napovemo uporabo fungicida. V času inkubacijske dobe, ki znaša v Savinjski dolini v času napovedovanj škropljenj pet do šest dni, je potrebno izvesti škropljenje s protektivnimi pripravki.

Na območju Slovenije je v letu 2001 delovalo devet postaj, kjer so postavljeni lovilci: v Žalcu, Latkovi vasi, Taboru, Poljčah, Založah, Vojniku, Radljah ob Dravi, Slovenj Gradcu in Ormožu. V zadnjem času se uvaja avtomatsko spremljanje in prenos meteoroloških podatkov iz hmeljišč do uporabnika ter izračunavanje pogojev s sistemom Adcon- Agroexpert. Sistem ugotavlja možnosti za okužbo izključno na podlagi vremenskih dejavnikov in je zato nezanesljiv. Zanesljivost povečamo, če upoštevamo še biotske dejavnike, kot so populacija trosov v zraku in drugi.

Pri izvajanju škropljenj na podlagi prognoze je treba paziti na naslednje:

- nasade je potrebno redno pregledovati (najmanj enkrat tedensko),
- škropljenje je potrebno izvesti v času pet dni po napovedi,
- upoštevati je treba, kako so škropljena sosednja hmeljišča.

5.1.1.3 Zatiranje hmeljeve peronospore

Primarna okužba

Pri zatiranju hmeljeve peronospore velja splošno načelo, da moramo preprečiti primarno okužbo oziroma pojav primarnih kuštravcev, s čimer onemogočimo širjenje hmeljeve peronospore s sekundarnimi okužbami.

A. Mehanično zatiranje hmeljeve peronospore

Z ročno rezjo so hmeljarji odstranili oboleli del korenike, zato je bil pojav kuštravcev spomladi neznaten. Z uvedbo strojne rezi je postala primarna okužba problematična. Kjer je okužba korenike s hmeljevo peronosporo močna, še danes priporočamo globljo rez ali celo popraviljanje rezi z nožem. Priporočljivo je tudi ročno odstranjevanje kuštravcev in seveda uničenje le-teh izven hmeljišča. Odstranjevanje kuštravcev moramo ponoviti v tedenskih presledkih.

B. Kemično zatiranje hmeljeve peronospore

V večini hmeljarskih območij je potrebno preprečevati primarno okužbo s kemičnimi pripravki. Kot najboljši pripravek proti primarni okužbi veljajo pripravki na podlagi metalaksila (ridomil), seveda če hmeljeva peronospora ni odporna nanj. Z njim tretiramo enkrat. Najboljši učinek dosežemo, če pripravek uporabimo, ko so

poganjki dolgi nekaj centimetrov in se že kažejo kuštravci. Škropimo pas v vrsti, širok 60 do 80 cm, oziroma zalivamo na 'štor'. Zalivanje oziroma škropljenje na talno površino je učinkovito do takrat, ko so poganjki visoki 75-100 cm, kasneje pa je bolje, da tretiramo liste. Za zalivanje in škropljenje tal, torej za aplikacijo skozi korenine, uporabimo 0,2 grama aktivne snovi (metalaksila) in 1 dcl vode na rastlino. Koncentracijo pripravka si torej moramo izračunati z ozirom na vsebnost aktivne snovi v pripravku. Kadar uporabljamo pripravke na podlagi metalaksila foliarno, torej kadar z njimi škropimo ali pršimo zeleni del rastline, jih uporabimo v priporočeni koncentraciji.

Takoj po uvedbi pripravkov na podlagi metalaksila smo v Sloveniji zasnovali tudi protirezistenčno strategijo, s katero smo želeli čimdalje ohraniti njihovo učinkovitost. V skladu s to strategijo tretiramo s pripravki na podlagi metalaksila le hmeljišča, v katerih ima kuštravce več kot 3 % rastlin. Če je okužba v hmeljišču močna, uporabimo te pripravke dve ali tri leta zapored. Tako koreniko ozdravimo, ne preprečimo pa seveda ponovne okužbe. Rezistenca hmeljeve peronospore na pripravke na podlagi metalaksila se je pojavila v večini hmeljarskih držav, v Sloveniji pa smo s protirezistenčno strategijo doslej uspeli ohraniti dobro učinkovitost pripravkov na podlagi metalaksila.

Proti primarni okužbi so posebno v zadnjem času od sistemskih pripravkov v rabi še pripravki na podlagi fosetila-Al, predvsem aliette. Delovanje aliette-a je nezanesljivo, če ga uporabimo skozi koreninski sistem, če torej z njim zalivamo ali z njim škropimo po površini tal. Zelo dobro učinkovitost dosežemo, kadar z njim tretiramo liste, ko so poganjki dolgi več kot 20 cm in že imajo dovolj listov. Aliette lahko proti kuštravcem uporabimo ob vsakem času, ko je dosežen prag zatiranja, ki je enak kot pri pripravkih na podlagi metalaksila, torej, ko se kuštravci pojavijo na 3 % rastlin. Uporabimo ga dvakrat v razmiku osem do deset dni.

Od protektivnih fungicidov so učinkoviti tudi pripravki na podlagi fentin hidroksida (brestanid) in fentin acetata (trifen), ki pa po učinkovitosti zaostajajo za prej omenjenimi.

Prag zatiranja primarne okužbe: proti primarni okužbi ukrepamo, ko ugotovimo kuštravce na več kot 3 % rastlin. Če je pojav kuštravcev lokalni (del hmeljišča, v vrstah, v katerih so drogovi žičnice), uporabimo fungicide lokalno.

Sekundarna okužba

Proti sekundarni okužbi varujemo hmelj predvsem preventivno s kontaktnimi fungicidi, med katerimi imajo prednost pripravki na podlagi bakra, učinkoviti pa so tudi drugi pripravki, npr. pripravki na podlagi ditianona (delan), diklofluanida (euparen) in drugi. Če pa je okužba že nastala, lahko uporabimo sistemske fungicide na podlagi metalaksila, fosetila-Al in pripravke, ki vsebujejo cimoksanil (cursate R). V Sloveniji deluje sistem za prognozo pojava hmeljeve peronospore, na čemer temelji signalizacija škropljenj. Dve škropljenji v cvet izvedemo ne glede na vremenske razmere in število ulovljenih trosov. Prvič škropimo, ko cveti hmelj v spodnjem delu rastline in drugič, ko cveti cela rastlina. V Sloveniji za manj občutljive kultivarje zadostujejo dve do tri škropljenja proti sekundarni okužbi, za pozne kultivarje pa tri do štiri škropljenja.

5.1.2 Hmeljeva uvelost (*Verticillium alboatrum* Reineke at Berthold in *Verticillium dahliae* Klebahn)

Hmeljeva uvelost, ki jo povzročata glivi *Verticillium alboatrum* in *Verticillium dahliae*, je bolezen prevajalnega sistema, ne samo na hmelju temveč tudi na drugih gojenih in negojenih rastlinah, torej tudi na plevelih. Glivi napravita največ škode na hmelju in sta na A-2 listi karantenskih škodljivih organizmov.

Najprej so ugotovili *Verticillium alboatrum* leta 1924 v Angliji, sprva v lažji obliki, leta 1933 pa v težji ali letalni obliki, ko so rastline odmirale. Bolezen se je hitro širila in napravila veliko škodo. Drugo območje, kjer se je hmeljeva uvelost pojavila v močnejši obliki in delala škodo, je Bavarska. Tu se je prvič pojavila leta 1952 in v začetku sedemdesetih let napravila veliko gospodarsko škodo. V tem času se je razširila tudi po vsej Evropi, kjer pridelujejo hmelj, vendar le v lažji obliki.

V Sloveniji se je hmeljeva uvelost domnevno prvič pojavila na hmelju leta 1955 v Strmcu, v večjem obsegu pa smo jo ugotovili leta 1974 na kultivarju Aurora, ki so ga začeli pridelovati dve leti poprej. Identificirani sta bili obe glivi. Okužba je v naslednjih letih poenjavala. Od 1977 naprej se je hmeljeva uvelost pojavljala le na Aurori, po letu 1982 pa tudi na Bobku in C-kultivarjih. Glivi nista povzročali gospodarske škode vse do leta 1997, ko se je prvič pojavila letalna oblika na območju Gomilskega in povzročila gospodarsko škodo.

Glivi sta nevarni predvsem zato, ker ni kemičnega pripravka, s katerim bi ju zatirali ali celo zdravili obolele rastline, nevarni pa sta tudi zato, ker se hitro širita v nasadu in v druga hmeljišča. Bolj nevarna je vrsta *Verticillium alboatrum*. Živita v tleh kot parazita in saprofita ter parazitirata na raznih plevelih, ne da bi ti kazali znamenja obolenja. Njun infekcijski pritisk v tleh hitro narašča in se počasi razgrajuje. Proti hmeljevi uvelosti lahko ukrepamo le tako, da sadimo tolerantne kultivarje, da ustrezno spremenimo način pridelovanja in da upoštevamo higienske ukrepe, posebno v času obiranja hmelja in pri ravnanju s hmeljnim odpadom.

Rezistentni kultivarji:

S pojavom zelo patogenih sevov glive v Angliji in kasneje v Nemčiji je nastala potreba po vzgoji tolerantnih kultivarjev. Ta prizadevanja so rodila sadove predvsem v Angliji in na Bavarskem. Na Bavarskem sodijo med tolerantne: Northern Brewer, Hüller Bitterer, Perle, Orion, Spalter Select, Hallertauer in Magnum. V Sloveniji tolerantnih kultivarjev še nimamo, vendar tudi zelo občutljivih ne.

5.1.2.1 Znamenja obolenja

Blaga oblika

Na hmelju se pojavijo znamenja obolenja v drugi polovici julija (slika 10). Najprej začnejo rumeneti primarni listi (listi na trtah) od tal navzgor. Pozneje se pojavijo nekroze na robovih listov in med žilami. Robovi listov se obrnejo navzgor, če se lista dotaknemo, le-ta odpade. V tem času je naselitev glive v hmelj najmočnejša oziroma so znamenja obolenja najbolj zaznavna. Pri blagi obliki začnejo trte od tal navzgor debeleti, kar je obrambna reakcija rastline gostiteljice. Skorja postaja premajhna, poka in postane hrapava. Tega pojava navadno pri letalni obliki ni ali pa je neznatno izražen. Odebelitev trt poteka od tal navzgor. Navadno se proces v tem stadiju ustavi. Če trte v

višini 1 metra prerežemo in razpolovimo, vidimo rjavo prevajalno tkivo, kar je zanesljivo znamenje, da gre za hmeljevo uvelost. Če se proces nadaljuje, trte odebelijo po vsej rastlini, stranski poganjki pa začnejo veneti. Listi se posušijo in odpadejo, posušijo se tudi storžki. Pri blagi obliki obolele rastline, tudi če se posušijo, naslednje leto normalno odganjajo in rastejo naprej. Naslednje leto obolijo povsem druge rastline. Obolele rastline so bolj ali manj porazdeljene v nasadu, medtem ko se rastline, okužene z letalno obliko hmeljeve uvelosti, pojavljajo v žariščih.

Letalna oblika

Če so občutljivi kultivarji okuženi z bolj agresivnimi sevi glive, rastline odmirajo in kažejo znamenja obolenja, ki so značilna za progresivno obliko hmeljeve uvelosti. Znamenja obolenja se pojavijo že v mesecu maju, oziroma, ko začnejo rastline po rezi odganjati. Rastline, ki so v prejšnjem letu pred obiranjem hmelja kazale znamenja obolenja in so bile suhe, slabo odganjajo. Listi pokažejo tipična znamenja obolenja z *Verticillium alboatrum*, to je rumenenje, nekroze ob robovih in med žilami. Robovi se zasukajo navzgor. Čim se lista dotaknemo, odpade. Naslednja stopnja je, da odpadejo vsi listi, rastlina se posuši in propade. Rastline ena za drugo obolevajo, uvenejo, se sušijo in odmirajo. Največja invazija patogena v rastline, oziroma znamenja obolenja so, tako kot pri lažji obliki, najbolj zaznavna v drugi polovici julija do obiranja hmelja. V tem času so rastline dorasle, imajo formirane storžke. Rastline, ki obolijo v tem času, odmrejo preko zime ali pa v naslednji rastni dobi. Znamenja obolenja pa so podobna kot pri blagi obliki hmeljeve uvelosti. Le trte pri tej obliki običajno ne odebelijo. Če pa jo prerežemo in razpolovimo, tudi pri tej obliki bolezni vidimo značilno nekrotično - rjavo prevajalno tkivo.

5.1.2.2 Biologija in ekologija

Razvojni krog gliv

Obe glivi spadata med vretenaste glive, za katere so značilni vretenasto razvejani konidiofori ali trosonosci, ki nosijo konidije ali trose. *Verticillium alboatrum* in *Verticillium dahliae* sta tipični zemeljski glivi, ki prezimata v tleh, na obolelih rastlinskih ostankih, pa tudi v živih rastlinah, na primer v koreninah. *V. alboatrum* prezimi kot trajni micelij, *V. dahliae* pa kot mikrosklerocij. Ker glivi živita v prevajalnem tkivu, morata torej vanj prodreti. Hife ali konidiji najdejo pot v prevajalni sistem bodisi skozi zdrave ali poškodovane mlade korenine. Po naselitvi korenin micelij nadaljuje pot v prevajalnem sistemu, kjer se začne močno razmnoževati in tvoriti konidije, ki se s sokom vred pretakajo po rastlini. Glivi živita in se razmnožujeta predvsem v prevajalnem tkivu, močno fruktificirata - tvorita trose na odpadlih rastlinskih delih, bodisi v zemlji ali na zemeljski površini. Prodiranje glive v prevajalni sistem je najtežje in traja dalj časa, razmnoževanje glive v prevajalnem sistemu in širjenje v njem pa je hitro. Zato je inkubacijska doba odvisna predvsem od hitrosti prodora glive v rastlino. Rastlina gostiteljica sproži obrambne reakcije, od katerih je najbolj zaznavna tvorba til (čepov), ki zamašijo prevajalno tkivo. To motnjo lahko gostiteljica odpravi s formiranjem novega prevajalnega tkiva. Kako je gostiteljica v obrambi uspešna, je odvisno od več dejavnikov, od katerih sta pglavitna patogenost seva in odpornost kultivarja.

Najnovejše raziskave so pokazale, da imamo v Sloveniji dejansko opravka z različno patogenima sevoma, ki se ne razlikujeta samo po znamenjih obolenja, temveč tudi

gensko. Za razvoj bolezni je pomembna talna temperatura v globini 20 cm. Razvoj bolezni pospešijo mokra in nepropustna tla ter pretirano gnojenje z dušikom.

5.1.2.3 Zatiranje hmeljeve uvelosti

Kemičnih pripravkov, s katerimi bi preprečevali hmeljevo uvelost, ni. Hmeljevi uvelosti, predvsem njeni letalni obliki, se lahko zoperstavimo le s tolerantnimi kultivarji in ustreznim načinom pridelovanja hmelja ter upoštevanjem higienskih ukrepov. Poglavitnega pomena pa je tudi zdrav sadilni material.

Higienski ukrepi

Glivi močno sporulirata na odpadlih delih (posebno listih) obolele rastline. Takih rastlin, ki propadajo, je največ pred obiranjem hmelja oziroma od sredine julija do obiranja. Lahko pa odmirajo in obolevajo vso rastno dobo. Zato je potrebno propadajoče rastline sproti odstranjevati in zažgati, najbolje v hmeljišču samem. Največ možnosti za prenos bolezni je v času obiranja hmelja, ko se prevažajo rastline na obiralni stroj in pri ravnanju s hmeljnim odpadom. Pri prevažanju rastlin odletavajo listi in drugi rastlinski deli in tako se okužba širi. Hmeljevim ostankom moramo posvetiti največ pozornosti. Svežih hmeljevih ostankov ne vračamo v hmeljišča. Najprej jih termično obdelamo, najbolje s kompostiranjem (slika 11). S pravilnim kompostiranjem se gliva z njenimi trajnimi organi uniči. Zadostuje namreč že kratek čas izpostavljenosti temperaturi 60 °C. Bolezen se lahko prenaša tudi z obdelovalnimi stroji in orodjem, zato jih skrbno razkužujemo z ustreznimi razkužili, npr. z Izosanom v 2 % koncentraciji.

Za preprečevanje bolezni je nujno tudi ustrezno odmerjanje dušika in zatiranje širokolistnih plevelov.

Bistvenega pomena za preprečevanje širjenja bolezni je uporaba zdravega - certificiranega sadilnega materiala. Priporoča se nabiranje sadilnega materiala v hmeljiščih, v katerih zadnjih pet let ni bila ugotovljena hmeljeva uvelost. Ti ukrepi so bistvenega pomena prav v Sloveniji, kjer je letalna oblika hmeljeve uvelosti omejena na ozko območje in ni splošno razširjena.

Ker sta obe glivi uvrščeni v A - 2 listo karantenskih škodljivih organizmov, fitosanitarni inšpektor po zakonu odreja lastnikom okuženih hmeljišč uničenje obolelih rastlin ali pri preveliki okuženosti tudi krčenje hmeljišča. Na izkrčenem hmeljišču se mora izvajati štiriletna premena. Hmeljišča morajo biti v času premene posejana s travami, s čimer zmanjšamo infekcijski pritisk glive v tleh.

IHP Žalec vsako leto pripravi podrobnejši program aktivnosti, s katerimi se skuša omejiti glivi in ju izkoreniniti, hmeljar pa mora spremljati morebitni pojav hmeljeve uvelosti v svojih nasadih in sumljive primere javiti na IHP Žalec.

5.1.3 **Hmeljeva pepelovka (*Sphaerotheca humuli* (DC).Burr).**

Hmeljeva pepelovka je ena najstarejših bolezni. V Angliji je na hmelju znana že dvesto let. Danes je še vedno resen problem v Angliji, Nemčiji in Belgiji in nekoliko manjši v ostalih hmeljarskih območjih v Evropi. Veliko škodo je že naredila tudi v ZDA. V Južni Afriki in v Avstraliji so jo s strogimi karantenskimi ukrepi uspeli izkoreniniti.

V Sloveniji je na gojenem hmelju nismo poznali vse do uvedbe pridelovanja A-kultivarjev, med katerimi so bili občutljivi Ahil, Apolon in deloma Atlas. Danes dela škodo v posameznih letih v nasadih občutljivejših kultivarjev. Glavna slovenska kultivarja (Aurora in Savinjski golding) sta za hmeljevo pepelovko razmeroma odporna. Občutljivejših kultivarjev iz A- in C- generacije je razmeroma malo, zaradi česar je infekcijski pritisk manjši, ob uvajanju občutljivih kultivarjev v pridelovanje kot npr. Magnum, pa se bo infekcijski pritisk povečeval. Pod močnim infekcijskim pritiskom lahko obolijo tudi odpornejši kultivarji.

Rezistentni kultivarji:

Zatiranje hmeljeve pepelovke s kemičnimi pripravki je zahtevno, zato žlahtnitelji vključujejo v svoj program tudi žlahtnjenje na odpornost za hmeljevo pepelovko. Na tem področju so največ naredili Angleži, pa tudi Nemci. Vzgojili so vrsto odpornih kultivarjev, vendar se je že po nekaj letih odpornost zrušila zaradi nastanka novih glivinih ras, za katere so postali kultivarji občutljivi. Trenutno si prizadevajo, da bi vzgojili kultivarje, katerih rezistenca bi bila bolj kompleksna, zasnovana na več genih.

V Sloveniji na gojenem hmelju hmeljeve pepelovke nismo poznali vse do uvedbe A-kultivarjev, med katerimi sta zelo občutljiva Ahil in Apolon. Občutljivi so tudi Atlas, Blisk in vsi C - kultivarji. Pogojno odporni pa so Savinjski golding, Aurora, Bobek in Buket. Od tujih kultivarjev je občutljiv Magnum.

5.1.3.1 Znamenja obolenja

Prva znamenja obolenja se lahko pokažejo že na poganjkih takoj po rezi. Poganjek je pokrit z belim micelijem, ki je prezimil v očescih. Obolelih poganjkov doslej v Sloveniji nismo ugotovili, verjetno tudi zato, ker gojimo kultivarje, ki niso posebno občutljivi za hmeljevo pepelovko.

Hmeljeva pepelovka lahko prezimi tudi v obliki kleistotecijev z askosporami, ki se sprostijo spomladi in okužijo mlade liste (slika 12). Na mestu okužb nastanejo mehurjaste tvorbe. Širjenje teh tvorbo je omejeno s sosednjimi celicami in tako prihaja do vzbokline na listu. Naslednja stopnja je kloroza te vzbokline ter sporulacija (tvorba trosov) glive na njej. Ta potek je značilen za mlade liste na polju in za liste na hmelju v rastlinjaku. Na bolj žilavih in starih listih mehurjastih vzboklin navadno ni, ampak le kloroze in sporulacija glive. Infekcija lahko poteka na zgornji ali spodnji strani listov. Okužena mesta iščemo predvsem na mladem tkivu, mladih listih, stranskih poganjkih, cvetju in storžkih, predvsem v notranjosti rastlinske krošnje.

Učinek okužbe na storžke je odvisen od njegove starosti (slika 13). Cvetovi in mladi storžki popolnoma deformirajo, rast pa je zaustavljena. Nastanejo trde tvorbe, ki navadno odpadejo. Okužba v tem stadiju močno vpliva na pridelek. Okužba starejših storžkov je lahko lokalizirana ob strani storžka, kar privede do njegove deformacije. Okužba tehnološko zrelih storžkov povzroči razbarvanje in zmanjšanje kakovosti storžka in zmanjšanje vsebnosti alfa kislin.

V pomladanskih mesecih do julija imajo okužena mesta bel izgled zaradi tvorbe nespolnih trosov - konidijev. V juliju, ko se začne dan krajšati, se rast micelija zaustavi, začne se spolna faza glive s tvorbo kleistotecijev, ki so rožnate do temno rjave barve.

5.1.3.2 Biologija in ekologija

Gliva je obligaten parazit in živi na površini rastlinskih organov. Ni še povsem raziskana, posebno ne njen razvojni krog in tudi ne epidemiologija. Dobro raziskan je le njen način prezimovanja. V naših razmerah prezimuje gliva v obliki kleistotecijev, ki so spolna tvorba in nastanejo s spojitvijo dveh tipov hif, pozitivne in negativne. Ko postanejo dnevi krajši, se kleistoteciji formirajo na listih, predvsem pa na storžkih. Dozoreli kleistoteciji vsebujejo askuse z osmimi askosporami. Pod vplivom vlage se spomladi askospore sprostijo in okužijo mlade liste. Askospore se odpirajo le v prisotnosti vode, poletni trosi - konidiji pa je za kaljenje ne potrebujejo, kar je bistvenega pomena pri njenem razvoju. Konidiji se formirajo verižno. Kako hitro po infekciji konidiji poženejo klice, je odvisno od občutljivosti kultivarja. Na občutljivih kultivarjih že v šestih urah po inokulaciji prodrejo skozi kutikulo in osnujejo haustorije v epidermalnih celicah.

Gliva je zelo prilagodljiva. Najbolje se razvija pri vlažnem in toplem vremenu, tolerira pa tudi najbolj suho vreme. Razvija se pri 10 do 30 °C, optimalno pa pri 24 °C. Bolj ali manj pa so v hmeljskem nasadu mikroklimatski pogoji za razvoj vedno ugodni. Sporulacija se odvija tudi pri nizki relativni zračni vlagi, za rast micelija pa je ugodna vlaga. Kleistoteciji zdržijo tudi do -20 °C, micelij pa tolerira le nekaj °C pod ničlo. Na splošno bi rekli, da se gliva redno pojavlja na območjih, kjer so zime mile in vlažne, manj pogosto pa tam, kjer so poletja suha in topla.

5.1.3.3 Zatiranje hmeljeve pepelovke

Mehanično zatiranje hmeljeve pepelovke

V Sloveniji do sedaj še nismo ugotovili spomladanske okužbe poganjkov. Če so prisotni, jih odstranjujemo ročno, tako kot kuštravce. S tem ukrepom zmanjšujemo možnost sekundarnih okužb. Nabrane poganjke seveda odnesemo iz hmeljišča in jih uničimo.

V Angliji in na Bavarskem je ustaljena praksa, da odstranjujejo liste, prvič v višini 60 cm od tal in drugič celo do 1,5 m, z namenom, da odstranijo žarišča hmeljeve peronospore in hmeljeve pepelovke. Askospore lahko inficirajo liste do višine 120 cm od tal. Liste odstranjujejo ročno ali s herbicidi. Ta ukrep v Sloveniji ni v navadi. Položaj pa se utegne spremeniti z uvedbo tujih, bolj občutljivih kultivarjev.

Močan izvor okužbe so v preteklem letu okuženi storžki, na katerih hmeljeva pepelovka prezimi. Najhuje je, če hmeljišče zaradi močne okužbe sploh ni bilo obrano. V tem primeru se priporoča čimprej porezati rastline, odpeljati iz hmeljišča in jih kompostirati, nikakor pa hmeljevih ostankov, niti kompostiranih, ne vračamo v hmeljišča.

Kemično zatiranje

Vedeti moramo, da v hmeljiščih ali na večjih območjih, kjer se naseli, zelo težko izkoreninimo to bolezen. Poglavitnega pomena je pregledovanje hmeljišč najmanj enkrat tedensko. Pregledujemo najprej hmeljišča, ki so bila v prejšnjem letu okužena, oziroma tista v katerih se bolezen redno pojavlja. Pregledati moramo celo rastlino, tudi v vrhu. Okužba se pojavi na mladem tkivu na listih in storžkih. Taka hmeljišča je treba že od rezi dalje pregledovati, ker bi se utegnila hmeljeva pepelovka pojaviti že na

poganjkih. Posebno pozornost je treba posvetiti tudi hmeljiščem, ki mejijo na sosednja okužena hmeljišča. Prva pega, ki jo opazimo na listih ali storžkih, že pomeni, da je treba začeti s škropljenji. Če smo slabi opazovalci in jo najdemo na storžkih, je navadno že prepozno. Zato v hmeljišču, ki je v preteklem letu bilo okuženo, ne čakamo do prvega pojava na storžkih, temveč škropimo v mesecu juniju preventivno z žveplovimi pripravki. Največja nevarnost okužb s hmeljevo pepelovko je prav v mesecu juniju in v času, ko hmelj cveti in formira storžke, ko je na voljo največ mladega tkiva. Ko začne okužba napredovati, je popolnoma ne moremo več zaustaviti niti s sistemskimi pripravki.

Proti hmeljevi pepelovki uporabljamo preventivno žveplove pripravke. Navadno v naših razmerah ta škropljenja zadostujejo. Ko pa se pepelovka že pojavi, so potrebni sistemski pripravki (triforin, miklobutanil). Sistemski pripravki so bolj učinkoviti, imajo pa slabo lastnost, da gliva postane že po nekaj letih uporabe nanje odporna. Porabe vode ne smemo zmanjševati, prej povečati.

Prag zatiranja: ko opazimo prvo pego na listih ali storžkih uporabimo enega od sistemskih pripravkov in tretiranje čez osem do deset dni ponovimo.

5.1.4 Druge hmeljeve glivične bolezni

V to skupino smo uvrstili glivične bolezni, ki so za hmelj manj pomembne in se pojavljajo le v posameznih letih v nekaterih hmeljiščih.

5.1.4.1 Suha trohnoba (*Fusarium* spp.)

Suha trohnoba je hmeljeva bolezen, ki jo povzročata glivi iz rodu *Fusarium* spp. Glivice iz tega rodu napadajo številne gojene rastline. Rod uvrščajo v skupino gliv, ki oblikujejo trosonosce (konidiofore) kar na hifah, večinoma na površini rastlinskih organov. So zemeljske glive in povzročajo traheomikoze. V zemlji živijo kot paraziti ali saprofiti. V uravnoteženih pridelovalnih razmerah niso nevarne, če pa se zaradi ugodnih razmer prenamnožijo, lahko ogrožajo gojene rastline. Zelo pogosto sta skupaj na hmelju glivi, ki povzročata hmeljevo uvelost in suho trohnobo. V tem primeru se znamenja obolenja obeh gliv prepletajo.

Bolezenska znamenja

Gliva se najpogosteje naseli na prehodu iz korenike v trto. Na tem mestu si najde pot v rastlino, skozi ranico. Tkivo se lahko poškoduje na različne načine, npr. z obdelovalnimi stroji ali z mineralnimi gnojili, če jih mečemo preveč k rastlini. Gliva se naseli v prevajalnem tkivu. Trta se na prehodu zoži in se drži korenike s tankim pecljem. Trto z lahkoto izpulimo, kar je zanesljivo znamenje, da gre za glivo iz rodu *Fusarium* spp. Pretok vode in hranil je prekinjen, listi ovenijo, trta pa se posuši. Vse se dogaja navadno že v mesecu juniju, pa tudi kasneje. Značilno za *Fusarium* spp. je, da se gliva naseli samo na eni trti, redkeje na dveh. Suho trohnobo navadno opazimo šele, ko so trte že suhe in temne. Stadij, ko listi venijo, navadno prezremo. Venenje listov od fuzarija pa se razlikuje od venenja, ki ga povzroča *Verticillium* spp. Listi, uveneli od fuzarija, se povesijo navzdol ob trti, nimajo nekroz, medtem ko so listi, uveneli od *Verticillium* spp. bolj togi, robovi listov pa se zasukajo navzgor.

V primeru, da so rastline dobro obsute in imajo dovolj vlage, začnejo nad poškodovanim mestom močnejše odganjati korenine, rastlina dobi dovolj vlage in ne veni. Trta na tem mestu odebeli zaradi nabiranja hranilnih snovi. Ko nastopi sušno obdobje, pa se, kljub močno razvitim rosnim koreninam, trte posušijo.

Včasih se *Fusarium* spp. naseli na koreniki in se posuši cela rastlina. Za vse oblike suhe trohnobe je značilno, da se na okuženem mestu pojavijo rožnato beli kupčki trosov, s katerimi se gliva širi.

Zatiranje suhe trohnobe

Suhe trohnobe s kemičnimi pripravki ne moremo uspešno preprečevati. Navadno pa niti ni potrebno posredovati s kemičnimi pripravki. Obstajajo informacije, da naj bi zalivanje rastlin s fentinacetatom ali manebom ali benomilom imelo nek učinek na pojav bolezni. Vsekakor so tudi pri pojavu suhe trohnobe umestni higienski ukrepi, kot na primer odstranjevanje obolelih trt iz nasada.

5.1.4.2 Črna koreninska gniloba (*Phytophthora citricola* Saw.)

Gliva, ki povzroča črno koreninsko gnilobo, je kot tretja zemeljska gliva, ki povzroča traheomikoze in s tem venenje in odmiranje hmelja.

Črna koreninska gniloba se na hmelju v Evropi le redko pojavlja. Najbolj je znana v Novi Zelandiji, Avstraliji in v Južni Afriški Republiki. V teh državah je bila resen problem tako, da so morali vzgojiti proti njej odporne kultivarje. V Angliji se pojavlja tu in tam, v Nemčiji pa so jo identificirali pred nekaj leti.

V Sloveniji se je črna koreninska gniloba prvič pojavila leta 1974 na kultivarju Atlas v Grižah. Obolelih je bilo preko 20 % rastlin. Naslednje leto je okužba še narasla na okrog 40 %. V naslednjih letih smo našli še tu in tam nekaj obolelih rastlin izključno v nasadih Atlasa. Večji pojav črne koreninske gnilobe smo zasledili še v Grušovljah v začetku osemdesetih let, ko je bil na tržišču že pripravek na podlagi metalaksila (Ridomil WP 25), s katerim smo nasad sanirali. Ker nasadov kultivarja Atlas skoraj ni več, težav s črno koreninsko gnilobo že desetletje ni več.

Bolezenska znamenja

Znamenja obolenja se pojavijo konec julija in v avgustu, ko rastline venejo in se posušijo, podobno kot pri hmeljevi uvelosti (slika 14). Prej pa se gliva naseli na skorji korenike in se razširi na trto do višine okrog 30 cm in tudi v korenine. Pojavijo se lise nekrotičnega tkiva, ki se vedno bolj širijo. Ta mesta potemnijo in so vlažna. Skorja odpade, pokaže se svetlo lesno tkivo. Sekundarne korenine se ne razvijejo. Rastline uvenejo, listi se posušijo in odpadejo. V tem času so že formirani storžki, ki se posušijo, vendar ostanejo na rastlinah. Nekatere od teh rastlin odmrejo (odvisno od tega, kako se je parazit razširil), nekatere pa kažejo znamenja obolenja več let.

Znamenja obolenja so le na prvi pogled podobna znamenjem suhe trohnobe in hmeljeve uvelosti. Če trto, ki je obolela s črno koreninsko gnilobo, skušamo potegniti iz zemlje, to ni mogoče. Od hmeljeve uvelosti pa se loči tudi po tem, da trta od tal do višine 30 cm gnije.

Zatiranje črne koreninske gnilobe

Enako kot proti primarni okužbi hmelja s peronosporo, rastline zalijemo takoj po rezi s pripravkom na podlagi metalaksila. To ponovimo še eno leto, da rastline ozdravimo. Zadostuje lokalno zalivanje rastlin.

5.1.4.3 Siva plesen (*Botrytis cinerea*)

Gliva, ki povzroča sivo plesen, je v naravi splošno razširjena v obliki nespolnega stadija. Povzroča gnitje čebule, jagod grozdja, čebulic okrasnih rastlin pa tudi bolezni kalčkov in mladih rastlinic. Je kozmopolit in napada več sto vrst gojenih in samoniklih rastlin. Siva plesen je predvsem parazit, živi pa lahko tudi kot saprofit na odpadlih delih rastlin in drugih organskih snoveh. Nespolne trose - konidije raznaša veter. Ker gliva živi tudi kot saprofit na različnih organskih snoveh, je spor za okužbo dovolj. Spolni stadij glive ima podrejeno vlogo.

Gliva se je na hmelju najprej pojavila leta 1952 na Japonskem. V Nemčiji (Hallertau) so jo prvič ugotovili leta 1953, v večji meri pa okrog leta 1970. V tem času smo jo tudi prvič ugotovili v Sloveniji. Doslej se je v Sloveniji pojavljala le v posameznih hmeljiščih, v nekaterih letih. Večje gospodarske škode ni delala in proti njej nismo posredovali s kemičnimi pripravki. V zadnjem času pa se v večji meri pojavlja na Koroškem. Po letu 1999 so jo v večjem obsegu ugotovili na kultivarju Magnum, kjer je bilo poškodovanih 20-30 % storžkov.

Bolezenska znamenja

Siva plesen se naseli na cvetovih in storžkih. Najprej se v času cvetenja naseli na peceljih, nato pa preide na storžke. Konice storžkov postanejo rdečkasto rjave, vendar je barva svetlejša kot pri okužbi storžka s hmeljevo peronosporo (slika 15). Na okuženih lističih pri vlagi s prostim očesom opazimo sivkasto prevleko, ki jo sestavljajo trosonosci in trosi. Razvoj sive plesni pospešuje vlažno vreme. Ker se vlaga najdalje zadržuje na konici storžkov, se siva plesen tudi najprej pojavi na tem mestu. Pojavi pa se predvsem v hmeljiščih, ki ležijo v zatišnih legah.

Zatiranje sive plesni

Zatiranje sive plesni navadno ni potrebno. V hmeljiščih, v katerih se pojavlja močneje, pa je potrebno preventivno škropljenje v času cvetenja in tvorbe storžkov. Sivo plesen lahko tudi še uspešno preprečimo, ko opazimo prve obolele storžke. V tem primeru moramo uporabiti specifične fungicide-botricide, kot so npr. pripravki na podlagi diklofluanida, vinklozolina in drugi.

Prag zatiranja: v hmeljiščih, kjer se močneje pojavlja, začnemo s škropljenji, ko opazimo prve obolele storžke.

5.1.4.4 Sušenje hmeljevih storžkov (*Cladosporium* spp.)

Kot manj pomembna je bila bolezen prvič opisana v Angliji leta 1936, nekaj let kasneje pa v Nemčiji. V Sloveniji se je prvič pojavila konec petdesetih let. Od tega časa naprej se pojavlja sporadično v nekaterih hmeljiščih.

Sušenje storžkov povzročajo glivice iz rodu *Cladosporium* spp., ki pripadajo skupini gliv, pri katerih konidiofori (trosonosci) nastanejo na hifah brez plodišč. Živijo na površini gostitelja. Konidiofori in micelij so izrazito temnorjavi. Na konidijih nastanejo dvocelične spore kot nekakšni brstiči. Tudi obolela mesta se obarvajo temnorjavo.

V novejšem času so dognali, da glive niso primarni, temveč sekundarni vzrok bolezni. Primarni vzroki so za razvoj hmelja neugodni pogoji, kot npr. pogosta menjava ekstremnih vremenskih razmer, slaba osvetlitev rastlin, neustrezno gnojenje z mineralnimi gnojili, za hmelj neprimerna tla (plitva, peščena), poškodbe, ki jih povzročijo

škodljivci itd. Na ta način so rastline fiziološko oslabiljene, na storžke pa se naseli kot sekundarni parazit glivica. Sušenju storžkov so bolj izpostavljeni kultivarji, ki se pozno obirajo.

Bolezenska znamenja

Gliva se naseli na storžkovih pecljih (slika 16). Ko se razraste, onemogoči prevajanje vode in hranilnih snovi. Če je obolel storžek še majhen, otrdi in odpade. Starejši storžki postanejo najprej nekoliko svetlejši, nato pa porjavijo najprej krovni listi, nato pa še predlisti. Storžek uvene in se posuši ter postane neuporaben. Pri obiranju z obiralnim strojem oboleli storžki pretežno odletijo v pleve, sicer pa jih je potrebno še prebirati, ker kvarijo videz pridelka. Če je okužba močna, odmirajo celi stranski poganjki s storžki vred. V takšnem primeru pa že lahko nastane škoda.

Zatiranje bolezni

Cladosporium spp. na hmelju ne preprečujemo s kemičnimi pripravki, pač pa moramo hmelju izbrati čim boljše rastišče in nuditi ugodne razmere za rast. To postaja pomembno predvsem v današnjem času, ko bomo prisiljeni zaradi ekonomskih razlogov izbirati najprimernejše rastišče za hmelj. Proti bolezni s kemičnimi pripravki ne posredujemo, tudi zaradi upoštevanja varnostne dobe. Sušenje storžkov se pojavi navadno tik pred obiranjem, zato je ustrezneje, da hmelj prej oberemo.

5.1.5 Virusna obolenja hmelja

Bolezni, ki jih povzročajo hmeljevi virusi, so že dolgo znane, posebno v Angliji, kjer so nekoč povzročale velike izgube pridelka. Zato ni čudno, da je vedenje o njih prav v Angliji najbolj napredovalo. Prvi opis virusne bolezni koprivja glava je znan iz leta 1895. Povzročitelja te bolezni so spoznali šele v šestdesetih in sedemdesetih letih prejšnjega stoletja.

Ugotavljanje virusov v rastlinah je bilo zamudno. Šele s pojavom ELISA metode, s katero je mogoče hitro ugotoviti prisotnost virusa v rastlini, smo dobili popolnejšo sliko o virusih, ki se pojavljajo na hmelju in je bilo mogoče proti virusom tudi kaj storiti.

Virusi so na hmelju lahko v latentni obliki, ko ne kažejo znamenj obolenja, vendar znižujejo pridelek in kakovost hmelja. V tej obliki se pretežno pojavljajo v kontinentalnem delu Evrope. Povzročajo pa tudi bolezni z vidnimi znamenji obolenja, kot je koprivja glava, raztrganost listov hmelja in druge, ki pa se pretežno pojavljajo v Angliji.

V sedemdesetih letih so pri nekaterih gojenih rastlinah ugotovili, da se po odstranitvi virusa iz rastlin pridelek močno poveča. Viruse odstranijo z metodo vzgoje *in vitro*, z izolacijo meristema in toplotnim zdravljenjem. Čiste oziroma brezvirusne rastline nato po hitrem postopku razmnožijo. Pri tem delu je nujno potrebna hitra in zanesljiva metoda za določanje virusov v rastlini, kot je npr. ELISA.

Na podlagi spoznanja, da lahko hmeljevi virusi znižajo pridelek in njegovo kakovost, četudi ni opaziti znamenj obolenja, smo leta 1983 v Sloveniji testirali vse kultivarje, ki se goje v Sloveniji, pa tudi divji hmelj. Ugotovili smo, da so vsa hmeljišča okužena z virusi. Popolnoma okužen je bil Savinjski golding, delno okuženi pa so bili A in B - kultivarji. Z ELISA ter s klasičnimi metodami smo ugotovili jablanov mozaik virus (apple mosaic virus /ApMV/), virus obročkasto nekrotične pegavosti (prunus necrotic ringspot virus /PNRSV/), hmeljev mozaik virus (hop mosaic virus /HMV/), hmeljev latentni virus (hop latent virus/HLV/) in repnjakov mozaik virus (arabis mosaic

virus/AMV/). V sortimentu IHP Žalec smo na nekaterih ameriških kultivarjih ugotovili ameriški hmeljev latentni virus (american hop latent virus /AmHLV/). Očitno je bil prenesen s sadikami iz ZDA. K sreči se v nasadu ni razširil. V zadnjem času pa je bil ugotovljen še hmeljev latentni viroid /HLVd).

Jablanov mozaik virus /ApMV/ in virus obročkasto nekrotične pegavosti /PNRSV/

Od omenjenih virusov v hmelju sta najpomembnejša ApMV in PNRSV, ki najbolj znižujeta pridelek in kakovost hmelja. Spadata v skupino ILAR virusov in sta si zelo podobna. Rastline, okužene z ApMV ali PNRSV, v Sloveniji navadno ne kažejo znamenj obolenja. Le v nekaj primerih smo na Aurori na posameznih listih ugotovili nežne obročkasto razporejene nekroze. Rastline brez obeh virusov so bolj bujne, z večjim številom storžkov, večjim pridelkom in večjo vsebnostjo alfa kislin.

ILAR virusi prenašalcev nimajo. Prenešajo se mehansko s sadikami, s sokom in domnevno z dotikom okuženih in zdravih korenin. Ker nimajo prenašalcev, je ponovna okužba zdravih nasadov, če pridelovalci upoštevajo navodila pri ravnanju z brez-virusnimi nasadi, predvsem ob napravi nasada, neznatna.

Hmeljev mozaik virus /HMYV/ in hmeljev latentni virus /HLV/

Oba virusa sta že dolgo znana. Spadata v skupino CARLA virusov. V Angliji in na Bavarskem na nekaterih kultivarjih kaže hmeljev mozaik znamenja obolenja. Listne žile postanejo svetlejše, razvijejo se klorotične pege, listi postanejo togi in zviti. V hujših primerih so rastline zbite, zaostanejo v rasti in ne dosežejo vrha opore. V Sloveniji znamenj obolenja, ki bi jih povzročil hmeljev mozaik, zaenkrat nismo ugotovili. Hmeljev latentni virus, kot že ime pove, ne kaže znamenj obolenja niti v Sloveniji, niti v drugih hmeljarskih območjih.

Oba virusa prenašajo listne uši, pretežno hmeljeva listna uš, pa tudi druge, na primer breskova uš. Prenašajo ju krilate oblike uši, ko preletavajo z ene rastline na drugo, zato je ponovna okužba z njima zelo hitra. Ko smo testirali različne kultivarje, smo ugotovili, da je s hmeljevim mozaikom okuženih približno 50 % rastlin. K sreči pa v Sloveniji oba virusa nimata bistvenega vpliva na pridelek in kakovost hmelja.

Repnjakov mozaik /AMV/

Repnjakov mozaik so Angleži ugotovili pri bolezni koprivja glava (neetlehead disease), ki je najstarejša in najbolj nevarna virusna bolezen. V začetku šestdesetih let so domnevali, da je kodravost na Bavarskem in v Sloveniji virusna bolezen kot koprivja glava v Angliji. Danes vemo, da je kodravost (Krauselkrankheit) posledica pomanjkanja cinka. Odkar uporabljamo bakrove pripravke, ki vsebujejo tudi cink, kodravosti ne najdemo več. Znamenja obolenja pri koprivji glavi in kodravosti so si podobna. Rastlina zaostaja v rasti, trte se ne ovijajo na oporo, listi pa so zviti. Repnjakov mozaik v kombinaciji z drugimi hmeljevimi virusi je še povzročitelj drugih virusnih bolezni, ki pa se v Sloveniji ne pojavljajo.

Repnjakov mozaik smo našli le v Savinjskem goldingu. Ugotovili smo nekaj odstotkov okuženih rastlin. Rastline niso kazale znamenj obolenja.

Hmeljev latentni viroid /HLVd/

Viroidi so najmanjši rastlinski patogeni, ki so se sposobni v rastlinski celici sami razmnoževati in s tem zniževati pridelek pri različnih gojenih rastlinah. Hmeljev latentni viroid je ugotovljen tudi v slovenskem hmelju. Glede vpliva na pridelek hmelja so mnenja v svetu različna. Prevladuje pa mnenje, da na hmelj nima bistvenega vpliva.

5.1.5.1 Zatiranje hmeljevih virusov

Zatiranje virusov s kemičnimi pripravki ni mogoče. Saditi moramo brezvirusne rastline, ki jih dobimo z vzgojo iz meristema. Da ohranimo nasad čimdalje čist, moramo upoštevati nekatere ukrepe:

- pred napravo novega nasada mora biti površina popolnoma očiščena od starega hmelja, ker je primarni izvor hmeljevih virusov star okužen hmelj. Okužba se prenese tudi z dotikom korenin okuženega in brezvirusnega hmelja. Ker hmeljišča ne moremo očistiti v enem letu, je nujna dveletna premena, posebno, če želimo imeti matični nasad. Važno je, da pri napravi novega nasada sadimo le brezvirusne rastline in jih ne mešamo z okuženimi.

- pri obdelovanju moramo razkuževati orodje in obdelovalne stroje. Priporočljivo je, da najprej obdelujemo brezvirusne nasade, nato pa okužene. Ko prenehamo z delom, stroje razkužimo tako, da kolesa, rezila in druge dele, ki pridejo v stik z zemljo, polijemo z ustreznim razkužilom, kot je npr. Izosan v 2 % koncentraciji.

5.1.5.2 Vzgoja brezvirusnih sadik hmelja

Virusov s kemičnimi pripravki ne moremo zatirati, zato jih moramo odstraniti. Viruse lahko odstranimo na več načinov: preko kontrole virusnih prenašalcev, z imunizacijo rastlin, preko vzgoje rezistentnih rastlin, z iskanjem protivirusnih substanc s selektivnim učinkom, ali z eliminacijo virusov preko tkivne kulture. Rastlini odstranimo viruse s pomočjo tkivne kulture in toplotne terapije. Na ta način odstranimo viruse, rastlino ozdravimo, ne spremenimo pa njenih lastnosti.

V Sloveniji vzgajamo brezvirusne sadike hmelja že od leta 1985. V prvem obdobju smo vzgojili in razmnoževali samo brezvirusne rastline Savinjskega goldinga, ker je bil 100 % okužen z virusom ApMV. Prvi nasadi so bili posajeni v letu 1987. Po letu 1991 se je število vzgojenih brezvirusnih sadik močno povečalo (200.000-250.000 sadik/leto), poleg Savinjskega goldinga pa smo začeli razmnoževati tudi kultivarje Aurora, Bobek in Celeia.

Na podlagi večletnih izkušenj lahko trdimo, da sta pridelek in kakovost hmelja boljša, kot na okuženem hmelju. Pridelek je lahko tudi do 30 odstotkov večji, vsebnost alfa kislin pa do 15 odstotkov višja, seveda ne vsako leto, pa tudi ne pri vsakem kultivarju enako. Negativna stran brezvirusnih hmeljevih rastlin je, da so nekoliko občutljivejše za glivične bolezni.

Uspeh vzgoje in vzdrževanja brezvirusnih rastlin je rezultat dela velike skupine ljudi: strokovnjakov, ki eliminirajo viruse in vzgojijo matične rastline, razmnožujejo matične rastline in pripravljajo brezvirusne sadike, hmeljarjev, ki zasnujejo in negujejo hmeljišče, pa tudi žlahtniteljev in fitopatologov, ki kontrolirajo sortno čistost in zdravstveno stanje matičnih hmeljišč.

Stopnje vzgoje brezvirusnih sadik

1. stopnja: klonska odbira

s klonsko odbiro izberemo izvirne rastline. Te rastline opazujemo v pridelovalnih nasadih tri leta. Ugotavljamo rast in razvoj rastlin, občutljivost na bolezni in škodljivce, pridelek in vsebnost alfa kislin. Po treh letih odberemo najboljše rastline, ki nam predstavljajo izvoren rastlinski material.

2. stopnja: eliminacija virusov

Iz rastlin, izbranih v klonski selekciji, v prvem letu eliminiramo viruse z vročinsko terapijo in metodo vzgoje rastline iz meristema. Eliminacija virusov poteka v sterilnih pogojih v laboratoriju za tkivne kulture. Diferenciacija rastlin iz meristema poteka na hranilnem gojišču (MS makro in mikroelementi), z dodatkom organskih substanc (vitamini), glukoze in rastnih hormonov (citokinini za diferenciacijo brstov in avksini za diferenciacijo korenin). Ko se v tkivni kulturi diferencira cela rastlina, jo prestavimo v zemljo (nesterilni pogoji). Ta rastlina raste v rastlinjaku in jo testiramo z ELISA metodo. Z njo preverimo učinkovitost eliminacije virusov. Rastline testiramo petkrat zapored v razmaku štirinajst dni.

3. stopnja: mikropropagacija

Vse rastline, ki so pri vseh testiranjih negativne, razmnožujemo z mikropropagacijo. Ta poteka v sterilnih pogojih. Rastline razmnožujemo z nodijsko kulturo. Tako dobimo zeleno število matičnih rastlin. Le te aklimatiziramo in utrdimo v rastlinjaku.

4. stopnja: vzgoja sadik s certifikatom A

Vzgoja sadik s certifikatom A poteka v rastlinjaku. Iz matičnih rastlin narežemo potaknjence, ki jih ukoreninimo na oroševalni napravi (mist propagation). Le-te presadimo v večje lončke in jih 3 % testiramo na ILAR viruse. Nato jih aklimatiziramo v senčnici. Take sadike so naslednjo pomlad na voljo hmeljarjem za sajenje v trajne nasade.

Zasnova matičnega nasada

Hmeljar dobi na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec sadike s certifikatom A. Ob prevzemu sadik hmeljar in inštitut podpišeta pogodbo o pridelovanju sortno čistih in zdravih sadik (certifikat B). S to pogodbo se hmeljar zavezuje, da bo hmeljišče obdeloval po navodilih inštituta, da bo pri oskrbi nasada upošteval higienske mere, ki so potrebne za preprečevanje reinfekcije z virusi, da bo ob upoštevanju higienskih ukrepov zagotavljal minimalno okužbo (največ 1 %) z ILAR virusi za dobo pet let in da hmeljar matičnega nasada ne bo uničil. Inštitut pa se s to pogodbo zavezuje, da pregleduje matični nasad.

Pregledi matičnih nasadov zajemajo: pregled nasada na sortno čistost, testiranje 10 % sadik na ILAR viruse, zdravstveni pregledi nasada, pregledi (na sortno čistost in zdravstveni pregledi) sadik s certifikatom B ob certificiranju. Ker Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano subvencionira te preglede, lastnikom matičnih hmeljišč teh pregledov ni potrebno plačati.

Zaradi metodologije, ki je potrebna za vzgojo brezvirusnih sadik hmelja, naročajo hmeljarji sadike s certifikatom A dve leti vnaprej. Vsako leto izda Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo »Register brezvirusnih matičnih hmeljišč«, v katerem je seznam vseh brezvirusnih hmeljišč, iz katerih lahko hmeljarji pridobijo certificirane sadike.

Oznamkovanje brezvirusnih sadik

Certifikat A: s certifikatom A so označene sadike, ki izvirajo iz matičnih rastlin gojenih v rastlinjaku. Certifikat A zagotavlja, da so brez ILAR virusov.

Certifikat B: v nasadih (matični nasadi), posajenih s sadikami s certifikatom A, nabiramo sadike, opremljene s certifikatom B, ki zagotavlja, da med sadikami ni več kot 1 % okuženih.

5.1.6 Rakaste tvorbe na hmelju

V času pomladanske rezi opazimo na koreniki in koreninah izrastke oziroma bulaste tvorbe, ki jih povzročajo bakterije, predvsem *Bacterium tumefaciens* E.F.Sm. et Towns. Te bolezni poznamo tudi na drugih gojenih rastlinah. Na hmelju se pojavljajo redko, navadno v hmeljiščih na lahkih nehumusnih in kislih tleh. Navadno zadostuje, da rakasti del z nožem odstranimo in odnesemo iz hmeljišča.

5.2 HMELJEVI ŠKODLJIVCI

5.2.1 Hmeljeva listna uš (*Phorodon humuli*)

5.2.1.1 Biologija

Pojavlja se vsako leto na vseh kultivarjih in lahko pridelek popolnoma uniči. Prezimi v obliki jajčec na raznih koščičarjih, najraje na domači češplji v kotu med vejico in brstom. Spomladi se iz jajčec izvalijo uši temeljnice, ki se na koščičarjih razmnožujejo nespolno. V naših podnebnih razmerah se razvije, kot so pokazala šestnajstletna raziskovanja, od tri do šest nespolnih rodov. Predvsem v tretjem in četrtem rodu se razvije veliko krilatih uši, pojavijo pa se lahko tudi že v prvem rodu.

Že od začetka tretje deкаде aprila, predvsem pa sredi maja, začnejo krilate uši preletavati v hmeljišča (slika 17). Običajno se prelet začenja prve dni maja, lahko pa tudi šele junija in pri nas traja 28 do 69 dni, v povprečju pa 46 dni. Prelet je najmnogičnejši med 23. majem in 19. junijem, v povprečju pa 3. junija. Krilate uši naseljujejo predvsem robove hmeljišč. Na hmelju brez oploditve izležejo brezkrilne ličinke, iz katerih se lahko že po sedmih dneh izleže nov rod. Ena uš lahko ima do sto potomcev. Razvoj uši je posebno močan v mesecih juniju in juliju. Konec poletja se na hmelju razvijejo krilate samice, ki preletijo nazaj na koščičarje in tam skotijo samce in samice. Oplodjene samice izležejo jajčeca, ki prezimijo.

Hitremu razvoju hmeljevih uši godi toplo in vlažno vreme, ko so temperature od 20 do 30 °C. Naseljujejo vse zelene rastlinske dele, predvsem pa liste in storžke. Napadeni deli zaostanejo v rasti in se ne razvijajo naprej, tudi ko uši uničimo. Uši izločajo mano, na kateri se razvijejo glivice, ki povzročajo sajavost. Sajavost zmanjšuje asimilacijsko sposobnost listja in zato ovira rast hmelja.

5.2.1.2 Opazovanje, prognoza in signalizacija

Za potrebe prognoze in signalizacije Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec vsako leto ugotavlja populacijo jajčec na zimskem gostitelju, razvoj škodljivca na koščičarjih, čas in dinamiko preleta uši na hmelj in razvoj uši na hmelju. Populacijo jajčec opazujemo na skupinah dreves domače češplje, ki naj bodo od posameznih hmeljišč ali pa več hmeljišč v skupni izmeri najmanj 3 ha, oddaljena 100 do 200 m. Na

teh drevesih januarja nabereemo deset do dvajset vej, dolžine približno 0,5 m in v vzorcu na štiristo slučajno izbranih brstih ugotovimo prisotnost mrtvih in živih jajčec. Število jajčec na domači češplji je v različnih letih zelo različno. V triindvajsetletnih opazovanjih v osmih krajih smo ugotovili v povprečju od 0,56 do 29,13 jajčec na sto brstov. Pri velikem številu jajčec na domači češplji pričakujemo močnejši pojav uši v hmeljiščih.

Opazovanje razvoja hmeljevih uši na primarnem gostitelju zahteva veliko dela, ki ga za hmeljarjeve potrebe opravi prognostično signalizacijska služba pri inštitutu. Na podlagi opazovanj začetka oblikovanja krilatih oblik v kolonijah uši na domači češplji je mogoče napovedati začetek pojava uši v hmeljiščih. V kolonijah uši na primarnem gostitelju lahko namreč pri 10 do 20-kratni povečavi opazimo zasnove kril skoraj teden dni prej, preden poletijo. S tem je mogoče opazovalcem in hmeljarjem prihraniti veliko časa. Z določitvijo deleža krilatih oblik uši je tudi mogoče oceniti ali bo prelet množičen ali ne, proti koncu preleta pa je zopet mogoče podati oceno ali bo prelet še trajal ali ne. Prisotnost nekrilatih oblik namreč pomeni, da bo prelet še trajal, saj se bodo te razvile v krilate oblike šele v enem od naslednjih rodov. Informacije o preletu uši so hmeljarjem dragocene, posebno kadar se odločijo za varstvo hmelja pred ušmi s kontaktnimi insekticidi. Hmelj namreč v času preleta uši intenzivno prirašča, tudi več kot 20 cm na dan. Ker pa uši preletavajo v vrhove rastlin, je prirasli del vrha, kjer ni aficida, proti ušem nezavarovan. Če prelet ni končan, hmeljar že ob prvi uporabi aficida ve, da bo moral aficid ponovno uporabiti.

Insekticid uporabimo, ko na vzorcu petdeset listov (petindvajset listov nabereemo v zgornjih, trinajst v srednjih, dvanajst v spodnjih delih rastlin) ugotovimo več kot sto uši ali pa, ko na najbolj okuženih listih ugotovimo od tristo do štiristo uši. To je običajno takrat, ko se na listih začne pojavljati mana. Če je le mogoče, počakamo, da je prelet uši v hmeljišče končan. Po uporabi insekticida se lahko uši pojavijo v hmeljišču zelo neenakomerno (v posameznih delih hmeljišča ali pa npr. le v vrhovih rastlin). Hmeljišča moramo zato po prvem tretiranju redno temeljito pregledovati in ponovno uporabiti insekticid, ko na večjem številu listov ugotovimo več kot trideset uši na list. Najpozneje v času cvetenja (pred formiranjem storžkov!) je zadnji čas za uspešno zatiranje uši.

5.2.1.3 Zatiranje hmeljeve listne uši

Odpornost hmeljevih listnih uši na nekatere insekticide je v različnih hmeljarskih okoliših zaradi različne strnjenosti hmeljišč in uporabe različnih insekticidov v preteklosti različna. Od insekticidov, ki jih lahko uporabljamo pri varstvu hmelja, sta učinkovita predvsem priprava confidor 200 SL in chess 25 WP, ki ju uporabimo v priporočenih odmerkih v ugodnih razmerah za aplikacijo. Za dober učinek je poleg odličnih insekticidnih lastnosti omenjenih insekticidov odločilno kakovostno pršenje in razvojna faza hmelja. Ugodno za delovanje sistemskih insekticidov je, da je hmelj visok najmanj štiri metre. Pripravek confidor 200 SL lahko na hmelj naneseemo tudi z mazanjem trt. Trte namažemo na razdalji 20 cm na višini 1 do 1,5 m. Mažemo lahko do takrat, ko je hmelj visok 4 do 5 m. Poraba pripravka (odmerek na hektar) pri mazanju naj bo ista kot pri pršenju. Mazanje priporočamo predvsem kot ukrep za preprečevanje zanašanja škropiva na sosednje površine. Tri do štiri robne vrste in po deset čelnih rastlin namažemo, preostali del nasada pa škropimo. Zaradi preprečevanja nastanka odpornosti bi morali na polovici površin uporabljati pripravek confidor 200 SL, na

polovici pa pripravek chess 25 WP ali pa eno leto uporabiti enega, drugo leto pa drugega.

5.2.2 Hmeljeva listna pršica (*Tetranychus urticae*)

5.2.2.1 Biologija

Živi na mnogih rastlinah, med katerimi je hmelj dober gostitelj. V ugodnih razmerah se izjemno hitro razmnoži in lahko povzroči katastrofalne škode. V večjem obsegu se pojavlja predvsem na lažjih, toplih tleh, v manj bujnih hmeljiščih in na robovih hmeljišč. Prezimi kot odrasla samica na odpadlih delih hmelja, pod kamenjem, v površinskem sloju zemlje, ipd. Na lahkih prodnatih tleh, ki se spomladi kmalu ogrejejo, se prve samice pojavijo na rastlinah običajno že aprila. Prej kot na hmelju se v hmeljišču pojavijo na plevelih. Prezimele samice se najprej nekaj dni hranijo in nato začnejo odlagati jajčeca. Samica odloži do devetdeset jajčec. Jajčeca so majhna, saj je njihov premer komaj 0,13 mm, zato jih lahko vidimo le pri najmanj 10-kratni povečavi. Dolžina razvoja je odvisna od temperature. Pri povprečni temperaturi 10 °C traja razvoj enega rodu samic triintrideset dni, pri povprečni temperaturi 25 °C pa le pet in pol dni. Razvoj samcev je nekoliko hitrejši. Glede na razvojne razmere ima škodljivec do trinajst rodov letno. Liste naseljuje v kolonijah in prede značilno pajčevino (slika 18).

Razvoj pršic se razlikuje od razvoja žuželk, imajo namreč t.i. nepopolno preobrazbo. Iz jajčec se po nekaj dneh razvijejo ličinke, ki so podobne odraslim pršicam, imajo pa le tri pare nog. Po nekaj dneh preide šestnoga ličinka v stadij mirovanja in se prelevi v osemnogo ličinko, ki se čez nekaj časa zabubi, tej razvojni stopnji pa sledi stopnja ličink, ki se že spolno ločijo. Te ličinke zopet preidejo v stanje mirovanja, po katerem se prelevijo v odraslo pršico.

5.2.2.2 Opazovanje, prognoza in signalizacija

Za potrebe prognoze in signalizacije opazuje IHP prve pojave prezimelih samic na hmelju, pozneje pa spremlja razvoj škodljivca in obvešča hmeljarje o izbiri akaricidov ter času in načinu njihove uporabe. O prvih pojavih škodljivca obvešča inštitut, pozneje mora svoja hmeljišča pregledovati vsak hmeljar sam. Za pregled potrebujemo povečevalno steklo z 10 do 20-kratno povečavo. Tako opazimo tudi jajčeca in povsem mlade ličinke, kar je bistveno za pravilno oceno prisotnosti škodljivca. Hmeljišča redno in natančno pregledujemo od začetka pojavljanja škodljivca, do obiranja. Pri pregledih je potrebno posvetiti posebno pozornost prodnatim in peščenim predelom hmeljišč, predelom hmeljišč, kjer je hmelj slabše rasti, robovom hmeljišč in vrhovom rastlin, posebno, ko je hmelj na vrhu opore (slika 19).

Ličinke in odrasle pršice sesajo rastlinske sokove. Posledica vbodov so svetle pike odmrla tkiva. Število vbodov je lahko izjemno veliko, saj najdemo na enem listu tudi tritisoe odraslih pršic in njihovih ličink. Močnejše poškodovano listje se obarva bakreno rdeče, od tod tudi ime 'rdeči pajk'. Pozneje se listje posuši in odpade. Napadeni storžki se tudi podobno obarvajo in sušijo ter se ne zaprejo. Na sušilnici se barva še poslabša. Pridelek je manjši in manj kakovosten, predvsem se zmanjša vsebnost alfa kislin. Če se namnoži zgodaj, se lahko listna površina bistveno zmanjša že v začetku avgusta, kar vpliva na pridelek tudi v naslednjem letu.

5.2.2.3 Zatiranje hmeljeve listne pršice

Fitofarmacevtske pripravke za zatiranje pršic imenujemo akaricidi. Akaricidno delovanje imajo tudi nekateri insekticidi. Glede na katere razvojne stopnje pršic delujejo, jih delimo v tri skupine :

- ovicidi, ki delujejo na jajčeca,
- larvicidi, ki delujejo na ličinke in
- adulticidi, ki delujejo na odrasle pršice.

Posamezni pripravki delujejo običajno na več razvojnih stopenj. Na primer ovicidi učinkujejo tudi na šestnoge ličinke, adulticidi učinkujejo tudi na ličinke, nekateri pa imajo tudi nekoliko ovicidnega delovanja. Med akaricidi, ki jih uporabljamo za varstvo hmelja, ima pripravek nissorun predvsem dobro ovicidno delovanje, deluje pa tudi na ličinke in odrasle, nekoliko deluje ovicidno tudi mitac, ostali akaricidi pa delujejo predvsem larvicidno in adulticidno. Akaricid uporabimo, preden se pršice pričnejo zapredati v pajčevino! Pozneje je učinek slabši. Predvsem moramo na škodljivca biti pozorni v času storžkanja. Če se naseli v notranjosti storžkov, ga z akaricidi ne dosežemo več, zato se v storžkih nemoteno razvija.

5.2.3 **Proseni vešča (=koruzna vešča) (*Ostrinia nubilalis*)**

5.2.3.1 Biologija

Pojavlja se občasno. Škodo, ki je lahko velika, povzroča predvsem na poznih kultivarjih hmelja. Živi in se razvija na velikem številu rastlin. Pri nas je razširjena predvsem na koruzi in hmelju. Na koruzi ima en rod, na hmelju pa dva. Prezimi kot odrasla gosenica v rastlinah gostiteljicah, pri nas predvsem v koruznici in hmeljevini. Spomladi se zabubi, iz bube pa se začnejo maja izlegati metulji.

Metulj je svetlorumene do svetlorjave pepelaste barve, s prečno vijugasto črto na prednjih krilih. Zadnja krila so sivkasta z rumeno črto po sredini. Razpon kril je 25 do 35 mm, telo pa je dolgo 13 do 15 mm. Samci so nekoliko manjši in nekoliko izrazitejše in temnejše barve (slika 20). Jajčeca, ki jih samica odlaga na spodnjo stran listja so sploščena, gladka, belkaste barve. Odložena so v skupinah po 15 do 45 jajčec, ki so značilno zložena kot ribje luske. Gosenice so, ko zapustijo jajčno lupino velike 2 do 3 mm, ko zrastejo pa so velike do 25 mm in široke 2 do 4 mm. Mlajše so belkasto rožnate, odrasle pa umazano sive, do nekoliko rjavkaste barve. Glava je močna, temne barve, na vsakem trebušnem segmentu pa so na hrbtni strani štiri temnejše bradavice s po eno dlačico.

Prisotnost škodljivca lahko opazimo po letu metuljev v hmeljišču v večernih urah. Gosenica se običajno na mestih, kjer se trte stikajo, zarije v trto v kateri izjeda rov (slika 21). Rov opazimo po črvojedini, ki se izsipa iz rova. Na eni trti je lahko tudi več kot dvajset rogov. Oskrba rastline z vodo je zaradi rogov motena. Običajno se poškodovane trte, stranski poganjki ali pa samo napadeni storžki, predvsem, če nastopi suša, deloma ali pa v celoti, posušijo.

5.2.3.2 Opazovanje, prognoza in signalizacija

Pojav metuljev prosene vešče opazujemo predvsem s svetlobnimi vabami. Feromonske vabe se doslej niso obnesle. Na podlagi podatkov o letu metuljev določimo

čas za zatiranje. Prognostično signalizacijska služba pri inštitutu zasleduje let metuljev tega škodljivca s svetlobnimi vabami že več let, zato so na voljo podatki o dinamiki leta metuljev, kar pomaga pri odločitvah, ko škodljivca opazimo. Škodljivec se v slovenskih pridelovalnih okoliših pojavlja zelo različno, zato je škodljivca potrebno opazovati v vsakem hmeljarskem okolišu posebej. V letih 1999 in 2000 se je npr. masovno pojavil v Spodnji Savinjski dolini, v ostalih pridelovalnih okoliših pa je pojav bil zanemarljiv. Jakost pojava v svojem hmeljišču mora opazovati vsak hmeljar sam. Prisotnost opazimo po vzletanju metuljev če posamezne hmelje stresemo, predvsem pa po črvojedini - izločkih gosenic.

5.2.3.3 Zatiranje prosene večče

Učinkovit ukrep je, da do 30. aprila uničimo (pokrmimo, podorjemo, kompostiramo) ostanke koruznice in hmeljevine, v kateri škodljivec prezimuje v obliki odrasle gosenice.

Proseno veččo je mogoče zatirati tudi biotično z izpuščanjem parazitskih osic (*Trichogramma evanescens* in nekatere druge). Ta način je bil uspešno preizkušen tudi že pri nas, primeren pa je predvsem za velike komplekse hmeljišč, oziroma kadar osice izpuščamo na večjih območjih.

Običajno zatiramo proseno veččo s fitofarmaceutskimi pripravki. Primerni so pripravki iz skupine piretroidov (npr. karate 2,5 EC) in pripravki na podlagi *Bacillus-a thuringiensis* (npr. delfin). Med pripravki, ki jih uporabljamo v hmeljarstvu dosežemo delen uspeh tudi s pripravkom mitac 20. Insekticide uporabimo po napovedih prognostično signalizacijske službe, ki signalizira uporabo insekticida takrat v času najmnogičnejšega leta metuljev, ki je tudi čas pojava prvih gosenic. Če prelet traja dolgo, moramo insekticid uporabiti dvakrat. Kadar je pojav prosene večče množičen, uporabimo insekticid proti gosenicam prvega in drugega rodu, pri manjši množičnosti pa proti gosenicam drugega rodu.

5.2.4 **Drugi hmeljevi škodljivci**

5.2.4.1 Hmeljev stebelni zavrtač (=perunikina sovka, strženova sovka) (*Hydraecia micacea*)

Hmeljev stebelni zavrtač je v Sloveniji avtohtona vrsta, ki naseljuje vlažne biotope. Kot škodljivca v hmeljiščih smo ga prvič zaznali v letih 1980 (Novo Celje) do 1985 v Spodnji Savinjski dolini in Dravski dolini ter leta 1992 do 1994 v Zgornji Savinjski dolini. Gosenica se hrani z mnogimi rastlinami. Sicer je znan predvsem kot škodljivec krompirja, paradižnika, rabarbare, čebule in perunik, omenjen pa je tudi kot škodljivec zelenih delov in korena sladkorne pese. Kot občasnega škodljivca hmelja ga poznajo v Nemčiji, na Češkem, Slovaškem, v Rusiji, Ukrajini, Romuniji in Angliji.

Metulj leta avgusta in septembra, prvi metulji pa se lahko pojavijo tudi že v zadnjih dneh julija. Kmalu se pariyo in začnejo odlagati jajčeca na plevle in rastlinske ostanke v hmeljišču, predvsem pa na trave v neposredni bližini. Prezimi jajčece. Samice odložijo razmeroma veliko jajčec, celo do tisočpetsto. Ko se ličinke izležejo, se najprej hranijo na travah, nato pa se po štirih do dvanajstih dneh začnejo seliti. Obdobje selitve običajno traja od dvajset do petindvajset dni, lahko pa do dva meseca. V tem času gosenice lahko živijo na okrog petdeset vrstah rastlin. Po selitvi se zavrtajo v sočna stebela. Živijo in se hranijo v rastlini ali pa živijo plitvo pod površino zemlje in rastlino

izjedajo od zunaj ter se le občasno hranijo v njeni notranjosti. Ena gosenica uniči od dva do štiri hmeljeve poganjke.

V hmeljiščih se občasno pojavlja mestoma, predvsem na robovih nasadov. V rodnih nasadih smo ugotovili škodo le v nasadih, ki so bili zapleveljeni s plazečo pirnico ali pa je pirnica rastla ob robovih hmeljišč. V nezapleveljenih nasadih smo jo ugotovili le v prvoletnikih, kamor pa je verjetno bila zanesena s sadikami.

Prve poškodbe se na hmelju pojavljajo, ko so poganjki dolgi 20-100 cm. Poganjek ovene in se kmalu posuši. Če takšen poganjek razcepimo, najdemo v njem gosenico ali pa opazimo izvrtan rov, v katerem se je hranila gosenica. Če gosenice ni v poganjku, jo najdemo v zemlji v neposredni bližini korenike, plitvo pod površino, kjer pozneje najdemo tudi bube. V začetku so na posameznih rastlinah poškodovani le nekateri poganjki, pozneje pa je število poškodovanih poganjkov vse večje. Neredko so poškodovani vsi poganjki, pa tudi korenine, zato se hmelj posuši in odmre. Gosenice so takrat, ko opazimo prve poškodbe, velike 1-1,5 cm. Ko odrastejo, so dolge do 5 cm. Poškodbe se pojavljajo do sredine junija.

Pojav škodljivca začnemo opazovati, ko so hmeljni poganjki visoki 10 do 20 cm, predvsem na vlažnih legah, na robovih hmeljišč. Pozorni smo na veneče poganjke, v katerih pri osnovi najdemo gosenico rožnate barve.

Strokovno slovstvo omenja, kot ukrep zatiranja škodljivca v hmeljiščih predvsem uporabo insekticidov (pripravke na podlagi parationa, dimetoata, metomila, karbofurana in lindana, katerih raba pa pri nas v hmeljiščih ni dovoljena). Uspehe so dosegli tudi z uporabo pripravkov na podlagi *Bacillus-a thuringiensis var. galleriae*. Insekticide uporabimo v povečanih koncentracijah, količina brozge pa naj bo od pol do enega litra na vsako hmeljno rastlino. Uporabimo jih ob pojavu prvih škod, ker pozneje niso več učinkoviti, oziroma škode ne preprečimo več. Slovstvo omenja tudi uporabo insekticidov izven posevkov na mejah in ozarrah potem, ko se gosenice izvalijo, a pred migracijo na njivo, oziroma v hmeljišče.

Od nekemičnih ukrepov pride v poštev požiganje plevelov in trav v okolici ogroženih posevkov in nasadov. Posredno pomaga tudi zatiranje plevelov hranilnih rastlin v posevkih in nasadih.

5.2.4.2 Kapusova sovka (*Mamestra brassicae*)

Od metuljev je poleg prosene večše in hmeljevega stebelnega zavrtača v svetu znano več vrst škodljivcev, pri nas pa se kot škodljivec v zadnjem času pojavlja kapusova sovka, ki je pri nas sicer predvsem škodljivec zelja (slika 22). Večje škode je povzročila v letu 1996 v hmeljiščih v Podovi, 1997 in 1998 vzhodno od Petrovč, leta 1999 pa v Spodnji Savinjski dolini v hmeljiščih na levem bregu Savinje. V letu 2000 je pojav škodljivca na omenjenih območjih bil slab.

Majhna gosenica je skoraj brezbarvna, pozneje pa rjava, sivorjava do temno sivorjave barve, včasih skoraj povsem črna. Gosenice so zelo požrešne. Gosenice prvega rodu se pojavljajo junija in julija, od sredine avgusta naprej pa gosenice drugega rodu, ki se pojavljajo tudi na hmelju. Gosenice se hranijo na hmelju predvsem ponoči. Nanj se masovno vzpenjajo do vrhov rastlin ob nastopu teme. Hranijo se z listjem in storžki (slika 23). Doslej se je pokazalo, da je neposredna škoda (izguba storžkov) tam, kjer se masovno pojavijo, lahko 10 - 15 % storžkov. Posredna škoda pa je tudi v tem, da se

nagrizeni storžki v procesu sušenja in nadaljnje dodelave drobijo. Problem je lahko tudi prisotnost gosenic v pridelku. V izogib temu hmelja ne obiramo ponoči, ko je na rastlinah največ gosenic, mogoča pa je tudi separacija gosenic iz pridelka, za kar je potrebno na obiralnem stroju namestiti posebne naprave.

Let metuljev je mogoče spremljati s svetlobno vabo in s feromonom, vendar opazovanje tega škodljivca ni vključeno v opazovanja prognostično signalizacijske službe. S pregledom zemlje v zimskem času in spomladi je mogoče ugotoviti prisotnost škodljivca, zato predvsem spomladi pri odoravanju in rezi opazujemo prisotnost bub. Pozneje, v začetku avgusta opazujemo pojav gosenic na hmelju. Njihovo prisotnost opazimo podnevi predvsem po njihovih tipičnih črnih iztrebkih in odpadlih storžkih na površini tal, ko se stemni pa opazujemo kako se vzpenjajo po trtah proti olistanemu delu rastline. Po 22. uri lahko njihovo prisotnost ugotavljamo tudi s stresanjem rastlin.

Zatiranje s parazitskimi osami iz rodu *Trychogramma* je zaenkrat še v poskusni fazi. Za zatiranje z insekticidi pridejo v poštev predvsem insekticidi na podlagi piretroidov (karate 2,5 EC) in pripravki na podlagi *Bacillus-a thuringiensis*. Deloma naj bi deloval tudi mitac 20, vendar se v zvezi z njegovo uporabo pojavlja problem karence saj se gosenice pojavljajo predvsem konec druge dekade avgusta, kar otežuje njegovo uporabo, pa tudi uporabo drugih insekticidov.

5.2.4.3 Hmeljev hrošč (*Plintus porcatus*)

Včasih, predvsem pred prvo svetovno vojno, je bil pomemben škodljivec v hmeljiščih Savinjske doline, kjer ga še vedno najdemo, vendar ne povzroča večjih škod. Nekoliko pogosteje se pojavlja v hmeljiščih na Kozjanskem.

Hrošč je siv, 10 do 15 mm velik tipičen rilčkar s sivopikčastimi krili. Ličinka je belkasta, z rjavo glavo. Hrošč, ki se pojavi maja, poleti odlaga jajčeca v hmeljne trte. Iz jajčeca se razvije ličinka, ki se zaje v trto in pod skorjo rije proti koreniki (slika 24). Prezimi ličinka, ki se spomladi zabubi. Kadar se pojavi, so škode lahko velike. Objedene korenike in trte imajo za posledico slabši in manj kakovosten pridelek, pri močnejšem napadu pa posamezne rastline lahko propadejo. Pojav škodljivca ugotavljamo tako, da opazujemo predvsem prisotnost ličink v času rezi in pri nabiranju sadik.

Včasih, ko so hmeljevke postavljali do pol metra od sadike, je bil zelo učinkovit ukrep odstranjevanje ostankov odrezanih trt. Škodljivec se je takrat namreč zadrževal predvsem v odebeljenem delu trt. Ukrep pa je tam, kjer se škodljivec pojavi, še vedno priporočljiv. Ostanke trt spravimo na kupe, daleč od hmeljišč in jih sežgemo, ali pa jih v maju dvakrat tretiramo z ustreznim insekticidom po navodilu strokovnih služb.

5.2.4.4 Bolhači (*Psylliodes attenuata*)

Bolhače zlahka spoznamo po značilnem skakanju, podobno boljšemu, po čemer tudi imajo ime. Hrošči so majhni, veliki le 1,5 do 2,5 mm, črne do kovinsko temnomodre barve. Prezimijo kot hrošči pod odpadlim listjem in kamenjem. Spomladi, ko se otopli se lahko pojavijo množično in povzročijo škodo na majhnih poganjkih, kjer se najprej hranijo z listjem, včasih pa obzirajo tudi stebela. V listni ploskvi izjedajo značilne luknjice, zato list izgleda kot prestreljen s šibrami. Močnejše pojave, ko ogrožajo rodne nasade, poznamo predvsem v hmeljiščih v bližini gozdov. Posebno

nevarni so za prvoletne hmelje in pri vzgoji sadik. Po letu 1997 jih tu in tam opažamo tudi pozneje, v času storžkanja. Pojavijo se običajno v gnezdih, ki so lahko tako velika (trideset do petdeset rastlin), da se izplača točkovno uporabiti insekticid.

Spomladi, ko se otopli opazujemo prisotnost hroščev, opazujemo pa tudi stopnjo poškodovanosti listov (slika 25). Hrošče opazujemo v vročem delu dneva, da lahko ocenimo njihovo številnost. Če je potrebno v toplem vremenu, ko se intenzivno hranijo uporabimo insekticid. Hrošči so občutljivi na veliko insekticidov, med tistimi, ki jih uporabljamo v hmeljarstvu je primeren karate 2,5 EC. Nanje deluje tudi confidor 200 SL, vendar ga izrecno proti bolhačem ne uporabljamo.

5.3 PLEVELI V HMELJSKIH NASADIH

Dobro oskrbovana in gnojena hmeljišča nudijo dobre pogoje za rast in razvoj hmelja, omogočajo pa tudi bujen razvoj plevelov. Posebej pomladi in jeseni, ko so hmeljišča 'brez' hmelja, so ugodne razmere za nemoteno rast plevelnih vrst, ki so takšnim razmeram prilagojene. Le v juliju in avgustu, ko zraste hmelj v 6-7 m visok in gost nasad, le-ta praviloma preprečuje intenzivnejšo rast plevela. V kolikor pa so razmere za rast in razvoj hmelja neugodne, kar pomeni, da se hmelj ne razvije do te mere, da bi s svojo bujnostjo zasenčil tla, pa imajo pleveli tudi v poletnem času dovolj dobre razmere za svoj razvoj.

Pleveli povzročajo v hmeljiščih neposredno in posredno škodo s tem, da jemljejo prostor, hranljive snovi in vodo, onemogočajo kakovostno obdelavo tal ter oskrbovanje hmelja in s tem ustvarjajo tudi boljše razmere za pojav in širjenje bolezni, omogočajo razvoj nekaterim škodljivcem hmelja ali pa so celo njihove hranilne rastline.

5.3.1 Najpogostejši pleveli v hmeljskih nasadih

V hmeljiščih so najbolj pogosti naslednji pleveli: **navadna zvezdica** (*Stellaria media* L.), **škrlatnordeča mrtva kopriva** (*Lamium purpureum* L.), **enoletna latovka** (*Poa annua* L.), **navadni plešec** (*Capsella bursa-pastoris* ((L.) Medik.), **srhkodlakavi ščir** (*Amaranthus retroflexus* L.), **bela metlika** (*Chenopodium album* L.) ter **drobnocvetni rogovilček** (*Galinsoga parviflora* Cav.). Enoletnih plevelnih vrst, z izjemo srhkodlakavega ščira in bele metlike, ne uvrščamo med konkurenčne in hmelju nevarne plevela. Navadna zvezdica, škrlatnordeča mrtva kopriva, navadni plešec in jetičniki so semenski pleveli, ki prično kaliti že jeseni. Za kalitev, rast in razvoj jim zadoščajo že temperature okrog 5 °C in celo manj. Hmeljišča do pomladi zaradi zastopanosti teh plevelov res ozelenijo, vendar pa ti pleveli zaradi svoje šibkosti hmelju niso konkurenčni in ne predstavljajo ovire obdelovalnim strojem, s katerimi obdelujemo hmeljišča.

Ravno tako ne prištevamo med nevarne plevela drobnocvetnega rogovilčka, ki se prične intenzivno razvijati v času cvetenja hmelja in po obiranju. Tudi njegovo zatiranje ni vprašljivo, saj propade že ob pojavu prve zmrzali, njegova masa pa celo prispeva k izboljšanju rodovitnosti in strukture tal.

Povsem drugače je s srhkodlakavim ščirom in belo metliko. Ti dve enoletni širokolistni plevelni vrsti, ki kalita pomladi in poleti, se pogosto bujno razvijeta ter hmelju močno konkurirata glede hranil in vode, hkrati pa močno ovirata obdelavo, predvsem v in ob vrstah. Vzrok za to je pogosto slabo pripravljena zemlja s katero osipamo hmelj. V primeru, ko je zemlja za osipanje preveč grudasta, z njo namreč ne

moremo kakovostno osipati hmelja in hkrati prekriti plevela. Hmeljišče pred osipanjem tudi dognojimo, tako da z nepravilnim osipanjem naredimo ravno nasprotno od želenega. Namesto da bi plevel zatrli, mu celo omogočimo, da se razvije v ogromne 2-3 m visoke in bujne rastline. Zaradi tega je ti dve plevelni vrsti potrebno zatirati oziroma čimbolj zmanjšati njun delež.

Od večletnih plevelov so v hmeljiščih čedalje pogostejše zastopani: **plazeča pirnica** (*Agropyron (Elymus) repens* (L.) P. Beauv.), **topolistna kislica** (*Rumex obtusifolius* L.), **navadni hren** (*Armoracia lapathifolia* Gilib. ex Usteri), **njivski** (*Convolvulus arvensis* L.) ter **plotni slak** (*Convolvulus sepium* L.), **njivski osat** (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) in **plazeča zlatica** (*Ranunculus repens* L.). Iz robov hmeljišč se ti koreninski pleveli s semenom in z vegetativnimi deli z obdelovalnimi orodji širijo v notranjost hmeljišč ter pogosto tvorijo velika gnezda. Z razvitim koreninskim sistemom ter nadzemnimi deli ti pleveli močno konkurirajo hmelju in otežujejo obdelavo.

5.3.2 Ukrepi za preprečevanje zapleveljenosti

Hmeljarji so v preteklosti reševali zapleveljenost v hmeljiščih z mehaničnimi ukrepi kot so okopavanje, branje in osipanje. S temi ukrepi so zelo učinkovito preprečevali zapleveljenost. Da pa bi zmanjšali stroške in poenostavili delo, so v šestdesetih letih pričeli tudi v hmeljiščih uporabljati herbicide. Le-ti so bili nato vse do konca osemdesetih let dokaj razširjen, predvsem pa učinkovit in poceni ukrep pri pridelovanju hmelja. Zaradi tega so ostali nekemični ukrepi v veliki meri izgubili svojo prejšnjo veljavo. Takšen pristop do reševanja plevelne vegetacije je trajal do leta 1990, ko se je pričel izbor herbicidov zaradi ekoloških in zdravstvenih vidikov čedalje bolj ožiti do te mere, da v letu 1994 ni bil dovoljen za uporabo v hmeljiščih noben herbicid. Tako so nam zopet preostali na voljo le nekemični, obdelovalni ukrepi. V zadnjih petih letih je na seznamu dovoljenih herbicidov za uporabo v hmeljiščih občasno pripravek fusilade super (fluazifop-p-butil), od leta 1999 dalje pa tudi pripravek reglone 14 (dikquat).

V prihodnje bo potrebno zaradi pomanjkanja herbicidov še vedno posvečati največ pozornosti različnim nekemičnim načinom zatiranja hmelja. Te ukrepe lahko razdelimo na posredne in neposredne.

5.3.2.1 Posredni ukrepi

Najpomembnejši posredni ukrepi so naslednji:

- Uporaba pravilno skladiščenega in dovolj zrelega hlevskega gnoja, kjer velika večina semena plevelov izgubi kalivost in propade. Pri nedozorelem in slabo skladiščenem gnoju, seme plevela ne propade in obdrži kalivost, kar je posledica prenizkih temperatur v gnojišču. Za takšen gnoj je priporočljivo, da ga prezračimo oziroma preložimo. Hkrati je potrebno vzdrževati okolico gnojišč ter deponij hlevskega gnoja čisto, brez plevela, da ta ne bi semenil in se razraščal.

- Uporaba pravilno oskrbovanega in pripravljenega komposta, kajti kompost pogosto vsebuje veliko plevelnega semena. Zaradi tega moramo kompost med drugim tudi prelagati ter po potrebi občasno zalivati. Ob tem moramo vzdrževati čisto, to je brez plevela tudi površino kompostišč in njihovo bližnjo okolico. Pri tem si pomagamo s koso, uporabimo pa lahko tudi listne neselektivne herbicide kot so glifosat (npr. boom efekt, cidokor, glyf, glifogan, roundup,) glufosinat (basta-15), sulfosat (touch-down 4-LC) in diquat (reglone 14), ki so učinkoviti, hkrati pa se hitro razgradijo.

- Uporaba gnojevke, v kateri naj ne bo semena plevelov, npr. ščavja in hrena, kajti seme v gnojevki ostaja večinoma kalivo. V kolikor krmimo živino s senom z zapleveljenega travinja, lahko z veliko verjetnostjo pričakujemo, da se nam bo v hmeljiščih pojavilo in razraslo ščavje.

- Vzdrževanje čistih, kultiviranih pasov pod 'ankerji' in ob robovih hmeljišč. Na ta način preprečujemo širjenje predvsem koreninskih plevelov (npr. plazeča pirnica, njivski slak, navadni plotni slak) v notranjost nasadov. To dosežemo z večkratnim mulčenjem ali košnjo ozar in okolice.

- Dovolj gosta in pravočasna setev podorin preprečuje kalitev plevelnega semena ter širjenje koreninskih plevelov. Če je med pleveli velik odstotek trajnih plevelov, podorin praviloma ne sejemo, pač pa hmeljišče obdelujemo do konca rastne dobe, po potrebi tudi po obiranju hmelja, pri čemer si lahko po obiranju pomagamo dodatno tudi z neselektivnimi listnimi herbicidi, pri čemer pa moramo paziti, da ne škropimo po zelenih ostankih hmelja.

5.3.2.2 Neposredni ukrepi

- Predpomladanska obdelava hmeljišč pred začetkom rastne dobe:

je pomembna predvsem pri zatiranju enoletnih plevelov. Pri tem priporočamo uporabo njivskih klinastih bran, ki pa niso vedno dovolj učinkovite. Zaradi tega nekateri uporabljajo tudi težje travniške brane in krožne brane. S tem ukrepom zmanjšamo predvsem zapleveljenost z enoletnimi zimsko-pomladanskimi pleveli, ki se preko zime in zgodaj pomladi lahko zelo bujno razrastejo in otežujejo obdelavo tal.

- Pravilna izbira in pravočasna uporaba orodij za obdelavo tal:

vzdrževanje mrvičaste strukture tal sicer omogoča enakomernejšo kalitev plevelnih semen, vendar istočasno tudi lažje kultiviranje in osipanje ter s tem bolj učinkovito prekrivanje oziroma uničevanje plevelov. Pri tem je pomembno, da plevela zatiramo v času kalitve, saj so pleveli v tem času najbolj občutljivi. V zapleveljenih hmeljiščih je potrebno pogosto kultivirati, lahko celo podvojeno. S kultiviranjem lahko pričnemo takoj po napeljavi vodil. Najprimernejši so kultivatorji z lastovičastimi nogačami, pri katerih naj bo prekrivanje vsaj 2 cm ali več, posebej še, če so prisotni trajni pleveli. Kultivatorji z dletastimi nogačami za uporabo v hmeljiščih niso primerni, saj z njimi plevela prej razmnožujemo kot pa zatiramo, kar še posebej velja za večletne koreninske plevela.

- Mulčenje križnic ali plevela:

mora biti opravljeno do cvetenja plevelov, da s tem preprečimo možnost zastrupitve čebel v primeru paše čebel na cvetočem plevelu v primeru istočasnega škropljenja hmelja z insekticidi. Glede na preprečevanje zapleveljenosti pa je zadnji čas za mulčenje plevela pred njegovo semenitvijo, da preprečimo kopičenje semena v tleh. Mulčimo 10-15 cm visoko, da se rastline še lahko obrastejo, kajti tako bomo ugodno vplivali na strukturo tal, hkrati pa prispevali k povečanju deleža organske snovi v tleh.

- Pravočasno osipanje hmelja:

osipanje naj bi se začelo po prvi ali drugi napeljavi hmelja z narivanjem zemlje v vrste, zadnje pa naj bi bilo končano najpozneje do začetka julija. Za osipanje so zelo primerni kolutni osipalniki, ki zajamejo širši pas zemlje in jo pri tem tudi drobijo.

Osipanje lahko združimo tudi s kultiviranjem tako, da uporabimo priključek, ki je sestavljen iz kultivatorja in osipalnega dela, kar nam hkrati omogoča tudi zmanjšanje števila delovnih operacij v hmeljišču. Osipanje je najučinkovitejše, ko so pleveli manjši od 5 cm. V primeru, da so se kljub osipanju razrasle hmelju konkurenčne plevelne vrste (ščiri, metlike, loboda), jih je potrebno v vrsti dodatno ročno zatirati.

Za zatiranje plevelov v vrsti so še posebej primerni priključki-ogrodniki, ki pri nas sicer še niso dovolj razširjeni (priključki proizvajalcev kot so Fischer, Clemens i.p.), in ki se lahko uporabljajo preko cele rastne dobe. Uporabimo jih lahko že pri odmetu zemlje pri rezi hmelja, vrtavko za predčiščenje pred napeljavo hmelja, še pozneje pa disk, ko z njim čistimo vrste pri tleh, ko je hmelj že navit.

- Uporaba tekočih 'agresivnih' mineralnih gnojil v herbicidne namene (npr. UAN in amonsulfat). Če jih uporabimo pravočasno, lahko z njimi popolnoma uničimo precej enoletnih plevelov, druge pa prizadenemo do te mere, da so manj konkurenčni hmelju in ne otežujejo obdelave tal. Najbolje je, če kombinirano osipanje s škropljenjem s tekočimi mineralnimi gnojili. Tako lahko v primeru dvakratnega osipanja zatem tudi dvakrat škropimo s tekočimi gnojili v času, ko pleveli dosežejo višino 5 in do največ 10 cm. V tej fazi bo učinkovitost glede na naše dosedanje izkušnje največja. V primeru amonsulfata moramo uporabiti najmanj 25 kg le-tega v 100 l vode pri porabi 600 do 800 l škropilne brozge na ha. Priprava dovolj koncentrirane raztopine je zaradi slabe topljivosti praviloma izredno zamudno opravilo. Ob tem je tudi znano, da je raztopina izredno agresivna za kovinske dele (železo, medenina) škropilnice. Zaradi omenjenih slabosti je precej hmeljarjev pričelo namesto amonsulfata uporabljati UAN. Prednost UAN-a v primerjavi z amonsulfatom je predvsem v enostavnem mešanju oziroma pripravi škropilne brozge in v manjši hektarski porabi. Dodatna prednost je tudi pri samem škropljenju, saj se v primeru UAN-a šobe manj mašijo, zaradi česar je aplikacija boljša. V primeru UAN-a moramo uporabiti vsaj 100 l/ha in sicer tako, da ga zmešamo z vodo v razmerju ena proti ena (100 l UAN-a in 100 l vode) ali 100 l UAN-a na 50 l vode, v kolikor je plevel že večji (za uničevanje zalistnikov mora biti odmerek nižji in sicer 40 l UAN-a na 100 l vode).

Pri škropljenju je potrebno upoštevati tudi razvojno fazo hmelja, ki mora biti v času škropljenja visok vsaj 4 m, višina škropljenja pa ne sme presegati 1 m. V herbicidne namene lahko uporabimo tudi gnojevko, pri čemer pa je potrebno poudariti, da je njena učinkovitost pri zatiranju plevela precej manjša od tekočih mineralnih gnojil.

5.3.2.3 Uporaba herbicidov

V prekomerno zapleveljenih hmeljiščih, še posebej če so prisotni trajni pleveli, je uporaba herbicidov neizogibna, saj je zatiranje plevelov na takšnih površinah brez uporabe herbicidov praktično neizvedljivo. Pri tem pa moramo poudariti, da lahko herbicide v hmeljiščih uporabimo le izjemoma in v skladu s strokovnimi navodili.

V času rastne dobe hmelja ima v Sloveniji dovoljenje za uporabo le pripravek reglone 14, ki ga lahko učinkovito uporabljamo za zatiranje hmeljnih poganjkov, zalistnikov ter plevelov v vrsti, katere z mehansko obdelavo težko zatremo. Pripravek reglone 14 uporabljamo za uničevanje zalistnikov in odvečnih poganjkov v času, ko je hmelj dosegel vsaj 4,5 do 5 m višine v koncentraciji 0,3-0,5 % pri porabi vode 350 do 400 l na ha. Praviloma škropimo pas v vrsti širine 0,6 do 0,8 m, pri čemer naj bo višina škropljenja največ 0,5 do 0,6 m. Ob tem je potrebno upoštevati tudi opozorilo, da zaradi

možnosti pojava fitotoksičnosti ne smemo škropiti v sončnem in suhem vremenu. V primeru splošne zapleveljenosti pa lahko za zatiranje plevela v hmeljiščih uporabimo reglone 14 v koncentraciji 0,5-1,0 % pri porabi največ 200-300 l vode na ha poškropljene površine. Koncentracija in odmerek vode sta odvisna predvsem od vrste in velikosti plevela. Omejitev pri porabi reglona 14 pa je 1,8 l na ha.

Ob reglonu 14 bi lahko uporabili izjemoma tudi pripravke na podlagi glifosata in sulfosata za zatiranje plevelov po obiranju hmelja, lahko pa tudi med samo vegetacijo hmelja, če glifosat ali sulfosat nanašamo na posamezne plevelne rastline (navadni hren, topolistna kislica ter druge) predvsem v medvrstnem prostoru ter ob robovih in na ozarrah. V ta namen uporabimo nahrbtno škropilnico, po možnosti s ščitnikom, s katero učinkovito, natančno in poceni uničimo plevela, najbolj takrat, ko jih je še malo. Pri uporabi tovrstnih pripravkov je potrebno škropiti tako, da herbicid ne pade na zelene dele hmelja, kajti hmelj je za tovrstne pripravke izredno občutljiv.

Druga možnost uspešnega zatiranja koreninskih plevelov ter zmanjšanja količine semen enoletnih plevelov v tleh, je uporaba herbicidov v času dveletne premene ter v času rasti novo posajenega hmelja v prvem letu, ko ga naj ne bi obirali. V tem času je glede na kulturo, katero gojimo v premeni, potrebno izbrati ustrezne učinkovite herbicide kratke obstojnosti tako zaradi omejitev pri določanju ostankov pesticidov v hmelju kot tudi zaradi možnosti poškodb hmelja. Še bolj kot v času premene moramo biti previdni pri uporabi herbicidov v primeru, ko jih uporabljamo pri pridelovanju hmelja prvo leto po sajenju. Glede uporabe herbicidov v "prvoletnikih" je priporočljivo, da se o njihovi uporabi zaradi možnosti poškodb hmelja kot tudi upoštevanja zakonodaje, posvetujete s strokovno službo na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec, na Oddelku za varstvo rastlin.

V bližnji prihodnosti ni pričakovati, da bi lahko za zatiranje plevela v hmeljiščih na široko zopet uporabljali herbicide, kajti pri ljudeh se zaradi bojazni za zdravje kot tudi za okolje oblikuje čedalje bolj odklonilen odnos do uporabe fitofarmaceutskih pripravkov, med katere sodijo tudi herbicidi. Zato bo potrebno več napora vložiti v preučevanje možnosti zatiranja plevela z drugimi nekemičnimi ukrepi, herbicide pa uporabiti le izjemoma in v skladu s priporočili.

5.3.3 Ukrepi za preprečevanje zapleveljenosti v hmeljskih nasadih, ki so v premeni

Zapleveljenje preprečujemo v času premene tako, da s pravilno izbranimi ter oskrbovanimi posevki preprečujemo razvoj in širjenje tako semenskega kot trajnega plevela. V ta namen izbiramo posevke, ki dobro zasenčijo tla. Če sejemo okopavine, kjer so razmere za rast plevela še posebej ugodne, je potrebno uporabiti tudi primerne, to je hitro razgradljive in učinkovite herbicide, s katerimi bomo v času premene v čimvečji meri zmanjšali zapleveljenost z večletnimi pleveli in istočasno uničili čim več semena tako enoletnih kot večletnih plevelov v tleh. V dveh letih, kolikor je priporočen čas za premeno, lahko v veliki meri zmanjšamo banko semena v tleh, hkrati pa uničimo vegetativne dele večletnih plevelov.

Če so hmeljišča še posebej močno zapleveljena s koreninskimi pleveli (plazeča pirnica, ščavje, njivski slak, navadni plotni slak, navadni hren, ...), je pomembno, da te plevela zatremo brez setve posevkov. Po krčenju hmelja zemljišče v tem primeru obdelujemo z večkratnim plitkim oranjem in kultiviranjem, da čim več plevela kali in

propade, ob tem pa lahko uporabimo tudi dovolj učinkovite že prej omenjene herbicide (glifosat, sulfosat, glufosinat,.) ki jim lahko za izboljšanje učinkovitosti dodamo še nekatere druge listne herbicide (npr. 2,4-D, dikamba, fluroksipir). Ti herbicidi hkrati delujejo tudi na ostanke hmelja. Na ta način lahko veliko bolj učinkovito zmanjšamo delež plevelnih vrst kot v primeru, če v času premene sejemo druge posevke. Druga prednost pa je, da lahko na ta način skrajšamo čas priprave zemljišča za ponovno sajenje hmelja.

5.4 UNIČEVANJE DIVJEGA IN PODIVJANEGA HMELJA

Hmelj je dvodomna rastlina. Poznamo torej ženske rastline, ki tvorijo ženska socvetja - storžke in moške rastline, ki tvorijo moška socvetja. V času cvetenja se cvetni prah prenaša s pomočjo vetra od moške na žensko rastlino in ta pod lističi v storžkih tvori drobna semena.

V Sloveniji gojimo samo ženske rastline. Izjema je poskusni nasad moških rastlin Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec, ki se uporabljajo za križanje pri vzgoji novih kultivarjev in je prostorsko izoliran. Slovenski hmelj pridelujemo in deklariramo kot neosemenjem hmelj. Semena znižujejo uporabno vrednost hmelja, njegovo kakovost in so tudi mehanska ovira pri predelavi posušenega hmelja.

Edini vir hmeljnega cvetnega prahu je samorasli ali divje rastoči hmelj. V Sloveniji je v vseh nižinskih predelih, kjer je dovoj toplo, moč najti samorasli hmelj. Raste predvsem ob vodotokih, na lažjih in zračnih tleh, v skupinah grmovja in drugih srednjevisokih rastlin, ki mu nudijo primerno oporo. Cvetni prah, ki ga tvorijo moške rastline, lahko veter prenese zelo daleč. Ker je s tem ogrožena kakovost pridelka gojenega hmelja, bi morali hmeljarji poskrbeti, da bo samorasli hmelj uničen preden cveti oziroma najkasneje do sredine junija.

Ekološko najbolj sprejemljivo je mehansko uničevanje divjega hmelja, pri katerem trte čim nižje spodrežemo. Rastlina se kmalu posuši, cvetovi pa se ne oblikujejo. S tem ukrepom samo preprečimo, da hmelj ne cveti, saj rastline s spodrezovanjem ne uničimo. Čeprav bo rahlo oslABLJENA, ker ne bo imela zelenega dela, da bi prehranila koreniko, bo naslednje leto zopet odgnala. Ta način odstranjevanja priporočamo predvsem v bližini vrtov, za hmelj, ki raste v živih mejah, ob vinogradih in brajdah ali blizu drugih gojenih rastlin.

Samorasli hmelj pa lahko zares izkoreninimo samo z uporabo herbicida. Uporabimo herbicide, ki so okolju in nam prijaznejši, ki se hitro razgradijo, ne puščajo obstojnih in škodljivih ostankov, delo z njimi pa je varno. V skupino okolju prijaznejših herbicidov uvrščamo pripravke na podlagi glifosata, ki jih naneseemo na zelene dele rastline. Na podlagi glifosata so na trgu herbicidi kot npr. boom efekt, cidokor, roundup in glyf. Za zatiranje divjega hmelja jih uporabljamo v 2 % koncentraciji (2 dcl na 10 l vode). Do 40 % manjša poraba je mogoča ob dodajanju močil, kot sta npr. hyspray in pinovit.

Pri uničevanju samoraslega hmelja z nahrbtno škropilnico se moramo zavedati, da sredstva na osnovi glifosata uničijo vse zelene rastline z njihovimi koreninami vred. Nevarna so tudi grmom in lesnatim rastlinam, če padejo na zeleno listje. Zato škropimo z zelo nizkim tlakom in usmerjeno na rastlino hmelja. Seveda ne smemo škropiti, kadar piha veter, ker herbicidni oblak hitro zanese na neželeno mesto. Po škropljenju pa se mora herbicid vsrkati v rastline, zato vsaj 2 uri po tretiranju ne sme deževati.

Škropljenje z nahrbtno škropilnico priporočamo samo izkušenim škropilcem oziroma tistim, ki poznajo način delovanja glifosata in to tam, kjer raste hmelj v skupinah (npr. deponije izruvanih sadik in hmeljevine) ali kjer so področja teže dostopna ali pa preobsežna za posamično tretiranje.

Na splošno priporočamo, da lastniki zemljišč, ki najdejo samorasli hmelj na svojih parcelah, tega uničijo mehansko ali pa ga premažejo s koncentrirano raztopino glifosata. Za mazanje delov trte ali listja si pripravimo raztopino vode in glifosata v razmerju 1 : 1 ali 1 : 2, kar pomeni, da pomešamo npr. en deciliter sredstva na osnovi glifosata z enim ali dvema decilitroma vode. Sredstvo nanesemo na majhen del rastline (20 cm trte ali nekaj listov), s kasnejšo razporeditvijo glifosata po hmelju pa bo propadla cela rastlina. Ker pri nas v prodaji še ni mazalnih naprav za posamično nanašanje herbicida, si pomagamo s čopičem ali gobico na podaljšanem držaju, da bomo dosegli trto tudi v poraščenem pasu grmovja.

Čeprav sodi glifosat v najmanj strupeno skupino pesticidov, so ob njegovi uporabi obvezni vsi varovalni ukrepi. Pri delu si roke zavarujemo z gumijastimi rokavicami, obujemo škornje in dolge hlače. Obvezen je tudi ščitnik - filter za usta in nos. Med delom ne smemo uživati hrane ali pijače in kaditi. Pazimo pa tudi na okolico! Če padejo kapljice herbicida na katerokoli zeleno rastlino, se bo ta delno ali popolnoma posušila. Ne samo, da je to na oko nelep pogled, tudi škodo na gojenih rastlinah lahko povzročimo.

5.5 NANAŠANJE FITOFARMACEVTSKIH PRIPRAVKOV

Zakon o zdravstvenem varstvu rastlin (Ur. l. RS 45/2001) pravi, da je zdravstveno varstvo rastlin, torej tudi hmelja, obveznost in pravica imetnikov rastlin. Sodobno varstvo rastlin upošteva načela integriranega varstva, s čimer razumemo izvajanje vseh znanih ukrepov in postopkov s področja biologije, biotehnologije, žlahtnjenja in pridelovanja rastlin, ki omogočajo minimalno uporabo fitofarmacevtskih sredstev, pri čemer stremimo, da so škode, ki jih povzročijo škodljivi organizmi, na gospodarsko sprejemljivi ravni. Kljub mnogim prizadevanjem, da bi zmanjšali, ali celo ukinili rabo fitofarmacevtskih sredstev, se je njihovi rabi težko izogniti in mnogi strokovnjaki ocenjujejo, da bo raba fitofarmacevtskih sredstev še dolgo imela veliko vlogo.

Za strokoven način varstva moramo čimbolj poznati organizme, proti katerim ukrepamo (glive, škodljivci, pleveli, idr.), izbrati ustrezno fitofarmacevtsko sredstvo, ga uporabiti ob pravem času ter ga nanesti na biotični cilj z ustreznimi napravami na pravilen način. Pri boleznih, škodljivcih in plevelih je pomembno, da poznamo njihove razvojne kroge, oziroma potek razvojnih stopenj, kar nam omogoča izbiro ustreznih fitofarmacevtskih sredstev in njihovo pravočasno uporabo. Fungicide s preventivnim delovanjem npr. uporabimo pred nastankom okužbe, v času kaljenja spor, tiste s kurativnim, pa lahko tudi določen čas po okužbi. Podobno je tudi pri drugih fitofarmacevtskih sredstvih. Nekatere insekticide in akaricide moramo uporabiti, ko je škodljivec v razvojni stopnji jajčeca, nekatere, ko je v razvojni stopnji ličinke, nekatere pa proti odraslemu škodljivcu. Čas uporabe je pomemben tudi pri herbicidih, saj nekateri delujejo zelo dobro in na večje število plevelov le v času kalitve, drugi na majhne plevelce v določeni razvojni stopnji, nekateri pa na primer delujejo najboljše pozneje, ko pleveli cvetijo.

Takšno znanje je obsežno in za posameznika mnogokrat prezahtevno, zato je potrebna pomoč, ki jo hmeljar najde pri strokovnih službah. Nevarnost pojava bolezni, škodljivcev in plevelov zasleduje Opazovalno napovedovalna služba pri Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec, ki je del Opazovalno napovedovalne službe RS Sloveniji pri Upravi za varstvo rastlin na Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS Slovenije.

Uporabniki fitofarmaceutskih sredstev jih morajo uporabljati na način, ki ne bo povzročil onesnaženje stanovanjskih, gospodarskih in podobnih objektov, kjer se zadržujejo ljudje in živali ter onesnaženje sosednjih zemljišč in vod. O pravilni uporabi fitofarmaceutskih sredstev govori Zakon o fitofarmaceutskih sredstvih (Ur. l. RS št. 11/2001). Pravilna uporaba fitofarmaceutskih sredstev po tem zakonu pomeni dosledno upoštevanje navodil za njihovo uporabo, spoštovanje načel dobre kmetijske prakse, integriranega varstva rastlin, varstva okolja ter varstva nečiljnih organizmov (npr. čebel). Njihova uporaba na način, ki bi povzročil onesnaženje stanovanjskih, gospodarskih in podobnih objektov, kjer se zadržujejo ljudje in živali ter onesnaženje sosednjih zemljišč in vod, ni dovoljena.

Posebej moramo biti previdni pri uporabi fitofarmaceutskih sredstev v strnjenih naseljih, oziroma v njihovi bližini. Pomembno je, da jih uporabljamo tako, da škropiva ne zanaša k sosedom, na hiše, gospodarska poslopja, trate in vrtove.

O vseh opravljenih postopkih varstva hmeljišč vodimo evidenco, bodisi zaradi morebitnih zdravstvenih težav, ki bi utegnile nastopiti po uporabi fitofarmaceutskih sredstev ali pa zaradi spremljanja njihove učinkovitosti in drugih razlogov. Pomembno je, da zapišemo podatke o vrsti in količini porabljenega sredstva, datum uporabe in karenci, ki jo seveda moramo dosledno spoštovati. Navodila za uporabo fitofarmaceutskih sredstev arhiviramo, da so nam na razpolago v primerih morebitnih težav v času po njihovi uporabi.

5.5.1 Kriteriji kakovosti nanosa fitofarmaceutskih pripravkov

Nanašanje fitofarmaceutskih pripravkov v hmeljiščih je zaradi višine rastlin in goste rastlinske krošnje, nevarnosti zanašanja škropiva izven hmeljišč ter nevarnosti za škropilce, še posebej zahtevno opravilo. Včasih je veljalo, da naj pri škropljenju oziroma pršenju rastlinsko površino čimbolj prekrijemo s filmom škropiva. Dokazano pa je, da to ni potrebno in, da je v nekaterih primerih celo škodljivo. Pri prevelikem prekritju listne površine s škropivom lahko pri nekaterih fitofarmaceutskih sredstvih zmanjšamo pristop svetlobe in s tem fotosintezo. Ugotovljeno je tudi, da lahko sestavine fitofarmaceutskih sredstev, največkrat so to dodatki za omočenje, poškodujejo voščne prevleke, kar utegne za rastlino povzročiti stresno stanje.

Kot kriteriji kakovosti škropljenja in pršenja so danes najpogostejše omenjeni gostota kapljičnih odtisov na kvadratni centimeter tretirane površine, odstotek pokritosti tretirane površine s škropivom in enakomernost nanosa škropiva:

A. Gostota kapljičnih odtisov na kvadratni centimeter tretirane površine

Ta kriterij pogosto napačno imenujemo tudi število kapljic na kvadratni centimeter tretirane površine. Ta kriterij pomeni število sledi, ki jih pustijo kapljice škropiva, ko zadenejo tretirano površino (tla, listje, skorjo, ipd.). Podatki o tem številu se razlikujejo, vendar razlike niso velike. Kadar uporabljamo fitofarmaceutska sredstva proti

boleznim zadošča 50 do 70 kapljčnih odtisov na cm², proti škodljivcem, ki se po rastlinski površini gibljejo, zadošča 20 do 30 kapljčnih odtisov na cm². Pri herbicidih, ki jih uporabimo na tla pred vznikom plevelov zadošča 20 do 30 kapljčnih odtisov na cm², pri tistih, ki jih uporabimo po vzniku in se po vsrkanju v rastlino po njej premeščajo (translokacijski herbicidi) zadostuje 30 do 40, če pa po vzniku uporabimo herbicide, ki imajo zgolj dotikalno (kontaktno) delovanje, pa moramo doseči 50 do 70 kapljčnih odtisov na cm².

B. Odstotek pokritosti tretirane površine s škropivom

Če rastlinske površine ni potrebno v celoti prekriti s filmom škropiva, pridemo do vprašanja, kolikšen del površine je potrebno prekriti. Raziskave so pokazale, da se pri prekritju več kot 30 % površine s škropivom učinkovitost uporabljenega pripravka ni bistveno povečala. Raziskave na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec pa so pokazale, da je takrat, ko se doseže 50 do 100 kapljčnih odtisov na cm² pokritost listne površine s škropivom 10 do 15 %, kar povsem zadošča za pričakovano delovanje uporabljenih fitofarmaceutvskih pripravkov.

C. Enakomernost nanosa škropiva

Nanos škropiva naj bi bil približno enak na kateremkoli delu rastline, na katerega želimo fitofarmaceutsko sredstvo nanesti. Temu cilju se zelo težko približamo. Problem se v praksi pri nanašanju fitofarmaceutvskih sredstev na hmelj kaže predvsem v premajhnem nanosu fitofarmaceutvskih sredstev v vrhovih rastlin, v notranjosti rastlinske krošnje, kadar je hmelj v 'koših' in v različnem nanosu v posameznih vrstah. Pri varstvu hmelja imajo velik vpliv na kakovost nanosa tudi primerna delovna hitrost, usmerjenost škropilnega (pršilnega) curka in pravilna izbira delovnih širin. Vozne hitrosti, delovne širine in razpored šob so določeni na podlagi obširnih preizkušanj, zato od priporočil brez temeljite strokovne presoje ne kaže odstopati.

5.5.2 Problematika zanašanja škropiva

Pri nanašanju fitofarmaceutvskih sredstev stremimo za tem, da bi potrebne količine pripravka nanesli predvsem na biotični cilj, ta je pri varstvu hmeljišč površina listja in storžkov. V nekaterih primerih (nekateri načini zatiranja kuštravcev in zatiranje talnih škodljivcev) je biotični cilj lahko tudi pas določene širine v vrsti. Izgube škropiva, če govorimo o škropljenju in pršenju, ki ne prispe na biotični cilj in pojav sam, imenujemo strokovno z angleškim izrazom 'drift'. Del drifta predstavlja tudi zanašanje škropiva izven nasada, ki ga tretiramo. Zanašanje izrecno omenja tudi Zakon o zdravstvenem varstvu rastlin, v 46. členu, ki obravnava dolžnosti uporabnikov fitofarmaceutvskih sredstev in med drugim določa, da morajo uporabniki fitofarmaceutvskih sredstev škropiti tako, da se fitofarmaceutsko sredstvo ne razprši na sosednje kulture, objekte, oziroma parcele.

Zanašanje je pri nanašanju fitofarmaceutvskih sredstev v visokih nasadih kot so hmeljišča še posebno velik problem. Dejstvo je, da se zanašanju škropiva ne moremo povsem izogniti, lahko pa veliko storimo, da ga zmanjšamo. Zmanjšamo ga predvsem z izbiro šob, ki dajejo kapljice, ki so manj podvržene zanašanju, z upoštevanjem vremenskih razmer, predvsem vetra in s pravilnim ravnanjem s pršilnikom na koncu vrst oziroma pri robljenju hmeljišč.

Primerne kapljice za pršenje so kapljice velikost od 50 do 150 tisočink milimetra, ki jih energija gibajočega zraka še zanaša tudi v notranjost rastlinske krošnje. Primerno velikost kapljic dosežemo z izbiro ustrezne šobe in z delom pri ustreznem pritisku, kar je razvidno iz dokumentacije o šobi, ki jo dobimo oziroma jo moramo pri nakupu zahtevati. S takšno dokumentacijo so opremljene vse sodobne kakovostne šobe. Pri nas so na voljo šobe proizvajalcev Albuz, Lechler, Spray System in TeeJet. V zadnjem času so se, predvsem zaradi tega, ker zelo zmanjšajo zanašanje, uveljavile t.i. turbo šobe. Te šobe delujejo tako, da tekočinski tok v šobi iz okolice sesa zrak, kar ima za posledico, da so kapljice sestavljene iz tekočine in zračnih mehurčkov. Kapljice so razmeroma velike in zato manj podvržene zanašanju. Ob stiku z rastlinsko površino ali površino tal zaradi pokanja mehurčkov nastane več kot en kapljični odtis, kar zagotavlja dovolj dobro porazdelitev škropiva.

Na zanašanje zelo vpliva veter, zato ne škropimo, če ima veter hitrost več kot 3 m/sek. Pri ocenjevanju razmer za pršenje nas ne sme zavesti dejstvo, da je hitrost vetra, ko je hmelj že bujen, v nasadu manjša v primerjavi z vetrom izven nasada. Zanimarjanje vetra nad hmeljiščem, ki piha pravokotno na smer škropljenja vodi k temu, da je nanos fitofarmaceutskih sredstev v vrhovih hmeljev na protivetrni strani delovne širine preslab, pri vetru v smeri vrst pa je nanos v vrhovih manjši na vseh hmeljih. Pravzaprav se zrak vedno giblje. Zaradi zmanjšanja lastne izpostavljenosti škropivu pred začetkom pršenja ugotovimo smer gibanja zraka in pri gibanju zraka prečno na smer pršenja vedno začnemo pršiti tako, da se pri novi delovni širini pomaknemo proti vetru.

Zanašanje je največje, kadar pršimo ob robovih hmeljišča, zato je tehnika pršenja ob robovih hmeljišč bistvenega pomena za preprečevanje zanašanja škropiva na sosednje površine. Ob vzdolžnih robovih hmeljišč zato pršimo tako, da tri do štiri vrste ob robu škropimo enostransko proti notranjosti hmeljišča, šele nato pa nadaljujemo s pršenjem na obe strani. Pri škropljenju z eno stranjo pršilnika, morajo na drugi strani biti izključene šobe, z loputo (zaporo za zrak) pa mora biti zaprta tudi polovica ustja puhal, sicer namen ni dosežen. Če zapremo le šobe na eni strani pršilnika, ventilator vsesa nekaj škropiva, ki pada proti tlem za pršilnikom in ga nato razprši na obe strani. Na čelnih robovih izključimo pršilnik še v hmeljišču, na koncu pa čelni rob tretiramo enostransko.

5.5.3 Parametri pršenja

5.5.3.1 Poraba vode pri pršenju.

Običajna poraba vode je 300 do 400 litrov vode na en meter višine hmelja. To pomeni, da npr. pri pršenju 4 metre visokega hmelja uporabimo 1200 do 1600 litrov vode na hektar, pri škropljenju 6 metrov visokega pa 1800 do 2400 litrov vode na hektar. Za manjše količine znotraj omenjenega izračuna se odločamo, če je hmelj šibkejši, za večje pa, kadar je hmelj bujen.

V novejšem času so razvoj naprav za nanašanje, razvoj formulacij fitofarmaceutskih pripravkov in nova spoznanja o nanosu omogočili uporabo manjših količin vode za pršenje nasadov. Čeprav nekateri teoretiki menijo, da je pri takšnem pršenju mogoče odmerke fitofarmaceutskih sredstev zmanjšati, ostanejo pri zmanjšani porabi vode v praksi odmerki isti kot pri običajni porabi vode.

Za uporabo zmanjšanih količin vode je potrebno pršilnik preurediti. Predvsem je nujno vgraditi dober filtrirni sistem, ker zahteva takšno pršenje šobe z majhnimi odprtinami, kar pa povečuje možnost zamašitve. Izboljšati je treba tudi mešanje škropiva v sodu, ker uporabljamo v tem primeru fitofarmacevtska sredstva v povečanih koncentracijah. Poraba zmanjšanih količin vode zahteva tudi večje upoštevanje vremenskih dejavnikov pri pršenju. Ker pršimo z manjšimi kapljicami, mora biti relativna vlažnost zraka več kot 75 %, manjše kapljice pa so tudi bolj podvržene zanašanju. Omenjena dejavnika hmeljarju torej zmanjšujeta čas, ki je primeren za pršenje, kar je potrebno upoštevati pri normiranju opreme in razporedu delovnega časa. Ugodne razmere za pršenje z zelo zmanjšanimi količinami vode so predvsem ponoči, kar pa je velikokrat nemogoče zaradi hrupa, ki je moteč za sosesde.

V raziskavah smo v hmeljiščih pri škropljenju proti hmeljevi peronospori dosegli enake ali boljše rezultate kot pri običajni uporabi vode s porabo 500 litrov vode na hektar, proti hmeljevim ušem pa celo s 300 litri vode na hektar. V raziskavah se je tudi pokazalo, da pri običajnih količinah vode škropivo s hmelja odteka in zato ob zgoraj omenjenih dejstvih priporočamo uporabo do trikrat zmanjšanih količin. V praksi se je pokazalo, da z 800 litri vode dosežemo enakovreden ali boljši učinek uporabljenih fitofarmacevtskih sredstev tudi pri škropljenju bujnih hmeljišč proti hmeljevim ušem, hmeljevi pršici in hmeljevi peronospori. Izkušnje z uporabo fungicidov proti hmeljevi pepelovki so nekoliko skromnejše, zato v takšnih primerih priporočamo samo polovično zmanjšanje porabe vode.

5.5.3.2 Delovna širina

Delovna širina je odvisna od medvrstnih razdalj, bujnosti nasada in zmogljivosti pršilnikovega puhala za zrak. V praksi so se uveljavile delovne širine navedene v tabelah 3 do 5. Delovne širine več kot 4 vrste (9,6 m) priporočamo le v povsem mirnem vremenu.

5.5.3.3 Delovna hitrost

Izračun hitrosti temelji na osnovni predpostavki, da je potrebno v času pršenja zamenjati oziroma prečrpati ves zrak delovnega prostora. Če je delovni prostor na enem hektarju 6 metrov visokega hmeljišča 60000 m^3 , bi naj s pršilnikom, ki ima kapaciteto puhala za zrak 60000 m^3 , opravili pršenje enega hektarja v eni uri. V praksi se je pokazalo, da je od te zahteve mogoče odstopati, pri čemer je faktor odstopanja največ 1,5. Na teh podlagah izračunamo delovno hitrost po formuli:

$$v = \frac{f \cdot Q_z}{r \cdot d}$$

f = faktor odstopanja od popolne zamenjave zraka

Q_z = kapaciteta puhala za zrak

r = delovna širina

d = delovna višina (višina hmelja)

Največje dopustne delovne hitrosti so za različno zmogljive pršilnike pri različnih razvojnih stopnjah hmelja ter različnih delovnih širinah prikazane v tabelah 3 do 5.

Tabela 3: Delovne hitrosti pri različnih delovnih širinah - zmogljivost puhala za zrak 60000 m³/h

Če pršimo vsako	Medvrstna razdalja	Višina in bujnost hmelja					
		3 m	4 m	5 m	6 -7 m	6 -7 m	6 -7 m
					norm. buj.	bujen	zelo buj.
2. vrsto	2,4 m	Največja hitrost v km/h					
	2,8 m			4,4	2,9	2,5	2,0
3. vrsto	2,4 m		4,7	3,8	2,5	2,2	1,7
	2,8 m		3,7	2,9			
4. vrsto	2,4 m	4,4					
	2,8 m	3,8					

Tabela 4: Delovne hitrosti pri različnih delovnih širinah - zmogljivost puhala za zrak 90000m³/h

Če pršimo vsako	Medvrstna razdalja	Višina in bujnost hmelja					
		3 m	4 m	5 m	6 -7 m norm. buj.	6 -7 m bujen	6 -7 m zelo buj.
2. vrsto	2,4 m	Največja hitrost v km/h					
	2,8 m				4,0	3,5	2,8
3. vrsto	2,4 m				3,4	3,0	2,4
	2,8 m			4,1	2,7	2,4	1,9
4. vrsto	2,4 m		4,4		3,5	2,3	2,0
	2,8 m		3,8		3,1		1,6
5. vrsto	2,4 m						
	2,8 m	4,9					
		4,2					

Tabela 5: Delovne hitrosti pri različnih delovnih širinah - zmogljivost puhala za zrak 120000m³/h

Če pršimo vsako	Medvrstna razdalja	Višina in bujnost hmelja					
		3 m	4 m	5 m	6 -7 m	6 -7 m	6 -7 m
					norm. buj.	bujen	zelo buj.
Največja hitrost v km/h							
2. vrsto	2,4 m					4,4	3,5
	2,8 m				4,3	3,7	3,0
3. vrsto	2,4 m				3,3	2,9	2,3
	2,8 m			4,3	2,8	2,5	2,0
4. vrsto	2,4 m		4,8	3,8	2,5	2,2	1,8
	2,8 m		4,1	3,3			
5. vrsto	2,4 m		3,8	3,0			
	2,8 m		3,3				

Večje hitrosti od uokvirjenih uporabljamo le v idealnih razmerah, manjše pa v kritičnih (bujnost hmelja, stopnja okužbe, itd.).

5.5.4 Pršilniki za pršenje hmelja

5.5.4.1 Sestava pršilnika

Med pršilniki za pršenje hmelja prevladujejo klasični vlečeni aksialni pršilniki, ki imajo zmogljivost puhala za zrak od 60000 do 120000 m³/h. Puhalo je običajno gnano s kardanskim pogonom, pri zmogljivosti puhala nad 100000 m³ pa običajno s posebnim motorjem. Za naše razmere se je pokazalo, da je povsem primerna zmogljivost puhala 90000 m³. Dobro je, da je puhalo gnano preko menjalnika, ki omogoča nastavitev zmogljivosti puhala na 60000 in 90000 m³ zraka na uro. Takšno puhalo nastavimo pri pršenju 3 do 4 m visokega hmelja na 60000 m³ zraka na uro, da preprečimo odvijanje hmeljevih poganjkov od vodila. Ko je hmelj višji in bujnejši nastavimo puhalo na višjo zmogljivost. Puhalo mora biti za pršenje hmeljišč na spodnjem delu opremljeno z usmerniki zraka, ki usmerjajo škropilni oblak nekoliko navzgor, vsaj na eni strani pa morajo imeti tudi loputo za zapiranje ustja puhala za pršenje robov hmeljišč. V nekaterih hmeljarskih področjih (ZDA, Avstralija, Južna Afrika) uporabljajo hmeljarji tudi pršilnike z radialnimi puhali, ki pa se v Evropi niso uveljavili.

Rezervoarji imajo prostornino od 1000 pa celo do 4000 l. Najbolj so se uveljavili pršilniki s prostornino rezervoarja 1500 do 2000 litrov, pri katerih črpalka z zmogljivostjo 130 do 150 l/minuto zagotavlja zadosten pretok škropiva skozi šobe in zadosten pretok za mešalni mehanizem. Slaba stran velikih pršilnikov z velikimi rezervoarji je, da so težki za vleko in, da z njimi tla zelo tlačimo. Uporabljajo jih predvsem v Nemčiji, kjer za nanašanje fitofarmaceutskih srestev uporabljajo večje količine vode, kot drugod.

Šobni loki imajo običajno 16 (2 x 8) šob, ki so nameščene v ustju puhala. Nekateri menijo, da naj bi bile šobe nameščene izven zračnega toka in sicer pred zračnim tokom, gledano v smeri vožnje. Pri natančnem preizkušanju obeh namestitev, pa se je pokazalo, da namestitev šob ne vpliva na kakovost nanosa. Pri pršenjih v storžke, če so le-ti na višjih delih rastlin, eno ali več spodnjih šob izključimo.

5.5.4.2 Priprava pršilnika za delo

Za pršenje moramo določiti delovno širino (r), delovno hitrost (v), skupni pretok vseh šob (K) in pretoke posameznih šob (k).

Delovno širino in delovno hitrost določimo s pomočjo tabel 3, 4 in 5. Ostane nam torej izračun skupnega pretoka vseh šob in pretokov posameznih šob.

Skupni pretok izračunamo po formuli:

$$K = \frac{Q \cdot r \cdot v}{600}$$

Q = poraba vode na ha (l/ha)

r = delovna širina (m)

v = delovna hitrost (km/h)

Za izračun pretoka posameznih šob se ravnamo po pravilu, da mora zgornja polovica šob imeti dve tretjini skupnega pretoka, spodnja polovica pa eno tretjino. Šobe z različnimi pretoki nameščamo glede na habitus hmelja. Pri pršenju manjšega hmelja namestimo šobe z največjim pretokom, tako da je njihov curek usmerjen proti zgornjemu robu delovnega prostora, ko pa je hmelj bujen in že doseže vrh žičnice, pa namestimo šobe z največjim pretokom na vrhu šobnega loka. Pri ozkih delovnih širinah odstopamo od tega pravila tako, da izrazito povečujemo pretoke na vrhu šobnega loka ali celo na zgornja šobna mesta vstavimo s pomočjo posebnega adapterja (razdelilca) dve ali celo tri šobe.

Pri nas je prišlo v navado označevanje šob od spodaj navzgor. Tako imata na obeh straneh spodnji šobi oznako št. 1, zgornji pa oznako št. 8.

Za izračun pretoka posameznih šob si najprej naredimo izračun po zgornjem pravilu.

Primer: izračunali smo, da potrebujemo pretok vseh šob 60 l/minuto. Spodnja polovica šob, torej osem šob naj ima skupni pretok 20 litrov na minuto, zgornjih osem pa 40 litrov na minuto. Za posamezne šobe na ravneh 1, 2, 3 in 4 potrebujemo torej šobe ki imajo pretok 2,5 l/minuto ($20 : 8 = 2,5$), zgoraj na ravneh 5, 6, 7 in 8 pa šobe, ki imajo pretok 5 l/min ($40 : 8 = 5$).

Iz tabel proizvajalca šob izberemo šobe s primernimi pretoki, pri od proizvajalca šob priporočenem delovnemu tlaku (tabela 6).

5.5.5 Odmerek, koncentracija in priprava škropiva

Pri izbiri koncentracije in odmerkov upoštevamo navodila priložena v ali na embalaži fitofarmacevtskega pripravka, predvsem pa navodila strokovnih služb. Brez temeljite strokovne presoje od priporočenih odmerkov in koncentracij ne odstopamo. Pri izračunu koncentracij si pomagamo s tabelo 7.

5.5.6 Pregledi naprav za nanašanje fitofarmacevtskih sredstev

Kakšne morajo biti naprave za nanašanje fitofarmacevtskih sredstev, urejata Pravilnik o pridobitvi certifikata o skladnosti za naprave za nanašanje fitofarmacevtskih sredstev (Ur. l. RS št. 56/1999), ki ureja kakovost novih naprav na našem tržišču in Pravilnik o pogojih in postopkih, ki jih morajo izpolnjevati in izvajati pooblaščen nadzorni organi za redno pregledovanje naprav za nanašanje fitofarmacevtskih sredstev (Ur. l. RS št. 12/2000), ki ureja, kakšne morajo biti naprave, ki so že v uporabi.

Naprave za nanašanje fitofarmacevtskih pripravkov (pršilniki, škropilnice in druge) so bistvenega pomena za učinek, ki ga pričakujemo od uporabe fitofarmacevtskih pripravkov. Zato morajo biti tehnično brezhibne in pravilno naravnane, potrebna pa je tudi določena poučenost osebe, ki z njimi ravna.

Zakon o fitofarmacevtskih sredstvih določa, da se smejo na tržišče dajati le naprave, s katerimi je ob predpisani rabi zagotovljeno za ljudi in okolje neškodljivo nanašanje fitofarmacevtskih sredstev. Isti zakon pa obvezuje imetnike teh naprav, da lahko uporabljajo le naprave, ki so redno pregledane in imajo znak o rednem pregledu, ki mora biti opravljen vsaki dve leti.

Tabela 6: Pretoki šob proizvajalcev Albuz, Lechler, Spray, TeeJet

Šoba	Tlak (barov)																								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Lechler TR (80°)																									
TR 80-067	0,22	0,27	0,31	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,49	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70						
TR 80-01	0,32	0,39	0,45	0,51	0,55	0,60	0,64	0,68	0,72	0,75	0,78	0,82	0,85	0,88	0,91	0,93	0,96	0,99	1,01						
TR 80-015	0,48	0,59	0,68	0,76	0,83	0,90	0,96	1,02	1,07	1,13	1,18	1,22	1,27	1,31	1,36	1,40	1,44	1,48	1,52						
TR 80-02	0,65	0,80	0,92	1,03	1,13	1,22	1,30	1,38	1,45	1,52	1,59	1,66	1,72	1,78	1,84	1,90	1,95	2,00	2,06						
TR 80-03	0,97	1,19	1,37	1,53	1,68	1,81	1,94	2,06	2,17	2,27	2,38	2,47	2,57	2,66	2,74	2,83	2,91	2,99	3,07						
TR 80-04	1,28	1,57	1,81	2,02	2,22	2,39	2,56	2,72	2,86	3,00	3,14	3,26	3,39	3,51	3,62	3,73	3,84	3,95	4,05						
TR 80-05	1,61	1,97	2,28	2,55	2,79	3,01	3,22	3,42	3,60	3,78	3,94	4,10	4,26	4,41	4,55	4,69	4,83	4,96	5,09						
Lechler ITR																									
ITR 80-01	0,32	0,39	0,45	0,51	0,55	0,60	0,64	0,68	0,72	0,75	0,78	0,82	0,85	0,88	0,91	0,93	0,96	0,99	1,01						
ITR 80-015	0,48	0,59	0,68	0,76	0,83	0,90	0,96	1,02	1,07	1,13	1,18	1,22	1,27	1,31	1,36	1,40	1,44	1,48	1,52						
ITR 80-02	0,65	0,80	0,92	1,03	1,13	1,22	1,30	1,38	1,45	1,52	1,59	1,66	1,72	1,78	1,84	1,90	1,95	2,00	2,06						
Lechler Injektordüse (120°)																									
ID 120-015	0,60	0,69	0,77	0,85	0,92	0,98	1,04	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,34	1,39	1,43	1,47	1,51	1,55	1,59	1,62	1,66	1,70	1,73		
ID 120-02	0,80	0,92	1,03	1,13	1,22	1,31	1,39	1,46	1,53	1,60	1,67	1,73	1,79	1,85	1,90	1,96	2,01	2,07	2,12	2,17	2,22	2,26	2,31		
ID 120-025	1,00	1,15	1,28	1,41	1,53	1,63	1,73	1,83	1,91	2,00	2,08	2,16	2,24	2,31	2,38	2,45	2,52	2,58	2,65	2,71	2,77	2,83	2,89		
ID 120-03	1,20	1,39	1,55	1,70	1,83	1,96	2,08	2,19	2,30	2,40	2,50	2,59	2,68	2,77	2,86	2,94	3,02	3,10	3,17	3,25	3,32	3,39	3,46		
ID 120-04	1,60	1,85	2,07	2,26	2,44	2,61	2,77	2,92	3,06	3,20	3,33	3,46	3,58	3,70	3,81	3,92	4,03	4,13	4,23	4,33	4,43	4,53	4,62		
Lechler IS Injektor Enddüse (25 + 60°)																									
IS 80-02	0,60	0,69	0,77	0,84	0,91	0,97	1,03	1,09	1,14	1,19	1,24	1,29	1,33	1,38	1,42	1,46	1,50	1,54	1,58	1,62	1,65	1,69	1,72		
IS 80-025	0,86	0,90	1,13	1,24	1,34	1,43	1,52	1,60	1,68	1,75	1,82	1,89	1,96	2,02	2,08	2,14	2,20	2,26	2,32	2,37	2,42	2,48	2,53		
IS 80-03	1,05	1,21	1,35	1,48	1,60	1,71	1,81	1,91	2,00	2,09	2,18	2,26	2,34	2,41	2,49	2,56	2,63	2,70	2,77	2,83	2,90	2,96	3,02		
IS 80-04	1,36	1,57	1,75	1,92	2,07	2,21	2,35	2,47	2,60	2,71	2,82	2,93	3,03	3,13	3,23	3,32	3,41	3,50	3,59	3,67	3,75	3,83	3,91		
Albuz -ATR (80°)																									
Bela	0,18	0,22	0,25	0,27	0,30	0,32	0,34	0,36	0,37	0,39	0,41	0,42	0,44	0,45											
Vijolična	0,24	0,29	0,33	0,37	0,40	0,43	0,45	0,48	0,50	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61											
Rjava	0,31	0,38	0,43	0,48	0,52	0,56	0,59	0,62	0,66	0,69	0,71	0,74	0,77	0,78											

Šoba	Tlak (barov)																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Rumena	0,49	0,59	0,67	0,74	0,81	0,87	0,92	0,97	1,02	1,07	1,11	1,15	1,19	1,23						
Oranžna	0,64	0,77	0,88	0,98	1,06	1,14	1,21	1,28	1,34	1,40	1,46	1,51	1,57	1,62						
Rdeča	0,91	1,10	1,25	1,39	1,51	1,62	1,72	1,82	1,91	1,99	2,07	2,15	2,22	2,30						
Zelena	1,16	1,40	1,60	1,77	1,93	2,07	2,20	2,32	2,44	2,55	2,65	2,75	2,85	2,94						
Modra	1,61	1,94	2,21	2,45	2,66	2,86	3,04	3,21	3,37	3,52	3,66	3,80	3,93	4,06						
Albuz Disc Core (DC) keramične, CF - črn vrtničar, kot 20 - 40°, poln stožec																				
φ 0,8 mm				0,81				1,15						1,41					1,63	
φ 1,0				1,32				1,87						2,29					2,64	
φ 1,2				2,26				3,20						3,92					5,06	
φ 1,4				2,59				3,66						4,48					5,17	
φ 1,6				3,06				4,33						5,30					6,12	
φ 1,8				3,87				5,48						6,71					7,75	
φ 2,0				4,88				6,90						8,45					9,76	
Albuz Disc Core (DC) keramične, CH - moder vrtničar, kot 55 - 85°, votel stožec																				
φ 0,8 mm				0,53				0,75						0,92					1,06	
φ 1,0				0,73				1,03						1,26					1,46	
φ 1,2 barva				0,93				1,32						1,62					1,87	
φ 1,4				1,14				1,61						1,97					2,82	
φ 1,6				1,31				1,85						2,27					2,62	
φ 1,8				1,46				2,07						2,54					2,93	
φ 2,0				1,66				2,35						2,88					3,32	
Albuz Disc Core (DC) keramične, LE - bel vrtničar, kot 46 - 70°, votel stožec																				
φ 0,8 mm				0,81				1,15						1,41					1,63	
φ 1,0				1,30				1,84						2,25					2,60	
φ 1,2				1,38				1,95						2,39					2,76	
φ 1,4				1,65				2,34						2,86					3,31	
φ 1,6				1,87				2,64						3,23					3,73	
φ 1,8				2,05				2,90						3,55					4,10	
φ 2,0				2,26				3,20						3,92					4,53	

Šoba	Tlak (barov)																								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Arag																									
019.48.040									1,32					1,53					1,86						2,04
019.48.044									1,65					1,92					2,04						2,56
Zupan																									
rdeča							0,39		0,42		0,45														
zelena							058		064		0,69														
modra											1,19			1,30			1,37								
bela											1,90			2,08			2,28								
TeeJet TXB																									
vijolična	0,16	0,19	0,22	0,25	0,27	0,28	0,30		0,33					0,39					0,45						
zelena	0,22	0,26	0,30	0,33	0,36	0,39	0,41		0,45					0,55					0,62						
oranžna	0,33	0,39	0,45	0,50	0,54	0,58	0,62		0,68					0,82					0,93						
zelena	0,49	0,59	0,68	0,75	0,82	0,88	0,94		1,0					1,3					1,5						
rumena	0,65	0,79	0,90	1,0	1,1	1,2	1,3		1,4					1,7					2,0						
modra	0,97	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9		2,2					2,6					3,0						
rdeča	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,4	2,6		2,9					3,6					4,1						
TeeJet -Drive Mist (vrtinčar s 5 luknjami)																									
D2	*	*	*	*	*	*	*	*	1,8		1,8		1,9		1,9		2,0		2,1		2,3		2,6		
D3	*	*	*	*	*	*	*	*	2,4		2,6		2,8		2,9		3,0		3,1		3,2		3,3		
D4	*	*	*	*	*	*	*	*	3,8		4,1		4,5		4,7		4,9		5,0		5,2		5,5		
D5	*	*	*	*	*	*	*	*	5,3		5,8		6,2		6,5		7,1		7,4		7,7		8,0		
D6	*	*	*	*	*	*	*	*	7,8		8,4		9,1		9,7		10,3		10,9		11,3		11,9		
D7	*	*	*	*	*	*	*	*	10,6		11,6		12,7		13,5		14,2		15,0		15,6		16,5		
D8	*	*	*	*	*	*	*	*	13,6		14,8		16,2		17,1		18,3		19,1		22,0		20,9		
D10	*	*	*	*	*	*	*	*	19,0		20,8		22,6		24,0		25,5		26,7		27,9		29,1		
TeeJet -Drive Mist (vrtinčar z 2 luknjama)																									
D2									1,1		1,2		1,3		1,35		1,4		1,5		1,85		1,9		
D3									1,25		1,37		1,5		1,6		1,7		1,8		1,85		1,9		

		Tlak (barov)																								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Šoba																										
D4									2,0	2,2	2,2	2,6	2,3	2,85	2,5	2,6	3,15	2,75	2,9	3,0	3,45	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
D5									2,35	2,6	2,6	3,0	3,7	3,95	3,95	4,15	4,38	4,6	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
D6									3,1	3,4	3,4	4,0	4,4	4,65	4,65	4,85	5,1	5,3	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
D7									3,6	4,0	4,0	4,4	4,65	4,65	4,85	5,1	5,3	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
D8									4,35	4,75	4,75	5,15	5,15	5,5	5,5	5,85	6,2	6,5	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75
TeeJet Jumbo																										
A2									0,8	0,85	0,85	0,9	0,95	1,0	1,05	1,1	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
A3									1,25	1,35	1,35	1,4	1,45	1,5	1,6	1,65	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
A4									2,0	2,1	2,1	2,25	2,35	2,45	2,5	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
A5									2,5	2,7	2,7	2,9	2,9	3,0	3,0	3,15	3,35	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45
A6									2,55	2,8	2,8	3,0	3,0	3,2	3,2	3,35	3,55	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
A7									2,85	3,15	3,15	3,4	3,4	3,6	3,6	3,8	4,0	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
A8									3,4	3,6	3,6	3,9	3,9	4,1	4,1	4,35	4,5	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75

Redne preglede izvajajo ekipe, ki jih je za takšne preglede pooblastilo Ministrstvo za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano. Takšne pooblaščen ekipe so v Sloveniji pri Fakulteti za kmetijstvo v Mariboru, na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec in pri srednjih kmetijskih šolah. Nadzor o izvajanju pregledov izvaja Inšpektorat za kmetijstvo, gozdarstvo, lovstvo in ribištvo.

5.5.7 Varno delo s fitofarmaceutskimi sredstvi

Sestavine fitofarmaceutskih pripravkov:

Fitofarmaceutski pripravki so pripravki, v katerih so nekatere snovi pripravljene tako, da jih je mogoče uporabljati za varstvo rastlin. V večini primerov so sestavljeni iz več snovi. Med njimi je vsekakor najpomembnejša aktivna snov, ki odreja bistvene fitofarmaceutske lastnosti pripravka, pa tudi učinke v okolju, lastnosti, ki vplivajo na varnost dela z njimi in druge lastnosti. Poleg aktivne snovi so v pripravku še druge snovi, ki omogočajo, da pripravek sploh lahko uporabimo (npr. prašimo, škropimo, zamegljujemo, in podobno). Nekatere aktivne snovi so zelo strupene, vendar so v pripravkih pripravljene tako, da je njihova uporaba ob upoštevanju navodil za varno delo varna. Sodobne fitofarmaceutske snovi so takšne, da se potem, ko jih uporabimo in ko se pokaže njihov učinek, v primerno kratkem času razgradijo v za okolje nenevarne snovi.

Aktivna snov in njene lastnosti:

Vsebnost aktivne snovi je v različnih vrstah pripravkov zelo različna. Pripravki za zapraševanje vsebujejo npr. le pol do nekaj odstotkov aktivne snovi, pripravki za škropljenje pa od 50 do 80 in več odstotkov. Verjetnost, da se dogodi nesreča pri rokovanju s fitofarmaceutskimi pripravki je praviloma večja pri pripravkih, ki so zelo koncentrirani in pri tistih, ki vsebujejo zelo strupene aktivne snovi.

Osnovne podatke o lastnostih pripravkov, oziroma aktivnih snoveh v njih, najdemo v kratkih navodilih, ki so nalepljena na embalaži ali pa so embalaži priložena. Ta navodila moramo vsakič pazljivo prebrati. Na začetku navodila je ponavadi napisano, katero aktivno snov pripravek vsebuje. Ime aktivne snovi morda za samo uporabo niti ni tako zelo pomembno, saj tehnološko navodilo ponavadi navaja ime pripravka. Pomembno pa je s stališča varstva pri delu, predvsem v primeru morebitne zastrupitve. V večini primerov se lahko zdravnik odloči za način zdravljenja le na podlagi podatkov o aktivni snovi in ne na podlagi imena pripravka. Priloženo navodilo zato vedno shranimo in ga pri morebitnem iskanju zdravniške pomoči vzamemo s seboj!

Prodor strupenih snovi v telo:

Ena od zelo pomembnih lastnosti fitofarmaceutskih pripravkov, ki jo moramo z vidika varstva pri delu še posebno upoštevati, je način prodora aktivne snovi v organizem. Aktivne snovi lahko prodrejo v živalski organizem, torej tudi v človeka, skozi usta, kožo in skozi dihala. Večinoma imajo sposobnost, da v organizem prodrejo na več načinov. V navodilih je ponavadi posebej poudarjeno kako najbolj prodirajo, kar nam omogoča, da se pri delu smiselno zavarujemo. Pri tistih, ki prodirajo v telo predvsem skozi kožo, si bomo zavarovali predvsem kožo, pri tistih, ki prodirajo skozi dihala predvsem dihala, itd. Kadar ne poznamo natančno lastnosti pripravka, se moramo zavarovati vsestransko. Da bi lahko razumeli navodila, moramo v zvezi s prodiranjem fitofarmaceutskih snovi v organizem poznati nekatere strokovne izraze.

Snovi, ki prodirajo skozi kožo, prodirajo dermalno, tiste, ki prodirajo skozi usta, prodirajo oralno, tiste, ki prodirajo skozi dihala, pa inhalacijsko. Po podatkih iz strokovnega slovstva je največ zastrupitev skozi kožo (67 %), zatem skozi usta (25 %) in najmanj skozi dihalne organe (7 %).

Znaki zastrupitev in ukrepi pri zastrupitvah s fitofarmaceutskimi sredstvi:

Večina fitofarmaceutskih pripravkov, pri katerih je nevarnost zastrupitve največja, vsebuje snovi, ki delujejo na živčni sistem. Predstavniki takšnih snovi so organofosforni insekticidi in insekticidi iz skupine karbamatov. Znaki zastrupitev so zato večinoma takšni, ki izvirajo iz motenj živčnega sistema. Ponavadi so to utrujenost, glavobol, slabost, znojenje, spremembe telesne temperature, slinjenje, motnje vida (za organofosforne insekticide je npr. značilno zoženje zenice), drhtenje, bruhanje in drugi znaki. Znaki zastrupitev za posamezne pripravke so opisani v priloženem navodilu.

Ukrepi pri zastrupitvah:

Vsekakor je dobro, da se z znaki zastrupitev, ki so opisani v priloženem navodilu, seznanimo. Iz izkušenj pa vemo, da je prve znake zastrupitve težko prepoznati, zato pri vsakem slabem počutju pri delu s pesticidi takoj prenehamo z delom in čimprej poiščemo zdravniško pomoč. V kolikor čakamo na prevoz k zdravniku, začnemo zastrupljenca takoj umivati z vodo in milom ter mu zamenjamo obleko. V kolikor ima visoko temperaturo, ga hladimo tako, da ga umivamo z vlažno krpo, če pa ga zebe, poskrbimo, da mu bo toplo. V kolikor na navodilu niso izrecno navedeni ukrepi ob zastrupitvah, je to skoraj vse, kar lahko storimo za zastrupljenca.

Priročnik o toksikoloških lastnostih pesticidov v Republiki Sloveniji (RS Ministrstvo za zdravstvo, 1998) pravi o prvi pomoči naslednje:

Ocenitev življenjskih funkcij (dihanje, srčni utrip) in po potrebi hitro uvedeni ukrepi pomenijo začetek vsake pomoči zastrupljencu. V akutnem primeru ne zadostuje, da pokličemo zdravnika, ampak je treba nemudoma ravnati po najboljši vednosti oziroma dajati prvo pomoč ter premostiti čas do prihoda zdravnika, ki bo uvedel ukrepe, potrebne za ohranitev življenja. Obvestimo zdravnika, shranimo embalažo, posodo in navodila za uporabo in jih pokažemo zdravniku. Zastrupljenca premestimo iz strupenega okolja na svež zrak. Takoj mu slečemo premočeno (kontaminirano) obleko, fitofarmaceutsko sredstvo mu speremo s kože z vodo in milom, če je mrzlo, zastrupljenca pokrijemo s toplo odejo. Če je strup v želodcu, ga pri zavestnem skušamo odstraniti z bljuvanjem (topla slanica, ena jedilna žlica kuhinjske soli na en kozarec vode, mehansko draženje). Nikoli ne dajemo ricinusovega olja, mleka, jajc ali alkohola, saj to pospešuje absorpcijo učinkovin.

Protistrupi:

Protistrupi so snovi, s katerimi omilimo ali preprečimo delovanje strupov. Strokovni izraz za protistrup je antidot. Za mnoge fitofarmaceutske pripravke so protistrupi znani, za mnoge pa tudi ne. Zdravnik se lahko za pravilen protistrup in za ustrezno zdravljenje odloči le, če ve, s katero aktivno snovjo se je ponesrečenec zastrupil. Še enkrat zato poudarjamo, da moramo ponesrečenca pri napotitvi k zdravniku opremiti s kar največ podatki o snoveh, s katerimi je delal, vsekakor pa z navodilom za uporabo pripravka.

5.5.8 Postopki ravnanja z odvečnim škropivom, odpadno embalažo in odpadnimi fitofarmaceutskimi sredstvi

Odpadnemu škropivu se izognemo predvsem z natančnim preračunavanjem potrebnih količin za površino, ki jo nameravamo tretirati. Kljub temu pa se ostankom ne moremo povsem izogniti. Neporabljeno škropivo razredčimo z 10-kratno količino vode in takšno brozgo uporabimo v že tretiranem hmeljišču.

Postopki ravnanja z embalažo so opisani v navodilu za uporabo fitofarmaceutskega sredstva. Če je predvideno vračanje embalaže trgovcu je najbolje, da se o vračanju s trgovcem dogovorimo že ob nakupu. Ravnanje z odpadno embalažo je nevarno delo. Pri ravnanju s škropivom ravnamo s 300 do več tisočkrat razredčenim sredstvom, pri ravnanju z odpadno embalažo pa z ostanki koncentriranega fitofarmaceutskega sredstva. Zato še posebej strogo upoštevamo navodila za varno delo !

Vse premajhno skrb posvečamo odpadnim fitofarmaceutskim pripravkom, pri čemer mislimo na pripravke, ki niso več primerni za varstvo rastlin. To je pravzaprav problem, do katerega ne bi prihajalo, če bi fitofarmaceutske pripravke nabavljali in uporabljali načrtno. Če pa se zgodi, da nam ostanejo in je rok za njihovo uporabo pretekel, se o tem, kaj storiti s takšnim pripravkom, posvetujemo s strokovnjakom za varstvo rastlin. Če je bil pripavek pravilno skladiščen, ga je v večini primerov mogoče še koristno uporabiti. Za večje količine je pri proizvajalcu ali tudi pri distributerju mogoče priskrbeti podaljšanje roka uporabe. Manjše količine oddamo prodajalcu, ki poskrbi za njihovo uničenje.

5.6 ZAKONODAJA S PODROČJA VARSTVA RASTLIN

(Datum zadnjih sprememb 15. 02. 2002)

A. Zdravstveno varstvo rastlin:

Zakon o zdravstvenem varstvu rastlin. U. l. RS, št. 45 /01.

Pravilnik o postopkih za preprečevanje vnosa, širjenja in zatiranje škodljivih organizmov, rastlin, rastlinskih proizvodov in nadzorovanih predmetov. U. l. RS, št. 69/01.

Pravilnik o pogojih za uvoz ali premeščanje določenih škodljivih organizmov, rastlin, rastlinskih proizvodov in nadzorovanih predmetov za poskusne, raziskovalne ali razvojne namene in za delo pri žlahtnjenju rastlin. U. l. RS, št. 69/01

Pravilnik o pogojih za registracijo imetnikov določenih rastlin, rastlinskih proizvodov in nadzorovanih predmetov za namene zdravstvenega varstva rastlin, in o pogojih za izdajanje rastlinskih potnih listov. U. l. RS, št. 93/01.

Pravilnik o obveščanju glede zadržanja pošiljk rastlin, rastlinskih proizvodov in nadzorovanih predmetov ali izoliranih škodljivih organizmov iz uvoza, ki predstavljajo nevarnost za vnos in širjenje škodljivih organizmov. U. l. RS, št. 13/02.

Pravilnik o potrjevanju zdravstvenega stanja in kakovosti semenskega krompirja ter o prometu s semenskim krompirjem. U. l. RS, št. 111/00.

Pravilnik o obrazcu izkaznice, znaku in znački mejnega fitosanitarnega inšpektorja. U. l. RS, št. 47/93.

Pravilnik o pogojih, ki jih morajo izpolnjevati skladišča in drugi prostori za skladiščenje rastlin, in podjetja, ki se ukvarjajo z dezinfekcijo in dezinsekcijo rastlin ter z deratizacijo prostorov. U. l. SFRJ, št. 33/91.

Pravilnik o obveznem zdravstvenem pregledu posevkov in objektov, semena in sadilnega materiala kmetijskih in gozdnih rastlin. U. l. SFRJ, št. 52/86 in št. 3/87.

Pravilnik o načinu pošiljanja poročil in podatkov o pojavih rastlinskih boleznih in škodljivcev ter o ukrepih za preprečevanje njihovega širjenja in njihovo zatiranje. U. l. SFRJ, št. 61/77.

Odredba o ukrepih za preprečevanje širjenja in zatiranje šarke, ki jo povzroča virus Plum pox virus. U. l. RS, št. 18/02.

Odredba o ukrepih za preprečevanje širjenja in za zatiranje hmeljeve uvelosti, ki jo povzročata glivi *Verticillium alboatrum* Reinke et Berthold in *Verticillium dahliae* Klebahn. U. l. RS, št. 65/01.

Odredba o pogojih za tranzit pošilk krompirja iz Egipta, ki se pretovarjajo v Luki Koper. U. l. RS, št. 21/01.

Odredba o ukrepih za omejevanje in preprečevanje širjenja rizomanije, ki jo povzroča virus *Beet necrotic yellow vein furovirus*. U. l. RS, št. 86/00.

Odredba o pogojih za tranzit pošilk krompirja, ki se prekladajo v Luki Koper, U. l. RS, št. 32/00.

Odredba o izvajanju sistematičnega nadzora in ukrepov za preprečevanje širjenja in zatiranje krompirjeve obročkaste gnilobe, ki jo povzroča bakterija *Clavibacter michiganensis* (Smith) Davis et al. *ssp. sepedonicus* (Spieckermann et Kotthoff) Davis et al. U. l. RS, št. 54/99.

Odredba o izvajanju sistematičnega nadzora in ukrepov za preprečevanje širjenja in zatiranje krompirjeve rjave gnilobe, ki jo povzroča bakterija (*Ralstonia solanacearum* /Smith/Yabuuchi et al.). U. l. RS, št. 85/99.

Odredba o ukrepih za preprečevanje širjenja in zatiranje krompirjevega raka (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.) in krompirjevih ogorčic (*Globodera rostchiensis* Woll. in *Globodera pallida* Stone). U. l. RS, št. 51/98.

Odredba o pogojih za uvoz krompirja, da se prepreči nevarnost vnosa povzročitelja rjave gnilobe (*Ralstonia/ Pseudomonas/solanacearum*/Smith/Yabuuchi et al.). U. l. RS, št. 76/97. in št. 96/99.

Odredba o ukrepih za preprečevanje širjenja in zatiranje bakterijskega hruševega ožiga. U. l. RS, št. 13/91.

Odredba o pogojih, ki jih morajo izpolnjevati strokovne organizacije združenega dela za opravljanje obveznih zdravstvenih pregledov kmetijskih posevkov za pridelovanje semena, objektov za pridelovanje gozdnega semena in objektov za pridelovanje sadilnega materiala. U. l. SRS, št. 4/78.

Odredba o pogojih za promet s kostanjevim rakom okuženih plodov in lesa pravega kostanja U. l. SFRJ, št. 40/77.

Uredba o določitvi vstopnih mest in o minimalnih pogojih za izvajanje inšpekcijskih pregledov rastlin, rastlinskih proizvodov in nadzorovanih predmetov na vstopnih mestih U. l. RS, št. 4/02.

Uredba o prenehanju veljavnosti uredbe o ustanovitvi mejnih postaj za varstvo rastlin U. l. RS, št. 21/95.

Uredba o zavarovanju samoniklih gliv U. l. RS, št. 38/94 in št. 44/95.

Uredba o pristojbinah za obvezne zdravstvene preglede rastlin v prometu čez državno mejo (uvoz, izvoz, prevoz v tranzitu) in v notranjem prometu. U. l. RS, št. 28/94.

Odločba o določitvi mej posebno nadzorovanega območja in o ukrepih za preprečevanje širjenja in zatiranje bakterijskega hruševega ožiga v Naklem in okolici. U. l. RS, št. 31/02.

Odločba o pooblastitvi Kmetijskega zavoda Maribor za izvajanje določenih nalog javne službe za varstvo rastlin. U. l. RS, št. 38/01.

Odločba o pooblastitvi Kmetijskega inštituta Slovenije za izvajanje določenih nalog javne službe za varstvo rastlin. U. l. RS, št. 38/01.

Odločba o pooblastitvi Kmetijskega zavoda Ljubljana, Oddelek Novo mesto za izvajanje določenih nalog javne službe za varstvo rastlin. U. l. RS, št. 38/01.

Odločba o pooblastitvi Inštituta za fitomedicino na Biotehniški fakulteti za izvajanje določenih nalog javne službe za varstvo rastlin. U. l. RS, št. 38/01.

Odločba o pooblastitvi Kmetijsko gozdarske zbornice Slovenije-Kmetijsko gozdarskega zavoda Nova Gorica za izvajanje določenih nalog javne službe za varstvo rastlin. U. l. RS, št. 38/01.

Odločba o pooblastitvi Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec za izvajanje določenih nalog javne službe za varstvo rastlin. U. l. RS, št. 38/01.

Odločba o pooblastitvi Nacionalnega inštituta za biologijo za izvajanje določenih nalog javne službe za varstvo rastlin. U. l. RS, št. 38/01.

Odločba o pooblastitvi organizacij za spremljanje zdravstvenega stanja sadilnega materiala večletnih rastlin iz uvoza. U. l. RS, št. 39-1615/93.

Odločba o pooblastitvi določenih strokovnih organizacij združenega dela za opravljanje obveznih zdravstvenih pregledov kmetijskih posevkov za pridelovanje semena, objektov za pridelovanje gozdnega semena in objektov za pridelovanje sadilnega materiala. U. l. SRS, št. 10/78.

Navodilo o objavljanju podatkov o pojavu in razširjenosti na novo odkritih karantenskih rastlinskih boleznih in škodljivcev U. l. RS, št. 40/91.

Pregled organizacij združenega dela, ki so pooblašcene za opravljanje strokovne kontrole nad odbiranjem matičnih rastlin za sadjarstvo, vinogradništvo in hmeljarstvo U. l. SRS, št. 24/75.

Seznam sort krompirja, ki so odporne proti krompirjevemu raku in krompirjevim ogorčicam, in imajo dovoljenje za trgovanje v Republiki Sloveniji. U. l. RS, št. 62/00.

B. Promet s fitofarmacevtskimi sredstvi:

Zakon o fitofarmacevtskih sredstvih. U. l. RS, št. 11/01.

Odredba o obveznem sodelovanju imetnikov pri zatiranju škodljivih organizmov na železniških objektih. U. l. RS, št. 42/95.

Odredba o določitvi mejnih prehodov za promet fitofarmaceutskih sredstev in postopkov nadzora nad uvozom fitofarmaceutskih sredstev. U. l. RS, št./01.

Pravilnik o zahtevani dokumentaciji za oceno aktivnih snovi. U. l. RS, št. 31/02.

Pravilnik o zahtevani dokumentaciji za registracijo in oceno fitofarmaceutskih sredstev. U. l. RS, št. 31/02.

Pravilnik o enotnih načelih ocenjevanja in registracije fitofarmaceutskih sredstev. U. l. RS, št. 31/02.

Pravilnik o opremljanju fitofarmaceutskih sredstev. U. l. RS, št. 67/01.

Pravilnik o vpisu in izbrisu iz registra pravnih in fizičnih oseb za trgovanje s fitofarmaceutskimi sredstvi. U. l. RS, št. 58/01.

Pravilnik o pogojih, ki jih morajo izpolnjevati gospodarske družbe, zadruge in samostojni podjetniki za proizvodnjo oziroma trgovanje s fitofarmaceutskimi sredstvi. U. l. RS, št. 27/95 in 69/95.

Pravilnik o pogojih, pod katerimi smejo podjetja oziroma druge pravne osebe opravljati biološke prve preiskave in preiskave fizikalnih, kemičnih in bioloških lastnosti sredstev za varstvo rastlin. U. l. SFRJ, št. 36/91.

Pravilnik o načinu izdajanja dovoljen za notranji promet sredstev za varstvo rastlin. U. l. SFRJ, št. 32/91.

Pravilnik o vrsti naprav za dezinsekcijo, dezinfekcijo in deratizacijo v skladiščih blaga rastlinskega izvora. U. l. SRS, št. 22/80.

Pravilnik o zahtevani opremi in strokovni usposobljenosti delavcev organizacij združenega dela, ki opravljajo dezinsekcijo, dezinfekcijo in deratizacijo tretjim osebam in o postopku pri opravljanju tega dela. U. l. SRS, št. 22/80.

Uredba o stroških razvrstitve fitofarmaceutskih sredstev. U. l. RS, št. 14/00.

Odločba o pooblastitvi Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec za izvajanje določenih nalog javne službe na področju fitofarmaceutskih sredstev in naprav. U. l. RS, št. 23/01.

Odločba o pooblastitvi Kmetijskega inštituta Slovenije za izvajanje nalog javne službe na področju fitofarmaceutskih sredstev. U. l. RS, št. 23/01.

Odločba o pooblastitvi Kmetijsko gozdarske zbornice Slovenije - Kmetijsko gozdarskega zavoda Nova Gorica, za izvajanje določenih nalog javne službe na področju fitofarmaceutskih sredstev. U. l. RS, št. 23/01.

Odločba o pooblastitvi Urada za kemikalije Republike Slovenije pri Ministrstvu za zdravstvo za izdelavo mnenja o razvrstitvi, pakiranju in označevanju fitofarmaceutskih sredstev ter za izdelavo ocene vpliva fitofarmaceutskih sredstev na zdravje ljudi in okolje. U. l. RS, št. 26/01.

Odločba o pooblastitvi organizacij za opravljanje bioloških prvih preiskav vzorcev sredstev za varstvo rastlin, proizvedenih iz novih aktivnih snovi. U. l. RS, št. 7/93 in 39/93.

Odločba o pooblastitvi organizacij za opravljanje kemičnih, fizikalnih in bioloških preiskav sredstev za varstvo rastlin. U. l. RS, št. 7/93 in 39/93.

Odredba o varstvu čebel pred kemičnimi sredstvi za varstvo rastlin. U. l. SRS, št. 23/77.

Odredba o prepovedi ali omejitvi prometa oziroma uporabe fitofarmaceutskih sredstev, ki vsebujejo določene aktivne snovi. U. l. RS, št. 105/01.

Odredba o obveznem sodelovanju imetnikov pri zatiranju škodljivih organizmov na železniških objektih. U. l. št. 42/95.

C. Rezidui:

Pravilnik o mejnih vrednostih pesticidov v oziroma na rastlinah oziroma živilih rastlinskega izvora. U. l. RS, št. 54/99.

Uredba o monitoringu pesticidov v živilih in kmetijskih proizvodov. U. l. RS, št. 13/99.

D. Škropilnice in pršilniki:

Pravilnik o pridobitvi certifikata o skladnosti za naprave za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev. U. l. RS, št. 37/01 in U. l., št. 80/01.

Pravilnik o spremembah in dopolnitvah pravilnika o pridobitvi certifikata o skladnosti za naprave za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev. U. l. RS, št. 80/01.

Pravilnik o vsebini in načinu vodenja registra naprav certificiranih tipov, ki so uspešno oziroma neuspešno prestale redni pregled. U. l. št. 68/95.

E. Izobraževanje:

Pravilnik o strokovnem usposabljanju ter vsebini in načinu opravljanja izpita iz fitomedicine in preskusa znanja iz varstva rastlin. U. l. RS, št. 12/00 in U. l. RS, št. 1/01.

F. Drugo:

Zakon o kemikalijah (ZKEM). U. l., št. 36/99.

Zakonodajo je mogoče spremljati tudi na spletni strani:

[http://www.bf.uni-lj.si/ag/fito/!](http://www.bf.uni-lj.si/ag/fito/)

5.7 PROGRAMI VARSTVA HMELJA PRED BOLEZNIMI, ŠKODLJIVCI IN PLEVELI

Različni programi varstva hmelja nastajajo zaradi neusklajenosti zakonodaje v različnih državah uvoznicah hmelja. Izbor fitofarmaceutskih pripravkov, ki jih lahko uporabljamo v Sloveniji mora ustrezati slovenski zakonodaji, kar pomeni, da mora pripravek biti registriran v Sloveniji za varstvo hmelja, glede vrst fitofarmaceutskih pripravkov in količin ostankov njihovih aktivnih snovi v pridelku pa mora ustrezati tudi zahtevam držav uvoznic našega hmelja. Poleg omenjenih zahtev, ki so zahteve na ravni posameznih držav - uvoznic našega hmelja, se pri prodaji hmelja posameznim trgovcem srečujemo še s posebnimi zahtevami, ki so lahko zahteve posameznih kupcev. Glede na

zahteve velikih končnih kupcev, sta se v Evropi oblikovala predvsem dva škropilna programa: 'nemški' in 'ameriški' škropilni program.

Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec neprenehoma spremlja postopke registracij fitofarmaceutskih pripravkov v državah uvoznicah našega hmelja in obvešča o izbiri fitofarmaceutskih sredstev za 'nemški' in 'ameriški' program varstva hmelja pred boleznimi, škodljivci in pleveli vse hmeljarje, ki v posameznem letu prijavijo pridelovanje hmelja pri Hmeljni komisiji. O posebnih programih se dogovorita na začetku pridelovanja hmeljar in kupec hmelja. V izogib zapletom pri prodaji hmelja, se naj hmeljar in kupec hmelja ob dogovoru o prodaji hmelja posameznega letnika dogovorita tudi o škopilnem programu in načinu nadzora izvajanja programa.

5.8

LITERATURA

Blackman, J. D., Rees L., Glendinning, P.J. The effects of alternatives to soil residual herbicides on weed control, yield and quality of hops. *Journal of horticultural Science*, 71, 1996, 4, s. 629-638.

Ciota, G. Suitability of herbicides for weed controlling in hop gardens during hop growth. *Pamiętnik Pilawski, Poland*, 1986, 83, s. 131-139.

Cvjetković B., Kač, M., Dolinar, M. *Phytophthora citricola* Sawada - novi parazit hmelja u Jugoslaviji. *Acta Bot. Croat.*, 1987, 46, s. 153-159.

Darby, P. The Symptoms and Biology of Hop powdery mildew. *Brewers digest*, February, 1998, s. 24-28.

Dolinar, M. Epifitotološke raziskave hmeljne peronosporo (*Pseudoperonospora humuli* Miy. et Takah.) in izdelava modela za napoved okužb v razmerah Savinjske doline : magistrsko delo, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana, 1985.

Dolinar, M., Simončič, A. Hmeljeva uvelost (*Verticillium albo-atrum* Reinke at Berthold in *Verticillium dahliae* Klehban) v Sloveniji. *Hmeljar*, 1999, 3-4, s. 32-36.

Dolinar, M., Žolnir, M. Schwellenorientiertes Entscheidungsschema für epidemiebezogene Bekämpfung der Hopfenperonospora (*Pseudoperonospora humuli* Miy. et Takah.). *Die Bodenkultur*, 45 Band, Heft 1, 1994, s. 49-56.

Dolinar, M., Žolnir, M. Hmeljeva uvelost (*Verticillium* spp.) v hmeljiščih. *Hmeljar*, 1998, 3-4, s. 40-42.

Dolinar, M. Vpliv ILAR virusov na pridelek in kakovost hmelja, reinfekcija in občutljivost različnih kultivarjev nanje. *Zbornik predavanj in referatov s 1. slovenskega posvetovanja*, Ljubljana : Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 1993, s. 55-60.

Dolinar, M., Kralj, D. Občutljivost različnih hmeljnih kultivarjev za hmeljevo peronosporo (*Pseudoperonospora* Miy. et Takah.) in hmeljevo pepelovko (*Sphaerotheca humuli* Burr.). *Hmeljne sadike*, 1995, s. 6-12.

Gmelch, F., Rossbauer, G. The method of tillage in hop gardens in the Federal Republic of Germany. *Hopfen Rundschau*, 36 - 1985, 20, s. 393-396, 401-403.

Kač, M. Bolezni in škodljivci na hmelju. *Žalec*, 1958, s. 71-112.

Kač, M. Varstvo hmelja pred pleveli boleznimi in škodljivci v zatavljenih hmeljiščih. Hmeljar, Priloga hmeljarja, 1976, 4, s. 25.

Kač, M. Raziskave plevela v hmeljiščih Slovenije. Zbornik iz V. Jugoslovanskega simpozija za hmeljarstvo, 1982, s. 265-276.

Kač, M. Plevelna vegetacija v hmeljiščih. Poročilo o delu za leto 1984, IHP Žalec, s. 33-56.

Kač, M. Vpliv delovne širine in vozne hitrosti na nanos fitofarmacevtskih karantenskih pripravkov pri tretiranju hmeljišč. Hmeljar, Žalec, 1993.

Kač, M. Vpliv delovne širine in vozne hitrosti na nanos fitofarmacevtskih karantenskih pripravkov pri tretiranju hmeljišč. Hmeljar, Žalec, 1993.

Kač, M. Vpliv vozne hitrosti na kakovost nanosa pri pršenju hmeljišč. Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo. 32. seminar o hmeljarstvu, Dobrna, 17. in 18. marec 1994.

Kač, M. S kakšnimi pršilniki in kako tretiramo nasade. Zbornik predavanj in referatov s 1. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Radenci, 1993.

Kač, M. Spritzverfahren mit Axialgebläsen in Hopfenanlagen. Proceedings of the Technical Commission I.H.G.C. of the XXXVIIth International Hop Congress, Leon, Spain, 1989.

Kišgeci, J., Mijavec, A., Aćimović, M., Spevak, P., Vučić, N. Hmeljarstvo, Poljoprivredni fakultet - Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, 1984.

Knapič, V., Dolinar, M. Primerjava modelov za prognozo hmeljeve peronospor (Pseudoperonospora humuli Miy. et Takah.). Zbornik predavanj 3. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin v Portorožu od 4. do 5. marca 1997, Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin, 1997, s.167-172.

Kohlman, H., Kastner, A. Der hopfen. Hopfen-Verlag Wolnzach, 1975, 388 s.

Leskošek, M. Praktično gnojenje. Knjižica za pospeševanje kmetijstva, ČZP Kmečki glas, Ljubljana, 1976, 125 s.

Maček, J., Matjaž, K., Žolnir, M. Untersuchungen zur Biologie des Hopfen (Mais) Zünslers (Ostrinia nubilalis Hbn.) an Hopfen und Versuche zu seiner Bekämpfung. 47. Deutsche Pflanzenschutztagung in Berlin, 1.-5. Oktober, 1990. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt fuer Land und Fortwirtschaft, Heft 266, Oktober, 1990.

Neve, R. Hops. Chapman and Hall, London, New York, 1991, Chapter 7, 8, Fungal diseases, Virus diseases, s. 137-197.

Novak M., Maček, J. Tehnike nanašanja pesticidov. Kmečki glas, Ljubljana, 1990.

Parker, R. Weed control in hop. Extension bulletin Washington State University, Cooperative Extension Service (USA), 1985, 1328, 22 s.

Priročnik o fitofarmacevtskih sredstvih v Republiki Sloveniji. 2. izdaja. Društvo za varstvo rastlin v sodelovanju z MKGP Službo za varstvo rastlin. Ljubljana 1999.

Priročnik o toksikoloških lastnostih pesticidov v Republiki Sloveniji. Republika Slovenija - Ministrstvo za zdravstvo. Ljubljana 1998.

Radišek, S. Analiza povzročiteljev hmeljeve uvelosti (*Verticillium* spp.) z molekulskimi markerji in umetnimi okužbami hmelja. Magistrsko delo, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana 2001, s. 61.

Radišek, S., Simončič, A., Dolinar, M., Žolnir, M. Stanje in aktivnosti na področju hmeljeve uvelosti (*V. albo-atrum* Reinke & Berthold in *V. dahliae* Klebahn) v Sloveniji v letu 2000. Hmeljarski bilten, 2001, 8, s. 43-46.

Rasmussen, J. Mechanical Weed Management. Proceedings of Second International Weed Control Congress, Copenhagen, Denmark, 1996, s. 943-948.

Simončič, A., Veronek, M., Svet, M. Zatiranje plevla v hmeljiščih v razmerah omejene rabe herbicidov. Hmeljarski bilten, Žalec, 1996, s. 66-72.

Wagner, T. Dosedanji rezultati preizkušanja podora in zatavljanja hmeljišč. Jugoslovanski simpozij za hmeljarstvo, Velenje, 25.-26. april 1962, s. 98-103.

Žolnir, M., Carnellutti, J. *Hydraecia micacea* (Esper, 1789) - Član avtohtone entomofavne in občasni škodljivec hmelja v Sloveniji. V : Maček, Jože (ur.). Zbornik predavanj in referatov z 2. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin v Radencih od 21. - 22. februarja 1995. Ljubljana : Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 1995.

Žolnir, M. O odpornosti na fitofarmacevtske pripravke. Hmeljar 63, 1993, junij, s. 31-33.

Žolnir, M. Nekatere kvalitativne značilnosti nanosa škropiva v območju pršilnika pri pršenju hmeljišč. V : Maček, Jože (ur.). Zbornik predavanj in referatov s 1. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin v Radencih od 24.-25. februarja 1993. Ljubljana : Sekcija za varstvo rastlin pri Zvezi društev kmetijskih inženirjev in tehnikov Slovenije, 1993.

Žolnir, M. Prognoza pojava hmeljeve uši (*Phorodon humuli*) in signalizacija rokov za njeno zatiranje. Maček, Jože (ur.). Zbornik predavanj in referatov 3. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin v Portorožu od 4. do 5. marca Ljubljana : Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 1997.

6 PREHRANA HMELJNIH RASTLIN

6.1 SPREJEM HRANIL IN GIBLJIVOST IONOV PO RASTLINI

Rastlina dobi hranila v glavnem iz tal. Hranila v tleh so prisotna kot fiksirana (rastlinam nedostopna), sorptivno vezana na površini talnih delcev (rastlinam posredno dostopna) ali kot prosti ioni v talni raztopini (rastlinam direktno dostopni).

Hranila prihajajo do korenin z vodnim tokom, ki je usmerjen h koreninam, kadar je koncentracija ionov na površini korenin nižja in od korenin, če je povečana. Potovanje hranil v tleh je v obeh primerih odvisno od vlažnosti tal, v suhih tleh je praktično zaustavljeno.

Dostopnost hranil v tleh zavisi od koncentracije ionov v talni raztopini, puferne sposobnosti tal (vzpostavljanje stalne koncentracije hranil v talni raztopini), razširjenosti korenin, prisotnosti kisika, vlažnosti tal in aktivnosti mikroorganizmov.

Sprejem hranil v rastlino pa je odvisen v prvi vrsti od fizioloških potreb rastline v različnih razvojnih obdobjih (največja je v času cvetenja, najmanjša pa v obdobju mirovanja), transpiracije vode (pri zelo visokih koncentracijah hranil ionski transport po rastlini narašča s stopnjo transpiracije, pri optimalnih koncentracijah hranil pa ionski transport ni direktno odvisen od transpiracije) ter temperature zraka in talne raztopine (nizke temperature (do 10°C) zavirajo sprejem in transport ionov v nasprotju z višjimi temperaturami (nad 22°C), ki vplivajo na povečan sprejem ionov).

Pri sprejemu ionov iz talne raztopine, rastlina ni sposobna razlikovati škodljivih od zanje neškodljivih oziroma neobhodno potrebnih ionov.

Ioni se gibljejo po rastlini navzgor od korenin do poganjkov (akropetalno) in od poganjkov navzdol (bazipetalno).

Bazipetalno dobro potujejo predvsem alkalni ioni, dušik in žveplo potujeta kot amino kisline, tudi fosfor potuje v organski obliki (tabela 7). Možnost bazipetalnega gibanja je pomembna za **foliarno gnojenje**. Foliarno gnojenje pomeni gnojenje preko listov. Ob škropljenju z gnojilom se povrhnjica lista razširi in ioni lahko prehajajo do celic. Sprejem je pogojen s koncentracijo določenega hranilnega elementa v rastlini. Če ga je v rastlini veliko, bo sprejem slabši in obratno. Zato je foliarno gnojenje učinkovito le, če hranila v rastlini primanjkuje. Foliarno gnojenje stimulira presnovo rastline in s tem posredno vpliva na povečan sprejem ionov tudi preko korenin. Predvsem je uspešno foliarno gnojenje z mikrohranili (npr. železo, mangan, cink, bor).

Dobra	Srednja	Slaba
natrij	cink	kalcij
kalij	baker	barij
fosfor	mangan	magnezij
žveplo	železo	
klor	molibden	

Tabela 7:
Gibljivost nekaterih ionov v bazipetalni smeri
(Furlan, 1981)

Akropetalno gibanje omogoča v obdobju pomanjkanja premestitev nekaterih ionov iz starejših listov v mlajše. Glede sposobnosti gibanja hranilnih elementov v akropetalni smeri, delimo elemente na:

- a) mobilne: dušik, fosfor, kalij, magnezij
- b) nemobilne: kalcij, žveplo, železo, baker, cink, bor, molibden

Poznavanje možnosti gibanja posameznih hranilnih elementov je pomembno za diagnostiko znakov pomanjkanja. Če se simptomi pojavijo na starejših listih, pomeni to pomanjkanje enega izmed mobilnih elementov, na mlajših pa pomeni to pomanjkanje enega izmed nemobilnih elementov.

6.2 HRANILNI ELEMENTI, KI JIH POTREBUJE RASTLINA

Rastlinam potrebne elemente delimo glede na potrebno količino v makrohranila in mikrohranila. Vsakemu od njih pripada specifična funkcija in ob pomanjkanju se javljajo specifični simptomi.

Glavna hranila ali makrohranila : rastline jih potrebujejo sorazmerno veliko in jih moramo običajno dodajati z gnojenjem (dušik, fosfor, kalij, kalcij, žveplo, magnezij)

Sledovna hranila ali mikrohranila : rastline jih potrebujejo malo, vendar so za njihov obstoj nujno potrebni (železo, bor, mangan, baker, cink, molibden). Koristni, vendar ne za vse rastline nujno potrebni so tudi natrij, klor in silicij.

Medsebojni vpliv posameznih hranilnih elementov je lahko sinergističen (vzajemni) ali antagonističen (nasprotni).

Sinergizem: povečan sprejem nekega hranila zaradi vpliva drugega hranila (npr. nitratni dušik : kationi)

Antagonizem: zmanjšan sprejem nekega hranila zaradi povečane koncentracije drugega hranila (npr. kalij: magnezij)

6.2.1 Makrohranila

6.2.1.1 Dušik

Dušik je rastlinsko hranilo, ki ga je potrebno bolj kot katerikoli drugo, prilagajati tlu, rastlinam in vremenu. Neustrezno gnojenje povzroča morfološke spremembe rastlin, večja občutljivost za bolezni in stresne razmere, onesnažuje podtalnico, površinske vode in ozračje, v tleh pa povzroča spremembe reakcije in strukture tal, spremembe življenja v tleh in akumulacijo toksičnih substanc.

Za optimalno gnojenje z dušikom je nujno vzpostaviti primerne pogoje za mineralizacijo in nitrifikacijo, izbrati ustrezno količino in obliko gnojila ter čas in način aplikacije.

Rastline lahko direktno koristijo le mineralni dušik (amonijski in nitratni), ki predstavlja v tleh zelo majhen del dušika (1-2 %). Dušik prihaja v tla preko biološke fiksacije (mikroorganizmi vežejo dušik direktno iz zraka), padavin, gnojenja in mikrobiološke razgradnje organskih snovi. Organsko snov mikroorganizmi v procesu

mineralizacije predelajo do amonijske oblike dušika (NH_4) in nadalje v procesu nitrifikacije preko nitrita (NO_2) do nitrata (NO_3), ki je direktno dostopen rastlini, vendar močno podvržen izpiranju.

Izgube dušika iz tal so posledica izpiranja (2 – 100 kg/ha letno), fiksacije s strani rastlin in živali ter plinskih izgub t.j. volatilizacije (pretvorba amonijskega dušika v amonijak, ki izhlapeva v zrak) in denitrifikacije (redukcija nitratnega dušika do plinskih oblik, ki izhlapevajo iz tal).

Znaki pomanjkanja:

rastline so majhne, slabo razrasle, listi so blede, svetlo rumeni, včasih se pojavljajo rdečkasti toni. Razbarvanje odkrijemo najprej na starejših listih, ki običajno tudi predčasno odpadejo.

Znaki prekomerne preskrbe:

rastline so temno zelene, sočnega izgleda in imajo široke liste. Pri povečani preskrbi rastline z dušikom se poleg intenzivne rasti, pojavijo na rastlini tipične morfološke spremembe kot npr. skrajšanje koreninskega sistema, povečanje listov, gostota listov se zmanjša, listi se povesejo, steblo se daljša.

Metode za ugotavljanje količine mineralnega dušika v tleh

N-min metoda

Pri tej metodi predpostavljamo, da je količina mineralnega dušika (nitratnega in amonijskega), ki jo zgodaj spomladi ugotovimo v tleh, neposredno na voljo rastlini in jo zato lahko odštejemo od potrebne letne količine dušika (ciljne vrednosti). Vzorce tal pobereмо vsako leto pred začetkom spomladanske rasti in jih nato čim hitreje (največ en dan) pri temperaturi +2 do +4 °C dostavimo v laboratorij.

N-min metodo danes uspešno uporabljajo v številnih državah po svetu (npr. ZDA, Nemčija, Švica, Nizozemska, Danska, Avstrija, Belgija, Velika Britanija, Vojvodina) za svetovanje gnojenja z dušikom pri strnem žitu, koruzi, sladkorni pesi, krompirju, ogrščici, hmelju, zelenjadnicah, v sadjarstvu in vinogradništvu. Zanesljivost metode zmanjšujejo predvsem velike količine padavin, lahka peščena tla, visoke temperature, velike količine organskih gnojil, različnost rastlin glede potreb po dušiku v kolobarju ter intenzivna obdelave tal.

N-an metoda

N-an metoda je v principu popolnoma enaka kot N-min metoda. N-an metoda vedno določa obe mineralni obliki dušika. V raziskavah se je pokazala kot primerna metoda za ozimna žita, sladkorno peso, krompir, silažno koruzo, repico, rž idr. Priporoča se dopolnjevanje rezultatov s hitrim nitratnim testom.

EUF-metoda

Za ugotavljanje mineralnega dušika v tleh se uporablja tudi EUF (elektro-ultra-filtracijska) metoda, ki je v glavnem v uporabi za gnojenje sladkorne pese v Nemčiji in Avstriji. Pri tej metodi določamo dve frakciji rastlinskih hranil t.j. rastlinam dostopna hranila in rastlinam potencialno dostopna hranila. Posebej določimo organsko frakcijo in nitratni dušik, ki je praktično ekvivalenten tistemu, ki ga izmerimo z N-min metodo.

Hitri nitratni test

Za določanje dušika v tleh lahko uporabimo hitrejšo in cenejšo metodo t.j. hitri nitratni test z nitratno testno paličico. Talni vzorec prelijemo z destilirano vodo, filtriramo in v tako pripravljeni raztopini določimo količino nitratnega dušika s testno paličico. Določena količina nitrata pokaže na paličici določeno barvo, ki jo primerjamo s priloženo barvno skalo. Ta metoda predstavlja grobo oceno in jo lahko uporabimo le orientacijsko.

Metode za ugotavljanje vsebnosti dušika v rastlinah

Hitri nitratni test

S hitrim nitratnim testom določamo koncentracijo nitratov v rastlinskem soku s pomočjo testne paličice, ki glede na koncentracijo nitratov v soku, razvije različno intenzivno barvo. Metoda je enostavna, hitra in poceni, vendar lahko služi le za oceno trenutnega stanja prehranjenosti rastline. Zelo pomembno je tudi, da pravilno odvozamo vzorec rastlinske mase v ustrezni fazi razvoja.

Analiza rastlinskega tkiva v laboratoriju

S to analizo lahko ugotavljamo skupni dušik ali pa npr. samo amonijski in nitratni del in na osnovi tega sklepamo na prehranjenost rastline. Pri tej metodi je prav tako izrednega pomena pravilno vzorčenje, kar pomeni, da moramo iz ustreznih rastlinskih delov nabrati povprečne vzorce v primernem razvojnem stadiju. Analiziramo lahko različne rastlinske organe in tkiva, vendar količine hranil v posameznih organih precej varirajo. Koncentracija hranil je v listih večja kot v katerem koli drugem organu, zato običajno vzorčimo liste. En rastlinski vzorec naberemo na največ dveh hektarjih, za večje površine je potrebno več vzorcev. Vzorce naberemo vedno na povprečno razvitih rastlinah, diagonalno čez celo njivo.

Za določanje potreb rastline po hranilih je analiza rastlinskih organov predvsem dopolnilna metoda k analizi tal.

6.2.1.2 Fosfor

Fosfor je v tleh prisoten v organski obliki in anorganski obliki, v glavnem v obliki fosfatov, ki so raztopljeni v talni raztopini ali vezani na talne delce. Močna vezava preprečuje spiranje fosfatov, v Sloveniji se letno spere le okrog 3 do 8 kg/ha. V globino se spira počasi, povprečno 2 cm letno.

Med vsemi rastlinskimi hranili izkoriščajo rastline fosfor najslabše, saj je izkoristek fosforja iz mineralnih gnojil le 15-30 % in iz hlevskega gnoja 20-35 %. V povprečju lahko računamo, da se v enem letu v naših razmerah izkoristi le okrog 15 % dostopnega fosforja. Rastlina sprejema fosfor v obliki fosfatov. Preskrbljenost rastlin s fosforjem je najbolj odvisna od reakcije tal, kadar je pH pod 5,3 se tvorijo težko topne oblike, ki so rastlinam nedostopne.

Fosfat je v rastlini dobro gibljiv, več ga je v mladih rastlinskih delih. Večina rastlin potrebuje največ fosforja na začetku rasti, ko sprejmejo 60 do 90 % vsega potrebnega fosforja.

Znaki pomanjkanja:

rastline so majhne, pokončne rasti s tankimi stebli in slabo razraščeni koreninami, cvetovi in plodovi so majhni. Listi so umazano zelene barve, včasih so tudi rdečkasto obarvani.

Znaki prekomerne preskrbe:

zaviran je sprejem nekaterih kovin, predvsem cinka, zato se kažejo znaki pomanjkanja cinka.

6.2.1.3 Kalij

90-98 % kalija je vezanega v mineralih in je zato rastlinam relativno nedostopen, le 1-2 % od celotne količine kalija v tleh je sprejemljivega za rastline t.j. kalij v talni raztopini in izmenljivi kalij na površini talnih delcev. Kalij se v globino počasi premešča.

Od prehrane s kalijem je odvisna odpornost rastlin na mraz, sušo, bolezni in škodljivce. Sprejem je odvisen od intenzitete presnove rastline. V mladih listih ga je več kot v starih, po rastlini je dobro gibljiv in se hitro premešča do mest, kjer nastopi pomanjkanje. Sprejem kalija je lahko močno oviran s strani nekaterih drugih hranil (kalcij, magnezij, natrij, amonij).

Znaki pomanjkanja:

pomanjkanje kalija dolgo časa ne postane izrazito vidno. Vidni znaki so uvelost rastlin, na listnih robovih se pojavijo svetlo rumene pege, kasneje tudi nekroze. Listi rastlin so majhni in slabo razviti.

Znaki prekomerne preskrbe:

se kažejo kot znaki pomanjkanja nekaterih drugih hranil predvsem kalcija, magnezija, natrija in amonija.

6.2.1.4 Kalcij

Kalcij je v tleh v glavnem prisoten v obliki težko topnih soli. V tleh ima posebno vlogo, ker vpliva na reakcijo tal (pH vrednost tal). Iz ornice se ga v Sloveniji spere veliko t.j. od 200 kg/ha CaO v severovzhodnih območjih Slovenije do celo 800 kg/ha CaO v zahodnih delih Slovenije.

Sprejem kalcija je lahko zaviran s strani drugih ionov (kalij, magnezij, natrij, amonij). Starejši listi ga imajo več kot mlajši, ob pomanjkanju se ne premešča.

Znaki pomanjkanja: kloroze, nekroze, odmiranje rastnih vršičkov; mehki, pegasti in deformirani plodovi.

Apnjenje tal

Učinek apnjenja se kaže v dodajanju kalcija kot hranilo in v vplivu na reakcijo tal. Reakcijo tal izražamo s *pH vrednostjo*. Kislo reakcijo tal lahko popravimo z apnjenjem, ki dvigne pH vrednost in poveča količino dostopnega kalcija in magnezija, zmanjša pa količino prostega železa, aluminija in mangana.

Potrebe po apnjenju najbolj določimo z laboratorijskimi analizami, za orientacijsko določanje vsebnosti apnenca v zemlji pa lahko uporabimo tudi hitro metodo, kjer vzorec zemlje v posodi prelijemo z 10 % solno kislino in na osnovi intenzitete šumenja sklepamo na prisotnost apnenca. Približno oceno reakcije tal lahko dobimo tudi s pomočjo indikatorskih rastlin npr. divjega hrena, ki kaže na kislila tla ali divjega ovsa, ki kaže na bazična tla.

Vpliv reakcije tal na prehrano rastlin

V močno kislih tleh je ovirana dostopnost kalcija, magnezija, kalija in drugih kationov, železo, aluminij in mangan pa preidejo v ionsko stanje, ki je rastlinam škodljivo. Aluminij in mangan vežeta tudi fosfate, ki postanejo tako za rastline nedostopni. Spremembe v koncentraciji soli in ionskem ravnotežju pa vplivajo tudi na mikrobiološko aktivnost, predvsem je zavirana pretvorba dušika (nitrifikacija). Najugodnejša reakcija tal za večino kulturnih rastlin je pri pH 6,2-7,2. Kadar je pH vrednost 3 ali manj, se začno korenine razkrajati, pri pH devet ali več ni mogoče več sprejemanje fosfatov.

Vplivi nekaterih mineralnih gnojil na reakcijo tal

Hitrost učinka apnjenja je odvisna predvsem od lastnosti tal, vlažnosti tal in disperznosti materiala za apnjenje. Da dosežemo uspehe pri apnjenju z apnencem morajo biti vsi delci manjši od 2 mm, od tega pa mora biti vsaj 50 % delcev manjših od 0,4 mm.

A. Gnojila za nevtralna tla:

1. Fiziološko kislila
 - amonsulfat
 - amonsulfatni nitrat
2. Fiziološko nevtralna gnojila
 - kalijeve soli
 - superfosfat
 - sečnina
 - amonnitrat

B. Gnojila za kislila tla:

1. Fiziološko bazična gnojila
 - kalcijev nitrat (norveški soliter)
 - natrijev nitrat (čilski soliter)
2. Bazična gnojila
 - KAN
 - Tomaževa žlindra
 - mikrofos
 - apneni dušik
 - apnenec, žgano apno, dolomit

6.2.1.5 Magnezij

Količina magnezija v tleh je zelo različna, ker je odvisna od porekla geološkega substrata in od lastnosti tal. Magnezij se nahaja v tleh v glavnem v obliki magnezijevega karbonata in dolomita. V Sloveniji so v glavnem vsa tla dobro preskrbljena z magnezijem.

Rastlina sprejme magnezij v obliki dvovalentnega kationa (Mg^{+2}). Pri sprejemu magnezija delujeta antagonistično predvsem kalij, kalcij in amonij, sinergistično pa deluje na fosfor. Pretirano gnojenje predvsem s kalijem, lahko povzroči pomanjkanje magnezija. Največ ga je v starejših listih, vendar je dobro gibljiv po rastlini in se v primeru pomanjkanja lahko premesti iz starejših listov k mlajšim.

Znaki pomanjkanja :

najprej se pojavijo na starejših listih, med listnimi žilami se pojavijo kloroze, kasneje nekroze, medtem ko ostanejo žile zelene.

Znaki prekomerne prehranjenosti :

se kažejo kot znaki pomanjkanja hranil, ki so z magnezijem antagonistični.

6.2.1.6 Žveplo

Žveplo se nahaja v tleh v organski in anorganski obliki. Vsebnost žvepla v tleh je odvisna od količine humusa in mineralizacije organske snovi v tleh. Le 10-15 % od celotnega žvepla se nahaja v vodotopni obliki kot sulfat. S padavinami pride letno v tla okrog 30-50 kg žvepla/ha, spere pa se ga letno od 20-60 kg/ha.

Rastline sprejemajo žveplo v glavnem skozi korenine v obliki sulfatov, lahko pa ga sprejmejo tudi preko listov kot SO_2 iz zraka. Antagonizma z drugimi anioni ni.

Znaki pomanjkanja :

so podobni znakom pomanjkanja dušika, vendar se za razliko od dušika pojavijo znaki najprej na mlajših listih.

6.2.2 Mikrohranila

Velika intenziteta gnojenja hmeljskih nasadov z makrohranili mora biti nujno uravnotežena z dodajanjem mikrohranil. Mikrohranila odločilno vplivajo na encimatsko delovanje ter na osnovne biokemične oziroma fiziološke procese v rastlinah. Večletno trajanje hmeljskih nasadov pomeni enostransko siromašenje zemlje za določena hranila, ki se včasih kaže tudi kot pomanjkanje nekaterih mikrohranil. Do pomanjkanja pride zlasti zaradi intenzivnega apnjenja, obdelave tal, prekomernega gnojenja in antagonizmov med hranilnimi elementi. Tudi z mikrohranili gnojimo vedno na osnovi rezultatov kemičnih analiz tal in rastlinskega materiala.

Povprečni letni hektarski odvzemi nekaterih mikrohranil s pridelkom 1500 kg suhega hmelja/ha (Bureš, 1980) :

Bor	:	0,21 kg
Mangan	:	0,25 kg
Baker	:	2,41 kg
Cink	:	0,24 kg
Molibden	:	0,043 kg

6.2.2.1 Bor

Bor je pomemben za reguliranje transporta snovi v rastlini in ima bistveno vlogo pri oplodnji cvetov ter pri uravnavanju vodnega režima. S staranjem rastline se bor ne vrača z ostalimi elementi v korenine, tako da se s spraviom rastlinske mase nepovratno izgubi.

Znaki pomanjkanja:

V primeru pomanjkanja rastlina sicer sprejema hranila, vendar se hranila kopičijo v koreninah in se ne transportirajo v asimilacijske organe. Pomanjkanje se pojavi predvsem v daljših sušnih obdobjih, na lahkkih tleh z visokim pH in ob prekomerni založenosti s kalijem in kalcijem v tleh. Pogosto je vzrok pomanjkanja bora pretirano apnjenje tal. Znake pomanjkanja bora uvrščamo v skupine glede stopnje pomanjkanja:

- zmerno pomanjkanje: spodnji listi so asimetrični z izjedami v listnem robu (bršljanasti listi), rastni vršiček je puhast. Rastlina normalno raste in pridelek ni vidno prizadet.
- močnejše pomanjkanje: listi so mehurjasti z globokimi izjedami na robu, terminalni rastni vršiček se ukrivi, posuši in odmre. Pomanjkanje se odraža na pridelku.
- akutno pomanjkanje: rast rastlin se ustavi, listi so drobni, mehurjasti in koprivasti, internodiji so kratki. Rastline imajo grmast habitus in ob nadaljnjem pomanjkanju propadejo.

Znaki prekomerne oskrbe:

Na listnih ploskvah se pojavijo rjave pege premera 1 mm, listi se zvijajo navzgor, peclji listov se vihajo navzdol. Znaki toksičnega delovanja bora se pojavijo pri hmelju pri 3 do 4 ppm bora v tleh in se odrazijo tudi na pridelku.

6.2.2.2 Mangan

Mangan vpliva na potek fotosinteze, transport ogljikovih hidratov, presnovo dušika in je udeležen pri številnih encimatskih reakcijah.

Znaki pomanjkanja:

V primeru pomanjkanja je na splošno prehrana rastlin z drugimi hranili slabša. Listi dobijo mrežast izgled, kasneje se razvijejo nekroze. Do pomanjkanja pride običajno ob prekomernem gnojenju s fosforjem in pri povečani količini železa in bakra v tleh. Pomanjkanje je značilno za nevtralna ali alkalna peščena tla. Večina tal ima bogate rezerve mangana.

6.2.2.3 Baker

Baker je sestavni del klorofila in nekaterih encimov, pomanjkanje bakra ovira fotosintezo in s tem tvorbo sladkorja in škroba.

Znaki pomanjkanja:

Pomanjkanje bakra se lahko pojavi na humusnih, močvirnih in barskih tleh. Ob pomanjkanju postanejo listi rumeno-zeleni, v sušnih obdobjih pa se obarvajo rdeče.

6.2.2.4 Cink

Cink je sestavni del številnih encimov in sodeluje v presnovi aminokislin in beljakovin. Pospešuje predvsem tvorbo cvetnih nastavkov.

Znaki pomanjkanja:

Pomanjkanje se pojavi v primeru prevelikih količin fosforja v tleh, v mrazu in pri previsokih ali prenizkih pH vrednostih. Listi so svetli, tanjši, drobni in kodrasti. Pozneje so listi rumenozeleni, ozki in podolgovati z izrazitimi žilicami na listnih ploskvah.

6.2.2.5 Železo

Železo je pomembno za sintezo klorofila in tudi za veliko fermentov posebno citohroma, ki sodeluje pri prenosu kisika.

Znaki pomanjkanja:

Pomanjkanje se pojavi pri prekomerni oskrbi z manganom, fosforjem, kalcijem in pri previsoki pH vrednosti. Pomanjkanje se pojavi najprej v mladih listih. Rastline zaostanejo v rasti, mladi listi so najprej rumeni (kloroza), nato belkasti.

6.2.2.6 Molibden

Molibden ima pomembno vlogo pri fiksaciji dušika iz zraka in pri redukciji nitrata, znižuje tudi toksičnost mangana, bakra in cinka.

Znaki pomanjkanja:

Pojavijo se drobne svetlorjave pege med žilami na listih, ki so podobne znakom pomanjkanja dušika.

6.3 MINERALNA (RUDNINSKA) GNOJILA

6.3.1 Dušikova gnojila (tabela 8)

Tabela 8: Pregled dušikovih gnojil

Gnojilo	Formula	Vsebnost dušika (%)	Dodatki
a) amonijska plinski amoniak utekočinjen amoniak amonsulfat	NH ₃ NH ₃ (NH ₄) ₂ SO ₄	82 82 20-21	
b) nitratna kalcijev nitrat (= norveški soliter) natrijev nitrat (= čilski soliter)	Ca(NO ₃) ₂ NaNO ₃	15,5 16	
c) amon-nitratna amonijev nitrat kalcijev amonijev nitrat (= KAN) amonsulfatni nitrat	NH ₄ NO ₃ NH ₄ NO ₃ + CaCO ₃ (NH ₄) ₂ SO ₄ · NH ₄ NO ₃	34 27 27	17-20 % dolomita, 5 % MgO
d) amidna urea (= sečnina) apneni dušik (= kalcijev cianamid)	CO(NH ₂) ₂ CaCN ₂	46 20	60 % apna
e) amon-nitratno-amidna UAN (amonnitrat + urea)	NH ₂ NO ₃ + CO(NH ₂) ₂	31	

6.3.2 Fosfatna gnojila (tabela 9)

Tabela 9: Pregled fosfatnih gnojil

Gnojilo	Formula	Vsebnost P ₂ O ₅ (%)	Dodatki
superfosfat	Ca(H ₂ PO ₄) ₂	16 - 18	50 % sadre, oksidi
tripleks (= trojni fosfat)	Ca(H ₂ PO ₄) ₂	45 - 50	oksidi, voda
Thomasov fosfat (= žlindra)	Ca ₃ (PO ₄) ₂ · (Ca ₂ SiO ₄)	14 - 16	45 % apna, 2-3 % MgO, Fe, Mg, Mn, Cu, B
hiperfos	apatit	28 - 30	20 % apna, 1-2 % MgO, mikrohranila
mikrofos	apatit	28 - 30	20 % apna, 1-2 % MgO, mikrohranila

6.3.3 Kalijeva gnojila (tabela 10)

Tabela 10: Pregled kalijevih gnojil

Gnojilo	Formula	Vsebnost K_2O (%)	Dodatki
surova kalijeva sol (= kajnit)	KCl	15	NaCl, $MgCl_2$
kalijeva sol 40 %	KCl	40	5-6 % MgO, 4 % S
kalijeva sol 40 %	KCl	40	20-30 % NaCl
kalijeva sol 50 %	KCl	50	10-15 % NaCl
kalijeva sol 60 %	KCl	60	1-3 % NaCl
kalijev sulfat	K_2SO_4	50	18 % S
kalijev magnezijev sulfat (= kalimagnesia)	K_2SO_4	30	10 % MgO, 4 % S
pepel (= potaša)	K_2SO_4 K_2CO_3	do 20	

6.3.4 Apnena gnojila (tabela 11)

Osnovna surovina so apneni materiali iz narave, ki vplivajo na reakcijo tal in hkrati izboljšujejo preskrbo rastlin s kalcijem. Za izboljšanje preskrbe rastlin s kalcijem lahko dodajamo razna apnena gnojila npr. apnenec ($CaCO_3$), ki počasi deluje ali žgano apno (CaO) in hidratizirano apno ($Ca(OH)_2$), ki delujeta hitreje. Za gnojenje uporabljamo tudi kalcijev sulfat ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), ki je počasi topen in vsebuje 23 % kalcija, kalcijeve kloride ($CaCl_2 \cdot 6H_2O$) z okrog 15 % kalcija ter kalcijeve nitrare z 20 % kalcija. Kalcijeve kloride in nitrare uporabljamo samo kot foliarno gnojilo v 1-2-odstotni raztopini.

Tabela 11: Pregled apnenih gnojil

Gnojilo	Formula	Vsebnost CaO (%)	Učinek	Dodatki
dolomit	$CaCO_3$, $MgCO_3$	42-53	počasen	silikati, MgO
mleti apnenec	$CaCO_3$	50	počasen	silikati, MgO
hidratizirano apno	$Ca(OH)_2$	70	hiter	
žgano apno	CaO	90	hiter	MgO
mešano apno	$CaCO_3$ $Ca(OH)_2$ CaO	60-65	počasen in hiter	MgO
saturacijsko apno	$CaCO_3$	28	počasen	0,4%N, 0,7% P $2O_5$, 1,5% MgO

6.3.5 Magnezijeva gnojila (tabela 12)

Po topnosti razlikujemo:

- v vodi topna magnezijeva gnojila (magnezijev sulfat : kizerit, grenka sol; magnezijev klorid in magnezijev nitrat), ki jih uporabljamo na tleh, kjer ni potrebno apniti

- v vodi netopna magnezijeva gnojila (magnezijev oksid, -hidroksid, -karbonat, -silikat), ki jih uporabljamo za kislila tla

Tabela 12: Pregled magnezijevih gnojil

Gnojilo	Formula	Vsebnost MgO (%)	Način aplikacije
Mg – sulfati:			
a) kizerit	$\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	27	v tla
b) grenka sol	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	17	foliarno in v tla
Mg-kloridi	$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	8	foliarno
Mg-oksidi	MgO	70	foliarno in v tla
Dolomit	$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	8 - 20	v tla

6.3.6 Žveplova gnojila (tabela 13)

Žveplova gnojila vsebujejo žveplo v hranljivi obliki t.j. kot sulfatni anion SO_4^{2-} . Pomanjkanje žvepla lahko uspešno odpravimo z dodajanjem gipsa (CaS), ki je počasi delujoč in težko topen v vodi ali pa z gnojenjem z aluminijevim sulfatom, ki tla precej zakisuje. Elementarno žveplo je običajno dodano drugim gnojilom.

Tabela 13: Pregled žveplovih gnojil

Gnojilo	Formula	Vsebnost S (%)
sadra	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	18,5
magnezijev sulfat	MgSO_4	25
grenka sol	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	13
amonijev sulfat	$(\text{NH}_4)_2 \cdot \text{SO}_4$	24
superfosfat	-	11
kalijev sulfat	K_2SO_4	18
hlevski gnoj (25 % sušine)	-	0,05

6.3.7 Gnojila z mikrohranili

6.3.7.1 Gnojila z borom (tabela 14)

Tabela 14: Pregled gnojil z borom

Gnojilo	Vsebnost B (%)
Boraks	11
Solubor	20
Fertisal B	2

6.3.7.2 Gnojila z manganom (tabela 15)

Tabela 15: Pregled gnojil z manganom

Gnojilo	Vsebnost Mn (%)
a) vodotopna	
manganov sulfat	24
manganov nitrat	32
manganovi kelati	13
b) nevodotopna	
manganovi oksidi	48

6.3.7.3 Gnojila z bakrom (tabela 16)

Tabela 16: Pregled gnojil z bakrom

Gnojilo	Vsebnost Cu (%)
a) vodotopni	
bakrov sulfat (=modra galica)	25
zeleni baker	48
bakrovi kelati	-
b) nevodotopni	
bakrovi oksidi	71
bakrovi silikati	25

6.3.7.4 Gnojila s cinkom (tabela 17)

Tabela 17: Pregled gnojil s cinkom

Gnojilo	Vsebnost Zn (%)
cinkov sulfat	23-36
cinkovi kelati	55
cinkovi oksidi	70

6.3.7.5 Gnojila z železom (tabela 18)

Tabela 18: Pregled gnojil z železom

Gnojilo	Vsebnost Fe (%)
železov sulfat (=zelena galica)	20
železovi kelati	5-9
železov oksalat	22

6.3.7.6 Gnojila z molibdenom (tabela 19)

Tabela 19: Pregled gnojil z molibdenom

Gnojilo	Vsebnost Mo (%)
a) vodotopni	
natrijev molibdat	40
amonijev molibdat	54
b) nevodotopni	
kalcijev molibdat	48
molibdenov trioksid	66

6.3.8 Sestavljena (kombinirana) gnojila

Sestavljena gnojila (mešana ali kompleksna ali NPK-gnojila) se razlikujejo po tem, koliko in katera hranila vsebuje posamezno gnojilo. Prednost kombiniranih gnojil je predvsem v tem, da lahko hkrati gnojimo z več hranili in tako lahko v enem delovnem postopku dodamo potrebno količino različnih hranil. Z uporabo kombiniranih gnojil se tudi izognemo eni največjih napak pri gnojenju t.j. enostranskemu gnojenju z enim hranilom. Slaba stran teh gnojil pa je v tem, da je zaradi vsebnosti različnih hranil težko odmerjati ustrezne količine, ki jih je potrebno dodati. Zato dolgotrajno gnojenje s kombiniranimi gnojili večkrat popolnoma poruši ustrezno ravnovesje hranil v tleh. Dokler ne vzpostavimo v tleh primerne ravnovesja hranil uporabljamo le enostavna gnojila. Šele po nekaj letih, ko dosežemo v tleh ustrezno ravnovesje hranil, lahko preidemo na uporabo kombiniranih gnojil. Za spremljanje učinkovitosti uporabe teh gnojil, je nujna občasna kemična analiza tal.

V zadnjih letih se je raznolikost kombiniranih gnojil močno povečala in poleg glavnih hranil lahko takšna gnojila vsebujejo tudi različna mikrohranila. Kombinirana gnojila so lahko zrnata (granulirana), tekoča ali v obliki tablet oziroma hranilnih palčk. Glede na specifične zahteve posameznih kulturnih rastlin, na gnojenje v prejšnjih letih ter na rezultate kemičnih analiz tal, izberemo ustrezno obliko gnojila z ustreznim razmerjem hranil. Gnojenje s sestavljenimi gnojili lahko po potrebi kombiniramo z enostavnimi gnojili.

Kadar v hmeljiščih uporabljamo sestavljena gnojila, je priporočljivo, da pri temeljni obdelavi v jesensko-zimskem obdobju uporabimo enostavna gnojila (P, K ali PK gnojila), ob prvem dognojevanju z dušikom pa po potrebi dognojimo še z NPK gnojilom.

6.4 ORGANSKA GNOJILA

Organske snovi izboljšujejo strukturo tal in s tem vplivajo na povečano kapaciteto tal za vodo in zrak ter uravnavajo temperaturni režim tal. Vežejo hranila v izmenljivi obliki ter omogočajo preskrbo mikroorganizmov in rastlin s hranili.

6.4.1 Hlevski gnoj

Hlevski gnoj ima hranilni učinek in hkrati izboljšuje strukturo tal. Vsebnost hranil je lahko precej različna in je odvisna predvsem od kakovosti živinske krme, nastila ter skladiščenja gnoja. Na splošno upoštevamo, da vsebuje 10 t hlevskega gnoja okrog 50 kg dušika, 25 kg fosforja in 60 kg kalija (tabela 20). Hlevski gnoj vsebuje tudi mikrohranila. Ena tona hlevskega gnoja vsebuje povprečno 3-5 g mangana, 0,2-0,5 g bakra, 0,3-0,6 g bora, 0,01-0,05 g molibdena in 1-2 g cinka.

V prvem letu po gnojenju se izkoristi iz hlevskega gnoja le 50 % hranil (dušika le okoli 30 %) v drugem letu okrog 30 % in v tretjem letu še 20 % hranil.

Za čim boljši izkoristek je pomembno kdaj in kako gnojimo s hlevskim gnojem. Na lahkih tleh ga zaorjemo spomladi, na težkih tleh pa gnojimo že jeseni. Gnoj na široko potrosimo in ga vedno takoj zaorjemo. Čim težja so tla, tem plitveje zaorjemo gnoj (na lahkih tleh 15-20 cm, na težkih tleh 5-10 cm). Za težka in mrzla tla je boljši gnoj, ki ima več slame in nastila. Na težkih tleh lahko uporabimo tudi sveži gnoj, na lahkih tleh pa le dobro uležan in dozorel gnoj.

Tabela 20: Gnojilna vrednost različnih vrst hlevskega gnoja v kg/10 t (Leskošek, 1993)

Vrsta gnoja	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Goveji gnoj	50	25	60
Prašičji gnoj	55	30	50
Konjski gnoj	65	30	60
Kokošji gnoj (suhi)	220	250	150

6.4.2 Gnojnica

Gnojnica je seč živali, pogosto pomešan tudi z vodo. Vsebuje veliko kalija in dušika ter zelo malo fosforja. Dušik je v obliki sečnine in se lahko zelo hitro izgubi, zato je pomembno pravilno skladiščenje. Bolje je, če gnojnico redčimo z vodo, ker lahko na ta način dosežemo boljšo vezavo amoniaka in manjše izgube. Okrog 90 % skupnega dušika je v gnojnici v amonijski obliki. Gnojnico apliciramo v oblačnem in ne prevročem vremenu in jo takoj zadelamo v tla. Gnojenje z gnojnico je prepovedano na strmih pobočjih, zasneženih in zamrznjenih tleh ter na tleh, zasičenih z vodo. Na kmetijskih zemljiščih je ne smemo uporabljati od 15. novembra do 15. februarja.

Količine hranil so zelo različne, odvisne od načina spravila gnojnice in dodatkov vode (tabela 21).

Tabela 21: Gnojilna vrednost gnojnice v kg/10 hl ali kg/1 m³ (Leskošek, 1993)

Vrsta gnojnice	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Goveja gnojnica	1,5-2,5	0,1-0,2	3-6
Prašičja gnojnica	2,5-3,0	0,2-0,4	2,5-5

6.4.3 Gnojevka

Gnojevka je mešanica živalskega blata in seča. Tudi hranilna sestava gnojevke je različna, odvisna od krme in skladiščenja (tabela 22). Gnojevko praviloma redčimo v gnojni jami ali pred razvažanjem. Z redčenjem dosežemo boljše izkoriščanje dušika iz gnojevke ter zmanjšamo nevarnost za zaskorjanje površine in za poškodbe rastlin. Redčimo jo v razmerju 1:1. Od skupnega dušika je v goveji gnojevki okrog 50 % dušika v amonijski obliki, v prašičji in perutninski pa okrog 70 %. Dušik iz gnojevke se ob pravilni aplikaciji izkoristi 60-70-odstotno.

Tudi za gnojevko velja, da je ne smemo uporabljati na strmih pobočjih, zasneženih, zamrznjenih tleh in na tleh zasičenih z vodo. Na kmetijskih zemljiščih je ne smemo uporabljati od 15. novembra do 15. februarja.

Tabela 22: Gnojilna vrednost gnojevke v kg/10 hl ali 1 m³ (Leskošek, 1993)

Vrsta gnojevke	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Goveja gnojevka	5	2	7
Prašičja gnojevka	5-6	2,5-3,5	3-6

6.4.4 Kompost

Kompost je produkt razgradnje rastlinskih in živalskih ostankov z različnimi dodatki. Izboljšamo ga lahko z dodatki bakterijskih kultur. Pri kompostiranju je pomembno premetavanje in zračenje kupa ter primerno C/N razmerje (20:1 - 30:1). Priprava komposta traja od nekaj mesecev do treh let. Za kompost lahko s pridom uporabimo tudi odpadke hmelja pri obiranju. Uporabljamo ga na enak način kot hlevski gnoj, vendar v manjših količinah.

Povprečna sestava komposta je naslednja (Kerin, 1966) :

N	:	0,30 %
P ₂ O ₅	:	0,15 %
K ₂ O	:	0,15 %
CaO	:	2-3 %
organska snov	:	10-50 %
voda	:	30 %

6.4.5 Slama

Slama vsebuje nekaj hranil, bolj pomembna pa je njena vloga pri izboljšanju strukture tal. Slama izboljšuje klimo tal, ugodno vpliva na vodni režim in na delovanje mikroorganizmov. Slama ozimne pšenice vsebuje okrog 0,6 % N, 0,3 % P_2O_5 in 1,1 % K_2O , C/N razmerje je 100:1 (Kerin, 1966).

Gnojenje samo s slamo zmanjšuje pridelek. Izkoristek slame izboljšamo s sekljanjem slame, zaoravanjem na globino 5-7 cm ter dodajanjem dušikovih gnojil (okrog 50 kg/ha), da preprečimo mikrobiološko vezanje dušika pri preperevanju slame. Pri gnojenju s slamo je na slabo založenih tleh s fosforjem (A in B stopnja založenosti), priporočljivo dodati tudi okrog 30 kg P_2O_5 /ha.

6.4.6 Podorine

Podorine izboljšujejo predvsem talno strukturo in pospešujejo vezavo dušika, nimajo pa bistvene hranilne vrednosti. Pomembne so za preprečevanje ali zmanjšanje spiranja hranil ter za premeščanje hranil iz globljih plasti tal v ornico s pomočjo korenin. Za podor uporabljamo v glavnem metuljnice - leguminoze (inkarnatka, črna detelja, bela detelja ipd.), ki preko simbioze sprejemajo dušik iz zraka ter z močnim in razvejanim koreninskim sistemom izboljšujejo strukturo tal ter mobilizirajo hranila iz globljih plasti tal. Leguminoze kot podorine dajo letno do 40 dt suhe organske snovi oziroma okoli 100-200 kg N/ha. Pogoj za dobro rast leguminos je ustrezen pH tal (6-7,5) in zadostna založenost s fosforjem in kalijem.

Za podor lahko uporabimo tudi druge vrste rastlin, ki dajo veliko zelene mase (repica, oves, ječmen, ogrščica, facelija ipd.) Pri neleguminozah moramo obvezno dodajati dušikova gnojila (50-60 kg/ha), da pridelamo zaželeno rastlinsko maso.

6.5 DOLOČANJE POTREB PO HRANILIH

6.5.1 Vidni znaki preskrbljenosti rastlin s hranili

Kadar ugotavljamo potrebe rastlin po hranilih, je zelo pomembno razpoznavanje vidnih znakov pomanjkanja ali preobilice hranil. V tem primeru moramo imeti barvni atlas simptomov ali opisni ključ simptomov. Pomembna za vizualno prepoznavanje znakov neprimerne preskrbe s hranili je razdelitev:

- a) pojav simptomov na starejših listih:
pomanjkanje mobilnih elementov (npr. dušik, fosfor, kalij, magnezij...)
- b) pojav simptomov na mladih listih:
pomanjkanje nemobilnih elementov (npr. železo, cink, baker, bor ...)

Drug pomemben aspekt je razlikovanje med klorozami in nekrozami:

- **kloroze** so rumenkasta razbarvanja listov. Poškodba je reverzibilna in izgine ob pravilni prehrani rastlin oziroma gnojenju. Kloroze so značilne za pomanjkanje dušika, magnezija, žvepla, železa.

- **nekroze** so rjava razbarvanja listov zaradi izumrtja tkiva. Poškodba je ireverzibilna in pomeni, da z gnojenjem nastalih poškodb ne moremo več popraviti, lahko le vplivamo na rast in razvoj novih listov. Nekroze so značilne za pomanjkanje kalija, mangana, bakra.

Stopnje preskrbljenosti rastline s hranili delimo v pet skupin:

- a) *akutno pomanjkanje*: slaba rast, majhni pridelki, pokažejo se vidni znaki pomanjkanja
- b) *latentno pomanjkanje*: rast je navidezno dobra, ni vidnih znakov pomanjkanja, vendar se po gnojenju opazno izboljšata rast in pridelek
- c) *dobra oskrbljenost*: pridelki so veliki in kakovostni
- d) *prekomerna oskrba*: rastline imajo preveč hranil, pridelek je manjši in slabše kakovosti
- e) *toksičnost*: pridelek je močno znižan, slabe kakovosti, oskrba z vodo je slabša zaradi previsoke koncentracije soli v tleh, pokažejo se vidni znaki toksičnosti

6.5.2 Biološke metode določevanja potreb po hranilih

a) *poljski poskusi*: skupaj z drugimi metodami so najboljša metoda. Slaba stran teh poskusov je v tem, da so razmeroma dragi, dolgotrajni, rezultati pa so veljavni le za določeno okolje in določeno rastlinsko vrsto.

b) *lončni poskusi*: potekajo v kontroliranih pogojih in so zato zanesljivejši, možno je proučiti več kombinacije, vendar so dolgotrajni in dragi.

6.5.3 Mikrobiološke metode določevanja potreb po hranilih

Količino in dostopnost hranila ugotavljamo na osnovi rasti micelija. To je primerna metoda predvsem za ocenjevanje dostopnosti mikrohranil in vsebnosti toksičnih substanc.

6.5.4 Kemične metode določevanja potreb po hranilih

6.5.4.1 Kemična analiza rastlin (foliarna analiza)

Velika količina nekega hranila v tleh še ne pomeni tudi velike količine v rastlini, saj je sprejem odvisen od eko-fizioloških pogojev, prisotnosti kisika, antagonizma ipd. Na osnovi foliarne analize določimo dejansko preskrbljenost rastlin z določenim hranilom. Za razpoznavanje potreb po hranilih si lahko pomagamo s hitrimi kemičnimi testi tkiva ali pa opravimo natančnejšo kemično analizo tkiva v laboratoriju. Kemična analiza rastlin je sicer dražja in bolj zapletena od talne analize, je pa bolj točna.

Jemanje vzorcev za kemično analizo rastlin

a) Čas pobiranja vzorcev

Količina hranil v rastlinskih delih se med rastno dobo močno spreminja. Optimalen čas nabiranja vzorcev je različen za različne rastlinske vrste. Na splošno velja, da vzorce nabereмо sredi sezone, ko se rast že umirja. Nabiramo polno razvite liste na enoletnih

poganjkih, redko tudi stebila ali korenine. Pri hmelju nabereмо konec junija ali v začetku julija polno razvite liste z zalistnikov na sredini rastline.

b) Število vzorcev

V neizenačenem nasadu pobereмо vzorce z večih rastlin in jih združimo v en vzorec, ki naj svež tehta okrog 150 do 300 g.

c) Postopki vzorčenja

Vzorčimo lahko na različne načine tako kot pri talnem vzorčenju:

- v smeri diagonale
- prečno čez parcelo
- povprek po parceli
- cik-cak po parceli
- na testnem mestu (v primeru homogenega nasada)

d) Priprava vzorcev za laboratorij

Vzorce po potrebi operemo in posušimo. Pakiramo jih v čiste škatle ali vrečke in jih opremimo z naslednjimi podatki:

- ime in priimek ter točen naslov lastnika
- ime parcele
- željene analize
- posebna zapažanja med rastjo

6.5.4.2 Kemična analiza tal

Za ustrezen rezultat kemične analize je predpogoj ustrezno vzorčenje tal. Pri tem so zlasti pomembni število vzorcev, način vzorčenja in ustrezna globina vzorčenja.

Jemanje vzorca tal za kemično analizo

a) Čas pobiranja vzorcev

Vzorce tal pobiramo ob koncu rastne dobe in pred naslednjim gnojenjem t.j. v obdobju od jeseni do spomladi. V letu, ko smo gnojili s hlevskim gnojem, praviloma ne jemljemo vzorcev tal za analizo. V času, ko pobiramo vzorce tal, zemlja ne sme biti prevlažna, zato počakamo, da se tla primerno osušijo.

b) Število vzorcev

Na izenačenih tleh pobereмо manj vzorcev, na nehomogenih tleh pa za vsak tip tal poseben vzorec. Vzorce pobiramo naključno in iz večih podvzorcev (vsaj 20 podvzorcev/ha, na travnikih 40 podvzorcev/ha), ki jih dobro zmešamo, pripravimo en vzorec tal, ki naj tehta 0,5 do 1 kg.

c) Postopki vzorčenja

Vzorčimo lahko na različne načine:

- v smeri diagonale
- prečno čez parcelo
- povprek po parceli
- cik-cak po parceli
- na testnem mestu (v primeru homogenih tal)

Z robov parcele ne pobiramo vzorcev.

d) Globina vzorčenja

Globina vzorčenja je odvisna od vrste rastline, ki raste na vzorčni površini. V hmeljskih nasadih vzorčimo do globine 30 cm, pri obnovi hmeljskega nasada pa vzorčimo ločeno na dveh globinah: 0-20 cm in 20-40 cm.

e) Orodje za jemanje vzorcev

Vzorke tal lahko pobiramo s sondo, svedrom ali pa z ozko vrtno lopato. Z lopato izkopljemo kvadratno jamo z eno navpično steno. Iz te stene odrežemo od površine do željene globine enakomerno debelo plast zemlje.

f) Priprava vzorcev za laboratorij

Vzorke pakiramo v čiste škatle ali vrečke in jih opremimo z naslednjimi podatki:

- ime in priimek ter točen naslov lastnika
- ime parcele
- sedanja kultura
- bodoča kultura
- globina odvzema vzorca
- željene analize
- posebna opažanja med rastjo

Metode kemične analize tal

Poznamo več metod kemične analize tal, vendar je princip pri vseh podoben. Večina metod temelji na dodajanju ekstrahentov, ki so sposobni zaradi prebitka kationske vrste, zamenjati adsorbirane katione v tleh.

Pri osnovni analizi določimo v vzorcu zemlje reakcijo tal (kislost tal = pH vrednost) ter količino rastlinam dostopnega fosforja in kalija. Za ugotavljanje lahko topnih rastlinskih hranil (fosforja in kalija), uporabljamo pri nas AL-metodo (amonijeva-laktatna metoda). Dobljene vsebnosti hranil izrazimo v mg hranila/100 g tal. pH vrednost običajno določamo v 0,1 n KCl.

Tolmačenje rezultatov analize tal po Al-metodi

Zemljo uvrščamo glede na količino rastlinam dostopnega kalija in fosforja v razrede založenosti, na osnovi katerih tolmačimo rezultate kemične analize in svetujemo gnojenje. Ločimo pet stopenj založenosti tal:

- A - siromašna tla
- B - srednje preskrbljena tla
- C - dobro preskrbljena tla
- D - pretirano preskrbljena tla
- E - ekstremno preskrbljena tla

Dokler so tla v razredih A in B, jih je potrebno gnojiti tako, da vračamo več hranil, kot smo jih odvzeli s pridelkom. Na tak način tla obogatimo in sčasoma dosežemo stopnjo C. Pri stopnji C zadostuje, da vrnemo z gnojili toliko, kolikor smo s pridelkom odvzeli. Pri stopnjah D in E, ki pomenijo prekomerno založenost tal z določenim hranilom, pa gnojimo le toliko, da pokrijemo 50 % odvzema (stopnja D) ali pa do naslednje analize sploh ne gnojimo (stopnja E). Mejne vrednosti po posameznih stopnjah so različne za posamezne vrste rastlin in tipe tal.

Osnove prehrane mladih hmeljnih rastlin so enake kot v polnorodnem nasadu hmelja. Pomembno je, da pred zasaditvijo novega nasada tla založno pognojimo, saj lahko večje količine hranil vnesemo na globino aktivnih korenin (40-50 cm) le ob pripravi zemlje za nov nasad. Kasneje gnojimo le v zgornjih plasteh tal, od koder se kalij in še posebno fosfor počasi premikata v plasti, kjer je glavnina korenin. Zato so zgornje plasti tal v polnorodnih nasadih običajno prekomerno založene z omenjenimi hranili, v globini aktivnih korenin pa kljub intenzivnemu gnojenju, hranil lahko primanjkuje.

Pred zasaditvijo novega nasada ugotovimo s pomočjo kemične analize tal kolikšna je založenost tal s kalijem, fosforjem, magnezijem, organsko snovjo ter reakcijo tal. Če smo ob sajenju ustrezno pognojili, mladega nasada do polne rodnosti običajno ni potrebno več gnojiti s fosforjem in kalijem, dodamo le ustrezno količino dušikovih gnojil. Do polne rodnosti gnojimo nasad z zmanjšano količino dušika. V prvem letu pognojimo s 70-80 kg čistega dušika/ha v treh enakih obrokih (maj, junij, julij), v drugem letu pa s 120-130 kg čistega dušika/ha, prav tako v treh enakih obrokih. Tudi v mladih nasadih moramo biti pazljivi, da nasad količinsko in časovno ustrezno gnojimo z dušikom ob hkratnem upoštevanju optimalnih razmer (vlaga, temperatura tal, padavine) za dognojevanje.

6.7.1**Gnojenje z dušikom**

Hmelj potrebuje v kratkem času veliko dušika, saj požene vso nadzemno maso v dobrih štirih mesecih. Zato je vprašanje količine in časa aplikacije dušičnih gnojil v hmeljiščih vedno aktualno. Poleg tega uvedba novih, produktivnejših kultivarjev zvišuje prag dosegljivih pridelkov in je ugotovitev najracionalnejših gnojilnih odmerkov ter časovne razporeditve aplikacije dušičnih mineralnih gnojil toliko bolj pomembna. Gnojenje z mineralnimi dušičnimi gnojili je v hmeljarstvu intenzivno, hmeljarji pogosto zvišujejo gnojilne odmerke preko svetovanih.

Za pridelek hmelja so pomembni ustrezna količina dušika (ciljna vrednost), število obrokov in čas aplikacije dušičnih gnojil. Primerna količina dušika da rastlinam značilen izgled in se odraža tudi na količini in kakovosti pridelka. Pomanjkanje dušika se v nasadu, ki je bil prejšnja leta optimalno gnojen, odrazi na rastlinah šele v tretjem letu, ko negnojene ali premalo gnojene rastline ne dosežejo vrha žičnice, listi so majhni in blede rumeni, trte so tanke in slabo obraščene (slika 26). Negnojene rastline dajo v četrtem letu do 28 % manj pridelka s slabšo trgovsko kakovostjo. Dognojevanje s prevelikimi odmerki dušika pripomore k slabši odpornosti hmeljnih rastlin na bolezni in stresne razmere, k tvorbi preraščencev, storžki so temnejše barve, nimajo značilnega leska, aroma pa je ostra in pekoča.

6.7.1.1 Odvzem dušika

Za hmelj poznamo različne podatke o odvzemu dušika iz tal, saj je odvzem v glavnem odvisen od tehnologije pridelave in kultivarja (tabela 23).

Tabela 23: Količine odvzetega dušika iz tal pri različnih povprečnih pridelkih v nekaterih državah (Kišgeci *et al*, 1984, Majer, 1994)

Avtor	Država	Odvzem dušika (kg/ha)	Pridelek (kg/ha)
Askew <i>et al</i>	Nova Zelandija	171	2000
Zattler	Nemčija	117	1800
Marocke	Francija	200	2100
Roberts, Nelson	ZDA	270	2800
Vent <i>et al</i>	Češka	118	1700
Thompson	Velika Britanija	134	1600
Majer	Slovenija	146	1600

6.7.1.2 Določanje odmerkov dušika na osnovi N-min

Določanje odmerka dušika na osnovi ugotovljene količine mineralnega dušika v tleh v spomladanskem obdobju, se je uveljavilo predvsem pri nemških hmeljarjih. Od začetnih nekaj deset vzorcev v letu 1980, se je število vzorcev na leto v Nemčiji v zadnjih letih povečalo na preko 3000. Metoda se je tam pokazala kot zelo uporabna in s strani hmeljarjev dobro sprejeta, saj se je zaradi ustrežnejšega gnojenja z dušikom povečal pridelek, poleg tega pa je bil dosežen tudi precejšen prihranek pri porabi gnojil. Zmanjšala sta se tudi onesnaževanje podtalnice z nitrati in vsebnost nitratov v storžkih. V povprečju ugotavljajo v spomladanskem obdobju od 120 do 150 kg mineralnega dušika/ha.

Ugotavljanje mineralnega dušika v tleh spomladi za nasvet gnojenja z dušikom, je uporabna metoda tudi na Češkem, kjer jo dopolnjujejo še z analizo hmeljnih listov med rastno dobo.

V Sloveniji smo začeli preizkušati N-min metodo že v letu 1989. Metoda se je izkazala kot primerna, razen v hmeljiščih na izrazito prodnatih in plitvih tleh. Med hmeljarji se metoda do danes ni širše uveljavila, saj je za večino majhnih nasadov, ki so velikokrat razporejeni na plitvih tleh, razmeroma draga in manj zanesljiva. Vrednosti N-min močno nihajo v različnih hmeljiščih, zato je za svetovanje gnojenja potrebna analiza vsakega hmeljišča posebej. Primer rezultatov gnojenja (v tretjem letu poskusa) po N-min metodi je razviden iz tabele 24. Povprečen pridelek na parcelah, gnojenih po N-min, je bil 2465 kg/ha, na klasično gnojenih parcelah pa 2432 kg/ha.

Tabela 24: Količina pridelka, vsebnost vode, alfa kislin in nitratov v hmeljnih storžkih (Aurora) pri različnih postopkih gnojenja z dušikom (Majer, 1998)

Postopek	Pridelek kg/ha	Voda %	Alfa kisline %	Nitrati mg/100 g
N-min (ciljna vrednost 120 kg/ha)	2460	76,5	10,7	680
N-min (ciljna vrednost 200 kg/ha)	2469	77,0	10,3	874
negnojeno (kontrola)	2575	76,8	11,3	645
klasično (3 x 100 kg/ha)	2432	76,9	8,9	986

6.7.1.3 Določanje odmerkov dušika na osnovi foliarne analize

Foliarna analiza služi kot informacija o trenutnem stanju prehranjenosti rastline. Za ustrezen rezultat je pomembno pravilno vzorčenje. Pri hmelju ugotavljamo skozi celo rastno dobo najmanj dušika v pecljih spodnjih listov, največ pa v listnih ploskvah zgornjih listov. Dinamika dušika v rastlinah je najintenzivnejša v obdobju intenzivne rasti in najmanjša v obdobju od cvetenja do nastopa tehnološke zrelosti. Najboljši pokazatelj dinamike in prehranjenosti hmeljne rastline z dušikom so zgornji listi brez pecljev v obdobju intenzivnega razraščanja (druga polovica junija).

6.7.1.4 Priporočeni odmerki dušika in čas aplikacije

Optimalni in s strani stroke priporočeni odmerki dušika so različni glede na klimo in tehnologijo pridelave. V Nemčiji npr. priporočajo maksimalno 270 kg čistega dušika/ha v različnih obrokih glede na kultivar, v Italiji od 150 do 200 kg/ha v treh obrokih, na Češkem okrog 60 kg/ha, v Angliji od 150 do 225 kg/ha, v ZDA 160 kg/ha, v Sloveniji pa od 120 do 180 kg/ha v treh različnih obrokih v razmerju 1/4 + 2/4 + 1/4 v obdobjih med 20. in 30. majem, 15. in 25. junijem ter 10. in 15. julijem.

6.7.1.5 Izbira in aplikacija dušičnih gnojil

Gnojilo izberemo glede na potrebno obliko dušika, hitrost delovanja, možne izgube, glede na stranske učinke (zakisovanje tal) ter seveda ceno gnojila. Pri aplikaciji dušikovih gnojil je pomembno poznati talne lastnosti in potrebe rastlin, nujno pa moramo upoštevati optimalen čas aplikacije in vremenske razmere.

Z dušikovimi gnojili ne gnojimo v vročini in suši, prav tako ne v obdobju intenzivnih padavin ali pozimi na mokra in zamrznjena tla.

Najhitreje delujejo nitratna gnojila, zato z njimi gnojimo v manjših odmerkih in običajno takrat, ko potrebujejo rastline hitro pomoč npr. gnojenje po toči, prizadetost zaradi močnega napada škodljivcev ...

Nitratna gnojila uporabljamo na kislih tleh ($\text{pH} < 5$), amonijska pa le na nevtralnih in bazičnih tleh ($\text{pH} 7\text{--}7,5$). V povprečju velja, da pomeni 1 kg dušika v amonijski obliki izgubo 1 kg CaO, 1 kg dušika v nitratni obliki pa pomeni pridobitev 1 kg CaO.

Pri nas v glavnem dognojujemo hmeljišča s KAN-om ali UREO, ponekod se uveljavlja tudi UAN.

KAN 27 % dušika (kalcijev amonitrat) vsebuje počasneje delujočo amonijsko obliko dušika in hitro delujočo nitratno obliko dušika. Nitratni del je rastlini takoj dostopen, amonijski del pa se veže v tla takoj, ko se zrnca gnojila raztopijo. KAN je za dognojevanje hmelja zelo primeren, vendar je gnojenje z njim uspešno le, če upoštevamo, da je nitratni del izpostavljen izpiranju in je zato nujno gnojiti ob pravem času ter z ustrežno količino. Nevarnost izpiranja povečujeta neposajena tla in obilno deževje. Priporoča se, da gnojilo plitvo zagrebemo v tla.

Za dognojevanje hmelja je primerna tudi UREA 46 % dušika (sečnina), ki vsebuje amidno obliko dušika. Ob ugodnih pogojih (temperatura, vlaga, pH) se v tleh hitro topi in se ob prisotnosti encima ureaza razgradi v dveh do petih dneh do amonijske oblike, ki ni več podvržena izpiranju. Zato je nevarnost za izpiranje večja le v prvih dneh po aplikaciji. Na hitrost razgradnje vpliva tudi toplota tal zato spomladi, ko je zemlja še mrzla, ne gnojimo z ureo. Ureo je potrebno zadelati v tla, saj so sicer plinske izgube

dušika s površine tal (predvsem v vročih dneh) prevelike. Z ureo lahko rastline tudi zalivamo oziroma namakamo ali pa gnojimo foliarno, vendar moramo biti pazljivi pri koncentraciji, da rastlin ne poškodujemo (največ 1 %). V polnorodnih nasadih hmelja, je priporočljivo uporabiti ureo predvsem za zadnje dognojevanje v juliju, pa tudi za nasade, ki so slabše razrasli in bolj izpostavljeni izpiranju.

UAN 30 % dušika (urea + amonitrat) je tekoče dušikovo gnojilo, ki vsebuje dušik v amidni, amonijski in nitratni obliki. Gnojenje z UAN-om je učinkovito, če škropimo v oblačnem, vlažnem in ne prevročem vremenu, sicer lahko pride do prevelikih izgub in poškodb listja. V kolikor so pogoji za aplikacijo ustrezni, je primeren tudi za dognojevanje polnorodnih hmeljišč.

6.7.1.6 Vpliv gnojenja z dušikom na vsebnost nitratov v hmeljnih storžkih

Na vsebnost nitratov v hmeljnih storžkih vplivajo tako vreme v času zrelosti in obiranja kot tudi gnojilni odmerki dušika. V naših raziskavah ugotavljamo pri negnojenih rastlinah v zrelih storžkih povprečno od 445 do 960 mg nitrata/100 g hmelja, pri rastlinah, gnojenih z 240 kg dušika/ha, pa od 1076 do 1516 mg nitrata/100 g hmelja.

6.7.2 **Gnojenje s fosforjem**

Preobilica fosforja skrajšuje obdobje rasti pri hmelju, hmelj prezgodaj zacveti in dozori, storžki so majhni in slabo razviti. Rastline trpijo zaradi oviranega sprejema cinka (antagonizem), kar se kaže v kodravosti listja.

Zaradi pomanjkanja fosforja se razvije manj zalistnikov, manj je cvetov, zreli storžki niso zaprti, imajo manj lupulina in manjšo specifično težo. Na listih storžkov se pojavijo pege, barva se spremeni v umazano rjavo-rdečo.

6.7.2.1 Odvzem fosforja

Podatki o odvzemu fosforja so različni pri različnih avtorjih (tabela 25). V povprečju je odvzem v hmeljiščih med 40 in 60 kg/ha. Od prejetega fosforja porabijo rastline za tvorbo storžkov kar 45 %.

Tabela 25: Povprečni odvzemi fosforja v različnih državah (Kišgeci *et al*, 1984)

Avtor	Država	Odvzem P ₂ O ₅ (kg/ha)
Askew <i>et al</i>	Nova Zelandija	72
Zattler	Nemčija	38
Marocke	Francija	60
Roberts,Nelson	ZDA	74
Vent <i>et al</i>	Češka	60
Thompson	Velika Britanija	39
Wagner	Slovenija	34

6.7.2.2 **Določanje odmerkov fosfatnih gnojil**

Odmerke določimo vedno na osnovi kemične analize tal, ki jo ponovimo vsako četrto leto. Tla, ki vsebujejo pod 5 mg dostopnega fosforja(P₂O₅)/100 g so siromašna in

jih je potrebno do naslednje analize intenzivno gnojiti, ustrezno založena so tla, ki vsebujejo med 12 in 25 mg P_2O_5 /100 g tal.

6.7.2.3 Izbira in aplikacija fosfatnih gnojil

Pomanjkanje fosforja običajno pokrijemo z dodajanjem mineralnih enostavnih ali sestavljenih gnojil. Potrebne odmerke lažje in točneje zagotovimo, če uporabimo enostavna gnojila. Hmeljske nasade pred zasnovo založno pognojimo. Redno gnojenje opravimo v jesenskem ali v spomladanskem času.

Preden gnojimo s fosfatnimi gnojili moramo poznati pH tal, količino dostopnega fosforja v tleh in lastnosti gnojila. Za učinkovito gnojenje je pomembna topnost fosfatov v gnojilu. Fosfati, ki so topni v vodi se v vlažnih tleh hitro topijo in jih zato rastlina lahko sprejme takoj po vnosu. Preostanek fosfata, ki ga rastlina ne sprejme, pa se že po nekaj dneh veže na tla. Gnojila, ki vsebujejo vodotopno obliko fosfata so primerna predvsem za siromašna tla. Fosfati, ki so topni v citronski kislini se vežejo na tla počasneje in tudi niso takoj po vnosu na razpolago rastlini.

Med enostavnimi fosfatnimi gnojili se v hmeljiščih največkrat uporabljata superfosfat in Thomasov fosfat. Superfosfat je vodotopno gnojilo in najhitreje delujoče fosfatno gnojilo. Za hmeljišča na zelo kislih tleh ($pH < 5$) ga ne priporočamo, najbolj je dostopen rastlinam v zmerno kislih in nevtralnih tleh.

Prednost Thomasovega fosfata (žlindra) je v tem, da ga lahko uporabljamo neglede na pH tal, priporočamo ga zlasti na kislih tleh, kjer superfosfat ne pride v poštev. Na zelo kislih tleh pride v poštev mikrofos.

Vsa fosfatna gnojila priporočamo zaorati v tla.

6.7.3 Gnojenje s kalijem

Kalij daje hmeljnim storžkom fino zeleno in trajno barvo, ki ne zbledi. Povečuje odpornost hmeljnih rastlin na mraz, sušo, bolezni in škodljivce. Pomanjkanje kalija se kaže kot uvelost in zvijanje listov, ki se od vrha proti peclju sušijo (slika 27). Listi na trtah so rumenkasti s temno zeleno obarvanostjo žil. Prekomerne količine kalija zmanjšujejo vsebnost lupulina in vplivajo na zmanjšan sprejem magnezija.

6.7.3.1 Odvzem kalija

V povprečju odvzame hmeljna rastlina od 100 do 200 kg K_2O /ha (tabela 26). Od prejetega kalija, ga porabijo rastline kar 45 % za tvorbo storžkov.

Tabela 26: Povprečni odvzemi kalija iz tal v različnih državah (Kišgeci *et al*, 1984)

Avtor	Država	Odvzem K_2O (kg/ha)
Askew et al	Nova Zelandija	196
Zattler	Nemčija	110
Marocke	Francija	165
Roberts, Nelson	ZDA	256
Vent et al	Češka	118
Thompson	Velika Britanija	118
Wagner	Slovenija	103

6.7.3.2 Določanje odmerkov kalijevih gnojil

Odmerke določimo vedno na osnovi kemične analize tal, ki jo ponovimo vsako četrto leto. Tla, ki vsebujejo pod 12 mg dostopnega kalija (K_2O)/100 g so za hmelj preslabo založena, ustrezno založena pa so tla, ki vsebujejo med 20 in 30 mg K_2O /100 g tal.

6.7.3.3 Izbira in aplikacija kalijevih gnojil

Gnojimo z enostavnimi ali kompleksnimi mineralnimi gnojili. Potrebne odmerke lažje in točneje zagotovimo, če uporabimo enostavna gnojila.

Obliko kalijevega gnojila izberemo glede na odstotek kalija v gnojilu, na dodatke, ki jih vsebuje gnojilo (žveplo, magnezij, natrij) in glede na občutljivost rastlin za kloride. Hmelj je občutljiv na prekomerne količine klora, zato raje uporabljamo gnojila, kjer je kalij vezan na sulfate.

Pri nas je običajno na razpolago kalijev klorid ali kalijeva sol, ki vsebuje okrog 40 % kalija. Zaradi omenjene občutljivosti hmelja na prevelike količine kloridov, moramo biti pri odmerkih pazljivi. Pred zasovo novega nasada je nujno, da tla založno pognojimo s kalijem. Redno gnojenje opravimo v jesenskem ali spomladanskem času. Zaoravanje ni nujno, je pa priporočljivo, da dosežemo boljšo razporeditev hranila v območje korenin.

6.7.4 **Gnojenje s kalcijem in apnjenje**

6.7.4.1 Odvzem kalcija

Odvzem kalcija pri hmeljnih rastlinah ocenjujemo na 150 do 190 kg/ha, okrog 15 % ga rastline porabijo za tvorbo storžkov. Ob pomanjkanju vrhovi rastlin porumenijo in prično odmirati, pojav se širi od vrha navzdol, hmeljni listi se zvijajo, pojavijo se kloroze in v zadnji fazi nekroze.

6.7.4.2 Določanje odmerkov apnenih gnojil

Tudi potrebne odmerke apnenih gnojil določamo vedno na osnovi kemične analize tal. Za hmelj so primerna zmerno kislila tla s pH od 6 do 7.

6.7.4.3 Izbira in aplikacija apnenih gnojil

Pri izbiri apnenih gnojil upoštevamo:

- tip tal: načeloma lahko uporabljamo vsa apnena gnojila na vseh tipih tal, vendar je za optimalnejšo aplikacijo bolje upoštevati, da na težjih tleh apnimo z žganim apnom ali mešanim apnom, na lahkih tleh pa uporabljamo za apnjenje mleti apnenec. Apnena gnojila je priporočljivo premešati z zgornjim slojem tal.

- hitrost delovanja različnih gnojil: hitro delujoča sta hidratizirano ($Ca(OH)_2$) in žgano apno v prahu (CaO), počasi delujoč pa je mleti apnenec ($CaCO_3$).

- primesi oziroma dodatke npr. magnezija, saj je tovrstno dodajanje magnezija cenejše od uporabe magnezijevih gnojil.

Apnimo vedno neposajena tla, po pravilu pridelka v jesensko-zimskem obdobju. Pri aplikaciji žganega apna moramo biti še posebno pazljivi, saj razjeda liste. Apnjenje z velikimi količinami ni priporočljivo, ker povzroča zaskorjevanje tal, zato večje odmerke ($\text{pH} < 5,5$) razdelimo na več let.

6.7.5 Gnojenje z magnezijem

Gnojenje z magnezijem v hmeljiščih ni reden ukrep. Z mineralnimi in organskimi gnojili sicer vračamo določene količine magnezija nazaj v tla, vendar kljub temu pri intenzivnih kulturah kot je hmelj, priporočamo kontrolo vsebnosti dostopnega magnezija v tleh vsako četrto leto.

Pri optimalni količini magnezija so storžki bogati z lupulinom in imajo prijeten vonj. Pomanjkanje magnezija se pokaže običajno v obdobju od druge polovice julija do obiranja hmelja v nasadih, ki so pregnojeni s kalijem. Najprej so opazni znaki na vršičkih, kasneje se pojavijo kloroze na starih listih. Stari listi postanejo rumenkasti, nato pa temno rdeči, glavne žile ostanejo zelene (slika 28). Šele nato se znaki pomanjkanja pokažejo tudi na mladih listih. V toplem in suhem vremenu se začno listi zvijati navzgor.

6.7.5.1 Odvzem magnezija

Pri hmelju ocenjujemo letni odzem magnezija na okrog 40 kg/ha. V povprečju porabijo rastline za tvorbo klorofila okrog 5 kg MgO/ha letno, za tvorbo beljakovin, ogljikovih hidratov, maščob in vitaminov pa okrog 20 kg/ha letno. S padavinami in erozijo se spere okrog 20-40 kg MgO/ha letno.

6.7.5.2 Določanje odmerkov magnezijevih gnojil

Tudi odmerke magnezijevih gnojil določimo vedno le na osnovi kemične analize tal. Tla v hmeljiščih, ki vsebujejo manj kot 5 mg MgO/100 g, so siromašna in jih je nujno gnojiti z vsaj 80 kg MgO/ha. Za hmelj so ustrezno založena tla, ki vsebujejo od 13 do 20 mg MgO/100 g tal.

6.7.5.3 Izbira in aplikacija magnezijevih gnojil

Izbira magnezijevega gnojila je odvisna od pH tal, od željene hitrosti delovanja in možnosti kombinacij z drugimi gnojili. Tla, kjer apnjenje ni potrebno, gnojimo z nevtralnimi vodotopnimi magnezijevimi solmi npr. kizeritom. Najhitreje delujoča so vodotopna magnezijeva gnojila, ki so primerna tudi za foliarno aplikacijo. Za hmeljne rastline uporaba magnezijevih kloridov ni priporočljiva. Na kislih tleh dodajamo dolomit, ki služi hkrati kot gnojilo za popravljanje reakcije tal in za dodajanje MgO.

Zaoravanje magnezijevih gnojil ni nujno, je pa priporočljivo.

6.7.6 Gnojenje z žveplom

Hmeljne rastline dobijo žveplo iz različnih virov (voda, atmosfera, zaščitna sredstva, gnojila) in zato gnojenju z žveplom v hmeljiščih ne posvečamo posebne pozornosti. Z žveplom redno indirektno gnojimo tudi z dodatkom drugih mineralnih

gnojil. Doslej pri nas v hmeljiščih še nismo zasledili akutnega pomanjkanja žvepla. Do pomanjkanja lahko pride v hmeljiščih, kjer se v daljšem časovnem obdobju uporablja urea.

6.7.6.1 Odvzem žvepla

Povprečen odvzem žvepla je v hmeljiščih 15-20 kg/ha letno in če k temu prištejemo še izgube zaradi spiranja in sprememb v netopno obliko, so letne izgube žvepla od 60 do 70 kg/ha.

6.7.6.2 Izbira in aplikacija žveplovih gnojil

Žveplove gnojila vsebujejo žveplo v hranljivi obliki t.j. kot sulfatni anion SO_4^{2-} . Pomanjkanje žvepla lahko odpravimo z dodajanjem gipsa (CaS), ki je počasi delujoč in težko topen v vodi ali pa z gnojenjem z aluminijevim sulfatom, ki tla precej zakisuje. Elementarno žveplo običajno dodajamo drugim gnojilom.

6.7.7 Gnojenje z mikrohranili

6.7.7.1 Gnojenje z borom

Pomanjkanje bora se izrazi predvsem v hmeljiščih na plitvih in prodnatih tleh. V dosedanjih raziskavah na hmelju še nismo ugotovili velikega vpliva bora na kakovost pridelka oziroma vsebnost alfa kislin.

Največ bora akumulirajo hmeljne rastline v listih, najmanj v trti. Koncentracija bora v listih je odvisna od količine bora v tleh in tudi od kultivarja. Z razvojem rastlin koncentracija bora v listih hmelja narašča. Hmeljne rastline odzamejo pri pridelku 2000 kg/ha okrog 0,33-0,61 kg bora/ha.

Znaki pomanjkanja se pojavijo v začetku rasti hmelja v obdobju od vznika do napeljave poganjkov. Rastlina slabo raste, ima grmast izgled s kratkimi, debelimi, trdimi poganjki z malo listja, cvetov je manj, lahko pride tudi do odpadanja cvetov in storžkov (slika 29). Pomanjkanje bora se pojavlja v hmeljiščih sezonsko in je odvisno predvsem od dejavnikov okolja. Rastline, ki kažejo znake pomanjkanja v enem letu, so lahko v naslednjem letu brez znakov in normalno rastejo, čeprav jih nismo gnojili z borom. Za nemoteno rast hmeljnih rastlin zadošča 0,3 do 0,7 ppm bora v tleh. Znaki toksičnega delovanja bora se pojavijo pri hmelju pri 3 do 4 ppm bora v tleh in se odrazijo tudi na pridelku.

Pri gnojenju moramo biti pazljivi, saj so količine 5 kg in več bora/ha toksične. Pri pomanjkanju lahko hmeljišča gnojimo s 5-10 kg Solubora/ha ali 15-30 kg Boraksa/ha, najbolje spomladi v obdobju od rezi do napeljave poganjkov. Foliarna aplikacija je le začasen ukrep, saj se bor ne vrača iz nadzemnih delov v korenine. Za foliarno gnojenje lahko uporabimo 0,5 % raztopino Solubora ali največ 0,3 % raztopino Fertisala B.

Uspešnost aplikacije je odvisna od tipa tal in vremenskih razmer, na splošno pri hmelju simptomi pomanjkanja izginejo zelo hitro po aplikaciji.

6.7.7.2 Gnojenje z manganom

Mangan pri hmelju pozitivno vpliva na vsebnost alfa kislin, v primeru pomanjkanja se v rastlinah kopičijo nitrati, na splošno je prehrana rastlin z drugimi hranili slabša in hmeljne rastline kasneje dozori. Pri večjem pomanjkanju se storžki začno sušiti. Listi dobijo mrežast izgled, kasneje se razvijejo nekroze. V naših hmeljiščih pomanjkanja še nismo zasledili. Višek mangana lahko deluje depresivno na pridelek hmelja.

Pomanjkanje mangana najbolje odpravimo s foliarno aplikacijo 0,5-1,5 % raztopine manganovega sulfata. Če gnojimo v tla, uporabimo 10-30 kg manganovih gnojil/ha.

6.7.7.3 Gnojenje z bakrom

Pomanjkanja bakra v naših hmeljiščih še nismo zasledili, večkrat pa se pojavijo znaki prekomernih količin, predvsem v starejših nasadih ali na površinah, kjer je že rasel hmelj. V tem primeru je zaviran sprejem železa in kalcija.

Pri pomanjkanju bakra lahko gnojimo s 50-100 kg modre galice/ha ali pa rastline poškropimo z 0,5 % raztopino modre galice. Za foliarno aplikacijo so najboljši bakrovi kelati v količini 0,3 kg na 400 l vode. Ob prevelikih odmerkih bakrovih gnojil lahko nastopi toksično delovanje.

6.7.7.4 Gnojenje s cinkom

Pomanjkanje cinka se izrazi kot listna kodravost, listi so klorotični, podolgovati, ozki, hmeljna rastlina se slabo razrašča in običajno niti ne pride do vrha žičnice (slika 30). Pri premikanju rastline slišimo značilno šumenje. Znakov prekomerne preskrbe v naših hmeljiščih še nismo zasledili.

Pomanjkanje cinka odpravimo s foliarnim gnojenjem z okrog 0,2-0,4 % raztopino cinkovega sulfata ali z 0,05 % raztopino cinkovih kelatov. Gnojilo apliciramo 3-5-krat z začetkom ob napeljavi poganjkov na vodila. Ob velikem pomanjkanju lahko gnojimo v tla z okrog 50-80 kg cinkovega sulfata/ha.

6.7.7.5 Gnojenje z železom

Pomanjkanje železa se običajno pojavi v hmeljiščih, kjer so tla prezaložena s fosforjem in imajo previsoko pH vrednost. Takšnih tal je v naših hmeljiščih precej, zato se občasno lahko pokažejo vidni znaki pomanjkanja železa. Pri pomanjkanju postanejo mladi listi najprej svetlo rumeni, nato pa belkasti in majhni.

V primeru pomanjkanja je najboljšo foliarno gnojenje. Rastline škropimo od začetka rasti dalje 3-4-krat v razmaku dveh tednov. Po škropljenju listi običajno že po nekaj dneh pozelenijo in nadaljujejo rast. Če se ponovno pokažejo znaki pomanjkanja, skrajšamo presledke med škropljenji.

6.7.7.6 Gnojenje z molibdenom

Pomanjkanje se lahko pojavi na prekislih tleh, ki so bogata na železu. Prekomerne oskrbe v hmeljiščih še nismo zasledili. Rastline ga lahko sprejmejo velike količine, ne da bi zasledili vidne znake toksičnosti.

Ob pomanjkanju v spomladanskem času gnojimo z okrog 2 kg natrijevega ali amonijevega molibdata/ha. Istočasno moramo zemljo tudi apniti, da dosežemo nevtralno reakcijo. Rastline lahko spomladi tudi zalijemo z raztopino natrijevega molibdata.

6.7.8 Gnojenje z organskimi gnojili

6.7.8.1 Gnojenje s hlevskim gnojem

Hmeljišča je potrebno redno gnojiti s hlevskim gnojem ali drugimi organskimi gnojili. Le tako lahko vzdržujemo primerno strukturo tal zaradi pogostega obdelovanja. Letno gnojimo s približno 20 t hlevskega gnoja/ha. Običajno gnojimo vsako drugo ali tretje leto s 30-40 t hlevskega gnoja/ha.

6.7.8.2 Gnojenje z gnojnico

Za prehrano hmeljnih rastlin lahko uporabimo tudi gnojnico. Za hmeljišča jo redčimo z dvakratno količino vode. Zaradi majhne vsebnosti fosforja, ji dodajamo potrebne količine superfosfata. Na rastlino porabimo okrog 9 litrov te raztopine.

6.7.8.3 Gnojenje z gnojevko

Gnojevko v hmeljiščih uporabimo zgodaj spomadi pred rezjo, lahko pa jo uporabimo tudi med letom za dognojevanje. Maksimalni odmerek je 25-30 m³ nerazredčene gnojevke/ha. Najbolje je skupno količino gnojevke razdeliti na dva obroka tako, da 15 m³ gnojevke/ha dodamo spomladi pred rezjo in 15 m³ gnojevke/ha ob prvem kultiviranju. Gnojevko praviloma injiciramo v tla. Odmerek gnojevke je odvisen od vsebnosti dušika. Količina dodanega dušika v enem obroku mora biti enaka količini dušika, ki jo dodamo z mineralnimi gnojili v enem obroku (50 do 80 kg čistega dušika/ha). Pri škropljenju z gnojevko moramo biti pazljivi, da ne poškropimo rastlin, zato ne smemo škropiti višje od 0,5-1 m od tal. Gnojevka v hmeljiščih deluje tudi kot herbicid in defoliant, pozitivno vpliva tudi na vsebnost alfa kislin.

6.7.8.4 Uporaba komposta

Kompost je tudi za hmeljišča uporabno organsko gnojilo. Za kompost lahko s pridom uporabimo tudi odpadke hmelja pri obiranju (hmeljevina). Uporabljamo ga na enak način kot hlevski gnoj, vendar v manjših količinah.

6.7.8.5 Uporaba slame

Slamo v hmeljiščih uporabljamo v glavnem le za izboljšanje strukture tal. Slamo zaorjemo v tla pred saditvijo oziroma pred začetkom rasti, tla pa dodatno pognojimo še z dušikovimi gnojili (okrog 40 kg čistega dušika/ha) ali NPK gnojili v primeru pomanjkanja fosforja in kalija.

6.7.8.6 Podorine

V hmeljiščih, kjer so tla pogosto prizadeta zaradi intenzivne obdelave, priporočamo setev podorin. Podorine v hmeljiščih preprečujejo zbitost tal, erozijo in izpiranje hranil, hkrati pa bogatijo tla z organsko snovjo. Pri izbiri vrste rastlin upoštevamo lokalne vremenske razmere in sestavo tal. V kolikor sejemo podorine, moramo dodati večje količine mineralnih gnojil kot sicer, saj moramo upoštevati potrebo rastlinskih hranil tudi za podorine. Takoj po setvi dognojimo z dušikom (60-80 kg/ha pri neleguminozah, 20-30 kg/ha pri leguminozah), po potrebi (kemična analiza tal) pa dodamo tudi fosfor in kalij.

V hmeljiščih so za podor najbolj primerne neleguminoze kot npr. krmna repica, krmna oljna redkev in krmna ogrščica. Podorine lahko sejemo po osipanju hmelja. Najprimernejši čas za zaoravanje podorin je obdobje cvetenja podorin.

6.8 ZAKONODAJA S PODROČJA GNOJENJA RASTLIN

V Sloveniji sta gnojenje in uporaba gnojil urejena z Uredbo o vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla (Uradni list RS, 86/1996) ter z Navodilom za izvajanje dobre kmetijske prakse pri gnojenju (Uradni list RS 34/2000).

Uredba je nastala na podlagi Zakona o varstvu okolja in Zakona o kmetijskih zemljiščih. Opredeljuje pogoje za dejavnosti v okolju in določa tudi kazni za kršitve okoljevarstvenih standardov. Določila v uredbi veljajo za vse vrste tal na območju Slovenije, razen za območja, kjer so z občinskimi odloki predpisani strožji režimi gnojenja. V uredbi je določen količinski in časovni vnos rastlinskih hranil pri gnojenju z živinskimi gnojili, določa tudi vnos snovi v tla pri uporabi blata iz čistilnih naprav, komposta ali mulja iz rečnih strug in jezer ter vnos snovi pri namakanju rastlin. Mejne vrednosti letnega vnosa hranil z živinskimi gnojili so 210 kg/ha za dušik, 120 kg/ha za fosfor in 300 kg/ha za kalij. Z uredbo je prepovedana uporaba gnojevke in gnojnice na tleh, nasičenih z vodo, na zamrznjenih tleh, na vodnih zemljiščih, na strmih zemljiščih, na stavbnih zemljiščih in na nerodovitnih zemljiščih. Na zemljiščih brez zelene odeje gnojevke in gnojnice ne smemo uporabljati od 15. novembra do 15. februarja. Posebej so v uredbi predpisane mejne vrednosti letnega vnosa hranil v tla za posamezne kmetijske kulture na vodovarstvenih območjih. Na območju vodnega zajetja oziroma na razdalji 200 m od objekta za zajem vode je prepovedan kakršenkoli vnos dušika. Na širšem vodovarstvenem območju pa je dovoljena količina dušika različna pri posameznih kulturah in glede na zaloge mineralnega dušika v tleh. Ob predpostavki, da je vsebnost mineralnega dušika 30 kg/ha ali manj, velja za hmelj mejna vrednost letnega vnosa dušika na območju vodovarstvenega pasu 170 kg/ha.

Na uredbo je vsebinsko vezano Navodilo za izvajanje dobre kmetijske prakse pri gnojenju. Navodilo obravnava pet sklopov v smislu vnosa rastlinskih hranil tako, da rastline lahko kar najbolje izkoristijo hranila in so izgube hranil čim manjše : potrebe rastlin po hranilih, način vnosa hranil, posebna načela uporabe živinskih gnojil, skladiščenje živinskih gnojil in letni gnojilni načrt.

Bergmann, W. Nutritional Disorders of Plants. Development, Visual and Analytical Diagnosis. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, New York, 1992.

Bureš, V., Srp, A. Hranjenje in gnojenje hmelja. Metodika UVTIZ, Praga, 1980.

Dolinar, M. Zeleno gnojenje in zbitost tal. Poročilo o delu 1986-1990. URP:ekologija, pedologija. Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec.

Dolinar, M., Veronek, M. Gnojevka v hmeljiščih. Elaborati 1981, 1982, 1983, 1984. Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec.

Dolinar, M. Gnojevka je nadomestilo za mineralna gnojila. Hmeljar (1984)5, priloga za hmeljarstvo.

Furlan, J. Fiziologija prehrane in presnova rastlin. Univerza Edvarda Kardelja, Oddelek za agronomijo, Ljubljana, 1981.

Hacin, J., Zupanec, J. Vloga bora v prehrani hmelja-potrebe, pomanjkanje, gnojenje. Hmeljar (1985)5, priloga za hmeljarstvo.

Hadas, A., Feigin, A., Feigenbaum, S., Portnoy, R., Nitrogen mineralization in the field at various soil depths. Journal of Soil Science, (1989)40, s. 131 - 137.

Hopfen 1999, Anbau, Düngung, Pflanzenschutz, Sorten. Bayerische landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, 1999.

Kerin, D. Agrokemijski priročnik.- Založba Obzorja Maribor, 1966.

Kišgeci, J., Mijavec, A., Aćimović, M., Spevak, P., Vučić, N. Hmeljarstvo. Poljoprivredni fakultet-Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad 1984, s.197.

Leskošek, M. Gnojenje.- Kmečki glas, Ljubljana, 1993.

Leskošek, M., Mihelič, R. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. 1. del-poljedelstvo in travništvo. Uprava RS za pospeševanje kmetijstva, Ljubljana, 1998.

Leskošek, M., Mihelič, R., Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. RS Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Uprava RS za pospeševanje kmetijstva, Ljubljana 1998, 48 s.

Majer, D. Dinamika dušika v tleh in rastlini ob različnem gnojenju in vpliv na pridelek hmelja (*Humulus lupulus* L.) cv. Aurora v Savinjski dolini. Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana, 1994.

Majer, D. Gnojenje hmeljskih nasadov. Hmeljarska šola, november 1998 (interno gradivo).

Majer, D. Pomen kemične analize tal in osnovni napotki za vzorčenje. Hmeljar 68 (1999) 11- 12, s. 119-120.

Majer, D. Saje in oskrba brezvirusnih sadik hmelja. Brezvirusne sadike v hmeljarstvu, priporočila za pridelovanje hmelja v brezvirusnih nasadih. Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec, Žalec, 1997.

Navodilo za izvajanje dobre kmetijske prakse pri gnojenju, Uradni list RS 34/2000, s. 4001-4002.

Nutrient Deficiency, Disease and Insects, Damage symptoms. J.R.Simplot Company, Minerals & Chemicals Division, Pocatello, Idaho, junij 1975 (slikovno gradivo).

Rossbauer, G. Hopfen-Anbau, Düngung, Pflanzenschutz, Hinweise für das Jahr 1991. Hopfen-Rundschau (1991), s.28-33.

Uredba o vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla, Uradni list RS, 86/1996, s. 5769 - 5774.

Wagner, T. Gnojenje hmelja. Seminar hmeljarskih tehnologov in pospeševalcev (referat), Dobrna 1990.

Wagner, T. Vpliv različnih odmerkov dušika, fosforja in kalija na pridelek in kvaliteto hmelja. Hmeljarski bilten, (1968)1, s. 1-13.

Wagner, T. Vpliv doze dušika in časa dognojevanja na pridelek in kvaliteto hmelja. Elaborati 1981-1983. Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec.

Wagner, T. Dinamika dušika u listu hmelja sorte savinjski golding u toku vegetacije. Magisterski rad, Zagreb, 1969.

7 ZASNOVA NOVEGA NASADA

7.1 PREMENA V HMELJSKIH NASADIH

Hmelj je trajnica, ki kot večletna monokultura povzroča veliko utrujenost tal. Življenjska doba nasadov hmelja je običajno od dvanajst do petnajst let, nekateri nasadi pa so stari tudi več kot dvajset let. Hmeljevi nasadi so v pridelovalnih območjih zelo koncentrirani in predstavljajo pretežni del njivskih površin na teh območjih. To otežkoča oziroma onemogoča premeno (kolobar).

Neupoštevanje premene vpliva na slabšanje strukture tal, zmanjševanje količine aktivnega humusa in hranil v tleh, povečevanje zbitosti tal in večanje nevarnosti za razvoj bolezni in pojav škodljivcev. Da bi zavarovali nasade pred propadanjem in vsaj delno popravili negativne posledice intenzivne pridelave hmelja kot monokulture, moramo narediti presledek med izkrčenim in novo posajenim nasadom. V času premene izboljšamo fizikalno kemijske lastnosti tal in odpravimo morebitne pomanjkljivosti v čim večji meri. S primernim vrstjenjem nekaterih rastlinskih vrst, ki dajejo obilico organske mase za podor ter potrebujejo dobro obdelavo, je možno izboljšati strukturo tal, povečati delež humusa v tleh, izboljšati kapaciteto tal za zrak in vodo, kakor tudi zmanjšati zbitost tal. Pri krčitvi hmeljišče najboljše očistimo, če združimo kemično in mehanično uničenje hmelja.

V hmeljskem kolobarju so najboljše predkulture žita in enoletne metuljnice. Zelo ugodna predkultura je lucerna, vendar pod pogojem, da jo sadimo dve leti pred hmeljem, sicer obstaja nevarnost napada trsnega rilčkarja.

Neugodne predkulture za hmelj so okopavine (npr. sladkorna pesa, koruza). Le-te močno izrčpajo zaloge hranil v tleh, s poznim spraviлом pa uničimo strukturo zemljišča. V tleh puščajo tudi sočne organe, kar omogoča razvoj larv majskega hrošča. Neprimeren predposevek je tudi konoplja - v naslednjem letu močan napad bolhačev, ki lahko popolnoma uničijo prvoletni nasad.

Čas trajanja premene je tema, ki je v zadnjih letih bila že mnogokrat predmet razprave. Na osnovi dolgoletnih izkušenj priporočamo v hmeljiščih vsaj dvoletno premeno, ki je sprejemljiva tudi za brezvirusne nasade. V tem času lahko zadovoljivo očistimo nasad starega hmelja ter ob upoštevanju setve ugodnih kultur, tla tudi dobro pripravimo. Mnogo hmeljarjev pa se odloča za sajenje hmelja brez premene 'hmelj na hmelj' ali le za enoletno premeno. Posledice takšnih dejanj so trajne in so lahko vidne tudi šele čez nekaj let.

Primer obdelave v dvoletni premeni:

Prvo leto:

- krčenje hmelja (kemično, mehanično)
- založno gnojenje na osnovi kemične analize tal
- globoko oranje
- setev žit
- uničevanje ostankov hmelja (herbicid)
- žetev

- setev podorine (npr. raula)
- podrahljavanje v drugi polovici rastne dobe podorine (globina 50-60 cm) prečno na smer obdelave hmeljišča
- mulčenje podorine
- apnjenje na osnovi kemične analize tal
- globoko oranje
- setev ozimin (po ustrezni tehnologiji)

Drugo leto:

- uničevanje ostankov hmelja (pred žetvijo - lokalno)
- žetev
- gnojenje s hlevskim gnojem
- plitvo oranje
- setev podorine (raula - 30 kg/ha)
- mulčenje
- založno gnojenje
- globoko oranje
- izravnava površine (vlača diagonalno na smer obdelave)
- postavitve žičnice
- globoko kultiviranje
- obdelava z grebačem prečno na smer oranja

Tretje leto:

- dopolnilna obdelava
- sajenje hmelja po priporočeni tehnologiji

7.2 IZBIRA IN POSTAVITEV ŽIČNICE

Prve hmeljne žičnice zasledimo v Sloveniji v začetku petdesetih let. V obdobju od leta 1957 do leta 1959 je bilo na območju Spodnje Savinjske doline in v okolici Celja in Dobrne postavljenih že več kot 1000 ha lesenih žičnic. Po letu 1962 so se lesnim žičnicam, pridružile še žičnice iz prednapetih betonskih stebrov. V Spodnji Savinjski dolini je bila postavljena tudi hmeljna žičnica iz jeklenih drogov. Večina betonskih žičnic je bilo zgrajenih v obdobju od leta 1963 do leta 1978. Lesenih žičnic je bilo postavljenih največ v osemdesetih letih. Trenutno je v Sloveniji 2075 ha žičnic. Od tega zavzemajo lesene žičnice 59-odstotni delež (1223 ha), betonske pa 41-odstotni delež (834 ha) vseh bruto površin (Hmeljna komisija, 2001).

Kljub različnim tipom so glavni sestavni elementi (drogovi, žična mreža in sidrišča) pri vseh žičnicah enaki. Razlike so prisotne v vrsti in količini vgrajenega materiala in v zahtevnosti gradnje.

Na zasnovo hmeljne žičnice vpliva tehnologija pridelave, uporabljena mehanizacija, pogojuje pa jo tudi specifična rastlinska odeja, ki jo v času rasti in razvoja oblikujejo hmeljne rastline. Življenjski prostor rastlin je določen z razdaljo sajenja med vrstami in v vrsti. Pri hmelju se medvrstna razdalja sajenja ponavadi giblje od 2,4 m do 3,0 m, v vrsti pa so rastline posajene na razdalji od 0,65 do 1,3 m. Višina žičnic je različna, giblje pa se od 6 do 7 m.

7.2.1 Lesene žičnice

Lesene žičnice so napravljene iz ravnih debel lesa. Za izdelavo žične mreže in sidrnih vrvi, ki so obešene preko glav poševnih in vogalnih stebrov in segajo do nateznih ključavnic oz. glav sidrnih palic, uporabljamo vlečene pocinkane jeklene pletene vrvi z rušilno trdnostjo 160 kN/cm^2 . Preseki posameznih vrvi se razlikujejo glede na sile, ki jih prevzemajo v mrežni konstrukciji. Za sidra so navadno uporabljeni sidrni pragovi v obliki debla ali polbrune kostanja, hrasta, največkrat pa akacije. Lesene žičnice so lahko klasične lesene žičnice ali pa lesene žičnice z vešali.

7.2.1.1 Klasična lesena žičnica

Klasična lesena žičnica je med lesenimi žičnicami pri nas najbolj pogosta. Za njeno postavitev je potrebno na enoto površine največje število drogov.

Opis žičnice:

Raster stebrov v notranjih poljih: 9,6 m x 9,1 m.

Raster stebrov v krajnih poljih: 9,8 m x 9,1 m.

Pri navajanju razdalj med posameznimi stebri določa vrednost 6,9 m razdaljo med drogovi v prečni smeri žičnice (čelno), število 9,1 m pa razdaljo v vzdolžni smeri žičnice. Pri medvrstni razdalji sajenja 2,4 m, dobimo pri omenjeni postavitvi stebrov v srednjih poljinah po 4 medvrstne prostore oziroma 3 vrste brez drogov. Poleg navedenega rastra drogov pa so bile v začetku osemdesetih let obdelane še druge variante (9,6 x 10,4 m in 12,0 x 10,4 m).

Omrežje žičnice:

Zunanji obod žične mreže je sestavljen iz prečnih in vzdolžnih robnih vrvi, ki so pritrjene na poševne in vogalne stebre. Notranjost žične mreže sestavljajo prečne vmesne povezovalno-nosilne in vzdolžne vmesne povezovalne vrvi, ki so napeljane nad prečnimi nosilnimi vrvmi. Na prečno nosilno vrv s horizontalnim povosom, ki je na drog pritrjena skupaj s prečno povezovalno vrvjo, so pritrjene vzdolžne nosilne vrvi (tekači ali 'lauferji'). Žična mreža je preko poševnih in vogalnih drogov fiksirana s sidrnimi vrvmi na glavo sidrne palice oz. na natezno ključavnico sidrišča.

Sidrišča:

Sidra so največkrat iz akacijevega lesa, ki je v primerjavi s kostanjevim in hrastovim lesom pri enakih pogojih v tleh najbolj trpežen. Dolžina sidrnega lesa znaša pri klasični žičnici 180 cm. Premer posameznih debel za izdelavo sidrišč se razlikuje glede na njihov položaj v žičnici (pod poševnimi drogovi je debelina čvrstega lesa v premeru več kot 25 cm, pri vogalnih drogovi pa okrog 50 cm). Globina vkopavanja sider v teren se giblje od 180 cm do 220 cm, kar je odvisno od položaja sidra v žičnici in od talnega tipa (lahka, težka tla). Debla so po sredini razklana na dve polovici. Polbruni sta prevrtani na eni tretjini od zunanjega roba preklanega debla. Skozi luknje je napeljana dvojna žična vrv, ki je povezana skupaj. Namesto žične vrvi so v rabi tudi sidrne palice. Zasipanje sidrišč opravimo z utrjevanjem posameznih plasti nasutega materiala.

Drogovi:

Pri lesenih žičnicah uporabljamo drogeve ravnih debel akacije ali kostanja. V rabi pa so tudi smrekova ali borova debla, ki so zaradi manjše vsebnosti naravnih taninov večinoma predhodno kemično obdelana (impregnirani). Drogovi so vkopani v teren in

prenašajo poleg vertikalnih tudi del horizontalnih obremenitev. Dolžina, debelina in globina vkopavanja drogov je odvisna od njihovega položaja v žičnici. Pri klasični leseni žičnici, kakor tudi pri ostalih tipih žičnic ločimo pokončne, poševne in vogalne droge. Dolžine določenih drogov so za klasično žičnico različnih višin različne (Hmeljar, 1995, števil.12). Globina vkopavanja drogov v teren se pri klasičnih lesenih žičnicah giblje največkrat od 80 do 100 cm.

Razpoložljiva projektna dokumentacija:

Zaradi razlik v navajanju dimenzij posameznih sestavnih elementov, ki se pojavljajo med posameznimi projekti, navajamo za vse tipe žičnic projektno dokumentacijo.

- *Hmeljska žičnica (1959). Statični izračun, Inštitut za hmeljarstvo Žalec*
- *Katalog hmeljskih žičnic. Klasična žičnica, Hmezd Notranja trgovina Žalec*
- *Pregled novih projektov za hmeljske žičnice (1983). Klasična lesena žičnica, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec*

7.2.1.2 Lesena viseča žičnica

Opis žičnice:

Raster stebrov v notranjih poljih: 19,2/10,4 m.

Raster stebrov v krajnih poljih: 12,2/10,4 m.

Pri sajenju hmelja na razdaljo 2,4 m med vrstami je pri žičnici z vešali v notranjih poljinah 8 medvrstnih prostorov oz. 7 vrst brez stebrov, če ne upoštevamo čelnega poševnega stebra, ki je v prečni smeri žičnice postavljen na sredini vsake notranje poljine.

Omrežje žičnice:

Sestavljeno je iz prečne robne in vzdolžne robne povezovalne vrvi, njeno notranjost pa sestavljajo vzdolžne vmesne in prečne vmesne povezovalne vrvi. Na čelu žičnice je skupaj s prečno povezovalno vrvjo na vsak poševni drog pritrjena prečna robna nosilna žica s horizontalnim povesom. Nosilne vrvi (tekači) so pritrjene na prečno robno nosilno vrv v vzdolžni smeri žičnice. Nosilne vešalne vrvi tečejo prečno na žičnico po pokončnih in poševnih drogovih in so na vsaki poljini z distančnim nosilcem dvakrat povezane s prečno povezovalno-nosilno vrvjo. Vrvi nosilnih žičnih vešal se zaključujejo na glavah sidrskih palic vzdolžnih vmesnih sidrišč.

Sidršča:

Zaradi manjšega števila drogov so sidršča pri leseni žičnici s povesi bolj obremenjena kot pri klasični žičnici, kar se odraža tudi pri njihovi zasnovi. Sidra so sestavljena iz polovic brun debelih okrog 50 cm in dolgih 2 m. Prečno na glavno sidro pa sta položeni tudi dve leseni prečki debeli okrog 30 cm in dolgi 1 m. Skozi sredino bruna je nameščena jeklena sidrna palica, ki ima na spodnjem koncu privarjeno jekleno ploščo, na zgornjem koncu pa je vrezan navoj za namestitev glave sidrne palice. Sidrna palica sega iz terena najmanj 40 do 50 cm. Globina vkopavanja sider znaša pri teh žičnicah od 200 do 220 cm. Za lesene žičnice s povesi predvidevajo posamezni projekti tudi vgradnjo sidrskih pragov iz armiranega betona. Zasipavanje izvajamo kot pri klasični leseni žičnici in sicer po plasteh, ki jih sproti utrjujemo.

Drogovi:

Tudi pri leseni viseči žičnici uporabljamo za drogove les prej omenjenih drevesnih vrst. Njihova dolžina je odvisna od vrste droga oz. njegovega položaja v žičnici. Pokončni drogovi segajo npr. do višine 6,8 m do 8,4 m nad teren. Drogovi so v tla vkopani, globina vkopavanja pa se giblje od 100 do 110 cm. Zaradi večje obremenitve posameznih drogov v vertikalni smeri so pri tem tipu žičnic postavljeni vogalni in poševni drogovi na temeljne podstavke, ki so lahko v leseni ali v betonski izvedbi.

Razpoložljiva projektna dokumentacija:

- *Žičnica z vešali (1962). Statični izračuni za žičnico na parceli SN₁₀, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec*
- *Načrt za hmeljno žičnico z vešali (1972). Spremembe in dopolnitve projekta z naslovom: Žičnica z vešali iz leta 1962, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec*
- *Katalog hmeljskih žičnic. Lesena žičnica z vešali, Hmežad Notranja trgovina Žalec*
- *Lesena viseča žičnica (1983). Poslovna skupnost za hmeljarstvo Slovenije-Žalec*
- *Pregled novih projektov za hmeljske žičnice (1983). Lesena viseča žičnica, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec.*

7.2.2 Betonske žičnice

Postavljene so na ravnih terenih in vedno pravokotne oblike. Zaradi ekonomike pa so v primerjavi z lesenimi žičnicami postavljene na večjih površinah. Betonska žičnica ima v primerjavi z leseno žičnico daljšo življenjsko dobo, ki je zaradi njene konstrukcijske zasnove tesno povezana s kakovostjo vzdrževanja.

Opis žičnice:

Raster stebrov v notranjih poljih: 19,2/10,4 m.

Raster stebrov v krajnih poljih: 12,2/10,4 m.

Omrežje žičnice:

Žična mreža je sestavljena iz nosilnih in povezovalnih vrvi v vzdolžni in prečni smeri. Prečna robna nosilna vrv, ki ima horizontalni poves, poteka preko poševnih drogov v prečni smeri in je na končnih vogalnih stebrih z zanko obešena na kljuko železne glave vogalnih stebrov. Na prečno robno nosilno vrv so pritrjene vzdolžne nosilne vrvi (tekači), ki potekajo preko vmesnih prečnih nosilnih vrvi in so skupaj s prečnimi povezovalnimi vrvmi obešene na zanke na kljuke, ki so privarjene na železne glave poševnega stebra. Na vmesnih pokončnih stebrih sta vrvi (prečna nosilna in prečna povezovalna) z vijačno sponko pritrjeni na glavo pokončnega stebra. Prečne robne povezovalne vrvi potekajo preko poševnih drogov in so na obeh koncih obešene na glavi vogalnih stebrov, prečne vmesne povezovalne vrvi pa so obešene na kljukah vzdolžnih poševnih stebrov. Stabilnost žičnice v vzdolžni smeri zagotavljajo vzdolžne robne in vzdolžne vmesne povezovalne vrvi. Obe vrvi sta na poševnih in pokončnih stebrih z zanko s srcem obešeni na kljuko na železni glavi stebra.

Sidrišča:

Tudi pri betonskih žičnicah so največkrat uporabljena lesena sidra, ki so jih v nekaterih primerih zamenjali armirano betonski bloki. Prvotno so bila sidra vkopana 1,7 m globoko, kasneje zamenjana sidra pa so vkopana do največ 2,2 m v teren. Poleg

lesenih polbrun sestavljajo podzemni del sidrišča še sidrne vrvi oz. sidrne palice, ki segajo od 50 do 60 cm iz tal. Sidrne palice so praviloma enojne (leseno sidro), v nekaterih primerih pa tudi dvojne (betonsko sidro). Na sidrne palice je nameščena natezna ključavnica ali pa privarjena zanka za pritrditev nadzemne sidrne vrvi, ki je obešena na kljuko na železni glavi vogalnega in poševnega droga. Nadzemna sidrna vrv je pri večini žičnic enojna.

Drogovi:

Pri betonski žičnici so drogovi narejeni iz armiranega betona in postavljeni na betonske točkovne temelje. Vogalni in poševni drogovi so votli in imajo obliko osmerokotnika, pokončni pa so polni in kvadrataste oblike. Najdaljši so poševni drogovi (6,73 m), najkrajši pa pokončni (6,2 m). Vogalni drogovi so dolgi 7,2 m. Vsak drog je na spodnjem in zgornjem delu zaščiten z objemkami oz. okovi. Za spodnje dele drogov in zgornje dele pokončnih drogov so objemke narejene iz aluminijeve zlitine, za zgornje dele poševnih in vogalnih drogov pa so objemke kovane. Na kovane objemke so privarjeni kavliji za spajanje žičnih vrvi z drogovi.

Razpoložljiva projektna dokumentacija:

- *Hmeljska žičnica (1962), Glavni informativni izvod: betonska, Kmetijski kombinat Žalec*
- *Hmeljska žičnica (1962), Inštitut za hmeljarstvo Žalec*
- *Hmeljske žičnice z drogovi iz delno napetega betona in montažnimi temelji (1967), Predlog patenta*
- *Sanacija starih betonskih hmeljnih žičnic v betonski in leseni izvedbi (1982), Poslovna skupnost za hmeljarstvo Slovenije*
- *Pregled novih projektov za hmeljske žičnice (1983), Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec*
- *Tehnično poročilo armirano betonske hmeljske žičnice (1984), Raziskovalna razvojna naloga*
- *Katalog hmeljskih žičnic, Hmezad Notranja trgovina Žalec.*

7.2.3 Vezni elementi

Vezni elementi (aluminijaste spojke, matice, različne ploščice, pločevinasta srca, vijaki s kavliji, natezni vijaki in drugi) povežejo žičnico v celoto. Zaradi tega moramo biti pozorni pri izbiri materiala in načinu opravljenega dela. Pri nas izdeluje in prodaja preizkušene vezne elemente na Gradbenem inštitutu ZRMK v Ljubljani, g. Zotel Niko, Ključavničarstvo in kovaštvo na Savinjski cesti 14 v Žalcu.

7.2.4 Vzdrževanje žičnic

Redno izvajanje vzdrževalnih del zmanjša možnost porušitve hmeljnih žičnic in podaljša obdobje njihove uporabnosti. Opravljena vzdrževalna in obnovitvena dela na določeni žičnici je smiselno zabeležiti v 'knjigo vzdrževanj', kar nam kasneje natančno prikljiče v spomin že opravljena dela v določenem hmeljišču. Napake in poškodbe na posameznih elementih žičnic opazimo najpogosteje med izvajanjem rednih delovnih postopkov v hmeljišču. Glede na časovno komponento in način pristopa lahko preglede, na podlagi katerih se kasneje odločimo tudi za obseg vzdrževalnih del neke žičnice, razdelimo v naslednje skupine:

- redne preglede
- izredne preglede in
- periodične preglede.

Redni pregledi:

Pri teh pregledih ugotavljamo trenutno stanje posameznih elementov v žičnici kot je npr. napetost žičnih vrvi (omrežja žičnice, sidrnih vrvi), stanje drogov (mehanske poškodbe, nagnjenost drogov), kontrola stanja spojnih elementov, stanje podzemnih sidrnih vrvi na mestu prehoda iz terena itd.. Pri omrežju žičnic je potrebno posebno pozornost posvetiti prečnim robnim nosilnim vrvm in robnim povezovalnim vrvm. Za zagotavljanje enakomerne obremenjenosti posameznih elementov žičnic (sidra in sidrne vrvi) pa je pomembno, da so pokončni drogov postavljeni v pokončen (vertikalen) položaj.

Izredni pregledi:

Med izredne preglede štejemo vse tiste preglede žičnic pri katerih preverjamo stanje posameznih elementov žičnic zaradi začasno povečanih obremenitev. V letih ugodnih za rast in razvoj hmelja so rastline bujnejše, zato je njihova masa večja, kar vpliva tudi na obremenitev žičnice. Hmeljne rastline dosežejo največjo maso v obdobju po cvetenju, zato moramo omenjene preglede pogosteje izvajati v tem času. Izredne preglede izvajamo tudi v primerih nenavadnih vremenskih dogodkov kot so npr. daljša obdobja z intenzivnimi padavinami, neurja z močnimi sunki vetra in drugo.

Periodični pregledi:

Tovrstni pregledi naj bi bili osnova za določitev večjih obnovitvenih del na žičnicah. Obseg teh del se določi na podlagi predhodnih analiz smiselno vzetih vzorcev kritičnih sestavnih elementov (povezovalne vrvi, nosilne vrvi, sidrne vrvi) dočenega tipa žičnic znane starosti. Na vzorcih (npr. žičnih vrvi) nabranih iz različnih območij po določenem kriteriju ugotovimo njihovo stopnjo korodiranosti, izgubo elastičnosti ipd. Izvajanje omenjenih pregledov in izdelava odločitev o načinu in obsegu potrebnih obnovitvenih del različnih tipov hmeljnih žičnic, morajo biti zasnovani projektno in vključevati strokovnjake iz različnih področij. Periodične preglede je smiselno izvajati v intervalu na vsakih 10 do 15 let.

7.3 IZBIRA IN PRIPRAVA TAL ZA SAJENJE

Pri izbiri tal za hmeljišče moramo poskrbeti, da bomo izbrali takšna tla, ki so za pridelavo hmelja res ugodna. Če je izbira tal za nasad slaba, bodo kljub trudu in upoštevanju vseh agrotehničnih ukrepov v kasnejših letih pridelki manjši, slabše kakovosti in pridelava bo neekonomična.

Sedanja tehnologija pridelave hmelja, kjer je značilna intenzivna strojna obdelava, ima negativne vplive na tla in zaradi tega tudi na rastne razmere za hmelj. Primernost površin za pridelovanje hmelja se je zato ustrezno zmanjšala in to predvsem na račun težjih tal, ki imajo sorazmerno velik delež gline. V takšnih tleh pri ročni obdelavi ni prihajalo do povečane zbitosti tal oziroma do slabših vodno zračnih razmer. Sedaj pa intenzivna obdelava s številnimi traktorskimi hodi po istih kolesnicah, poslabša fizikalne lastnosti tal, rast hmelja je ovirana do takšne mere, da pride do večjega zmanjšanja pridelkov. V zadnjem času je moč opaziti tudi širjenje hmeljišč na plitva

prodната tla, ki lahko postanejo pogojno primerna za pridelavo le ob učinkovitem namakalnem sistemu, sicer se srečujemo z občutnim zmanjšanjem predvidenih pridelkov. Nujno in zelo priporočljivo je, da ob napravi novih hmeljišč, pregleda zemljišče strokovnjak - pedolog, ki lahko že s terenskim pregledom določi splošne pridelovalne pogoje in s tem primernost zemljišča za pridelovanje hmelja.

Za ugodne rastne razmere je potrebno zagotavljati optimalne fizikalne, kemijske in biotične lastnosti tal.

7.3.1 Pomen fizikalnih lastnosti tal

Voda in zrak se v tleh izmenjujeta - ob večjih padavinah je v talnih porah več vode in manj zraka, v sušnih razmerah pa je v porah predvsem zrak. Če so presežki vode dolgotrajni, prihaja do negativnih posledic, saj koreninam primanjkuje zraka, ki v skrajnih primerih tudi odmro, največkrat pa je predvsem oviran sprejem hranil oziroma je prizadeta rast zaradi pomanjkanja zraka. V peščenih in plitvih tleh se srečujemo z obratnimi problemi. Tla so sicer zračna, vendar je rast korenin oziroma celotne rastline ovirana zaradi pomanjkanja vode. V obeh primerih lahko z melioracijskimi ukrepi pripomoremo k izboljšanju prvotnih fizikalnih talnih lastnosti do te mere, da takšna tla postanejo primerna za pridelovanje hmelja.

Fizikalne lastnosti tal lahko izboljšamo tudi v času premene z obdelavo ter s pravilno izbiro kulture. Za premeno niso primerne rastline, ki so velike porabnice humusa v tleh in ki imajo takšen koreninski sistem, ki ni dovolj razrasel in ne izboljšuje poroznosti tal. V težjih tleh je še posebno priporočljivo podrahljati hmeljišče v prečni in vzdolžni smeri. S tem ukrepom vplivamo predvsem na razbijanje plazine, ki se tvori ob enaki dolgoletni tehnologiji obdelave ter izboljšamo splošne zračne pogoje v vrhnji plasti tal.

Čeprav se veliko hmeljarjev odloča za enoletno premeno, je zaradi vsestranskega izboljšanja pridelovalnih razmer priporočljiva vsaj dvoletna premena, še posebno na zemljiščih, ki nimajo optimalnih pridelovalnih pogojev.

7.3.2 Izboljšanje kemičnih in biotičnih lastnosti tal

K rodovitnosti tal pa pripomorejo tudi kemične in biotične lastnosti tal. Na obe lastnosti lahko praviloma lažje vplivamo kot na fizikalne lastnosti tal.

Pri kemičnih lastnostih tal so pomembne že naravne lastnosti tal. Osnovna delitev tal je delitev, ki temelji na vsebnosti kalcija, magnezija, kalija, natrija in vodika v tleh. V kolikor je delež ostalih večji od vsebnosti vodika, ki poglavitno vpliva na kislost tal, tla uvrstimo med evtrična (manj kislila in bazična tla). Ta so po pridelovalnih lastnostih boljše kot distrična tla (kislila), kjer v tleh prevladujejo večje vsebnosti vodika.

Osnovne lastnosti tal pa lahko deloma spremenimo z dodajanjem hranil. Za nemoteno rast hmelja so nujno potrebne zadostne količine makro in mikrohranil v tleh. Za pridelovanje hmelja je nujno potrebno zagotavljati veliko vsebnost organske snovi oziroma humusa v tleh. Potrebe po organski snovi največkrat zadovoljimo z gnojenjem s hlevskim gnojem ali pa s podorinami. Organska snov v tleh izboljšuje fizikalne lastnosti tal, saj v težjih tleh odločilno vpliva na večjo poroznost tal in zaradi tega na večjo zračnost tal. V peščenih tleh pripomore k izboljšanju vodno zadrževalne sposobnosti tal. Zadostna količina organske snovi v tleh vpliva tudi na dostopnost hranil, predvsem na sprejem mikrohranil.

7.3.3 Izbira kultivarja glede na tla

Pri izbiri in pripravi tal za hmeljišče moramo upoštevati, da bomo hmelj neprekinjeno pridelovali vsaj 15 do 20 let, zato moramo biti še posebno skrbni, saj se nam lahko miselnost maščuje na daljši rok. Za pridelovanje hmelja pridejo v poštev res samo tla, kjer lahko vsaj približno zagotovimo zadovoljive vodno zračne razmere.

Slabše rastne pogoje lahko zmanjšamo tudi s pravilno izbiro hmeljnih kultivarjev. Aurora je sorazmerno tolerantna na slabše talne razmere in je primerna tako za lažja kot tudi težja tla, Bobek je primeren za sajenje na težjih tleh, kjer bi sajenje ostalih kultivarjev bilo neprimerno. Celei godijo optimalna tla za pridelovanje hmelja, je pa delno tolerantna tudi za nekoliko težja zemljišča in je netolerantna za plitva in peščena tla. Savinjski golding pa je zelo ozek v tolerantnosti do tal in je primeren za tla, ki imajo optimalne vodno zračne lastnosti, to so tla, ki so globoka, a hkrati nimajo prevelikega deleža gline. Primernost tal za pridelovanje tujih hmeljnih kultivarjev (Magnum, Taurus) še spoznavamo hkrati s širjenjem le tega. Prve izkušnje kažejo, da sta dokaj zahtevna za primernost tal in najboljše uspevata na težjih zemljiščih, vendar sta do neke mere tolerantna tudi za pridelavo v nekoliko lažjih tleh.

7.3.4 Priprava tal za sajenje

Če sadimo hmelj spomladi, najprej opravimo zimsko praho. Hkrati je zelo priporočljivo, da pred globokim zimskim oranjem, tla izdatno pognojimo s hlevskim gnojem. Spomladi tla v ustreznih vlažnostnih razmerah obdelamo s kultivatorjem ter z brano ali predsetvenikom tako, da pripravimo ustrezno strukturo tal za sajenje. Kjer je potrebno, tla pred končno pripravo strukture poravnamo z vlačo.

Za težja tla in za odpravljanje plazine je priporočljivo, da se tla podrahljajo. Bolj uspešno ta ukrep opravimo z vibracijskim podrahljačem. Priporočljivo je, da zghostimo obdelavo tako, da je razdalja med hodom nogače 40 do 60 cm, odvisno od širine osnovnega priključka. Delovna hitost pri podrahljavanju naj bo le 1 do 2 km na uro, medtem ko je na priključni gredi 380 do 420 vrtljajev.

V kolikor sadimo v deviška tla, opravimo osnovno gnojenje ter temeljno obdelavo pred napravo žičnice. Zemljišče tudi ustrezno poravnamo, da lahko opravimo razkoličenje parcele. Pred sajenjem pa je potrebno zaradi gaženja strojev ob postavitvi žičnice tla ustrezno obdelati. Tla podrahljamo s priključkom s togimi nogačami ali pa opravimo globoko kultiviranje, nato tla pobranamo in jih pripravimo za sajenje.

Kadar pripravljamo zemljišče za jesensko sajenje hmelja, je priprava enaka kot za spomladansko sajenje. Res pa je, da je zaradi odsotnosti zimske prahe, obdelava in priprava tal nekoliko zahtevnejša, zato lahko pričakujemo, da bomo za pripravo ustrezne strukture tal opravili kakšen delovni hod več kot pri spomladanski obdelavi ali pa da je potrebno vključiti v pripravo tudi dodaten priključek kot je to na primer freza.

7.4 SADILNI MATERIAL IN SAJENJE

7.4.1 Vrste sadilnega materiala

7.4.1.1 Sadike s certifikatom A (v lončkih)

To so sadike, ki jih vzgojimo iz zelenih potaknjencev matičnih rastlin. V Sloveniji te sadike vzgajamo na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec. Te sadike so osnovni pogoj, da je posajen nasad matični in lahko v njem režemo sadike s certifikatom B.

7.4.1.2 Sadike s certifikatom B (nabrane v nasadu)

Sadika je del enoletnega lesa podzemnega dela trte, ki ga vsako pomlad odrežemo, ne glede, če pridobivamo sadike ali ne. Ta del stebila ima očesa in koreninice. Sadike režemo v času mirovanja hmeljne rastline, to je od jeseni do pomladi, običajno režemo sadike pomladi. Biti mora zdrava in nepoškodovana. Sadike nabiramo le iz priznanih matičnih nasadov, kajti le tako lahko zagotovimo zdravo in sortno čisto sadiko. Nasadov, kjer bomo nabirali sadike, pred rezjo ne pobranamo. Matične nasade je smiselno višje osuti, da tako zagotovimo večje število sadik. V povprečju dobimo iz dobro razvitih rastlin dve ali tri sadike. Število je odvisno od stanja nasada, višine osipanja ter števila napeljanih trt. Priporočamo sajenje sadik z dvema vencema brstov.

Kakovostna sadika:

- nepoškodovana
- zdrava
- z dvema vencema dobro razvitih brstov
- dolžina brstov do 10 mm
- debelina 10 mm in več (odvisno od kultivarja)
- zgornji del sadike gladko poševno prirezan 1,5 cm nad vencem brstov
- spodnji del sadike gladko ravno prirezan 1,5 cm pod vencem brstov
- korenine prikrajšane na dolžino 2 do 3 cm

Skladiščenje sadik:

Sadike je potrebno čimprej posaditi, v nasprotnem primeru jih skladiščimo v zasipnici. Izkopljemo 20-25 cm globoko jamo na lahki odcedni zemlji. Primerna je tudi globoka brazda. V izkopano jamo postavimo sadike tesno drugo ob drugo (plast sme biti debela do 20 cm) ter zasujemo z 10-15 cm debelo plastjo zemlje oziroma mivke. Če sadike v zasipnici dobijo plesnivo prevleko na rezanem delu, ga pred saditvijo ponovno prirežemo. Sadik ne shranjujemo na kupu ali v kleti, ker lahko pričnejo gniti.

7.4.1.3 Ukoreninjenci

Sadike lahko posadimo namesto v pridelovalni nasad tudi v ukoreninšče, kjer se ukoreninijo in v naslednjem letu jih posadimo v nasad. Tudi ukoreninjenci morajo biti zdravi in nepoškodovani. Imeti morajo dobro razvit koreninski sistem. Imajo naj tri glavne korenine s premerom 5 mm (merjeno 5 cm od osnove) ter dolžine nad 15 cm. Imeti morajo več stranskih korenin. Enoletni les mora biti odrezan na reznik in mora imeti 2 venca oči.

7.4.2 **Sajenje na stalno mesto**

7.4.2.1 Čas sajenja

Sadimo v jeseni ali spomladi, vendar se jesenskega sajenja izogibamo, še posebno na težkih tleh. Priporočljivo ni tudi pozno pomladansko sajenje, ki da slab nasad. Pozno sajene rastline se slabše ukoreninijo. Optimalni čas sajenja je tako pomladi, najkasneje do 15. aprila.

7.4.2.2 Gostota sajenja

Pri zasnovi novega nasada je zelo pomemben dejavnik tudi gostota sajenja, ki vpliva tako na pridelek kot stroške pridelave (tabela 27). Gostota sajenja je razdalja med vrstami in razdalja med rastlinami v vrsti. Večje razdalje praviloma omogočajo večji

pridelek na rastlino z večjo vsebnostjo alfa kislin. Seveda pa pridelek ni edino merilo, ki ga moramo upoštevati, ko izbiramo razdalje sajenja. Pregosto sajenje nas ovira tudi pri obdelavi tal, potrebujemo tudi več delovne sile za napeljavo vodil in poganjkov. V gostih nasadih je hitrejša širjenje boleznih, probleme pa imamo tudi z dozorevanjem hmelja - storžki ostajajo majhni in medli.

Pri izbiri razdalje moramo upoštevati kultivar, rodovitnost tal, ekološke pogoje in tudi okuženost z virusi - brezvirusne rastline so bujnejše.

Tabela 27: Vpliv razdalje sajenja na življenjski prostor rastline ter število sadik na 1 ha

Razdalja sajenja (cm)	Življenjski prostor rastline (m ² /rastlino)	Število rastlin na hektar
240 x 100	2,40	4166
240 x 110	2,64	3787
240 x 120	2,88	3472
240 x 130	3,12	3205
240 x 140	3,36	2976
240 x 150	3,60	2777
280 x 110	3,08	3246
280 x 120	3,36	2976
280 x 130	3,64	2747
300 x 110	3,30	3030
300 x 120	3,60	2777
300 x 130	3,90	2564

Pri enakomerni razporeditvi drogov na 16,8 m x 10,4 m priporočamo za slovenske kultivarje razdaljo 240 cm x 130 cm, kar pomeni 3205 rastlin/ha.

7.4.2.3 Razkoličenje

Če želimo zagotoviti enakomeren sklop rastlin, opravimo razkoličenje površine, kjer bomo sadili hmelj. Linije označimo z vrvico, sadilna mesta pri sajenju v jamice pa s količki. S količki lahko označimo tudi sadilna mesta pri sajenju v jarke ali pa si tu pomagamo z merilno lato oziroma oznako na ročaju motike.

7.4.2.4 Način in globina sajenja

Sadiko sadimo v jame ali jarke. Pred sajenjem (A-certifikat) in takoj po sajenju jih dobro zalijemo. Globina sajenja je odvisna od tipa tal ter sadilnega materiala.

Sadika s certifikatom A sadimo na globino 15 cm, računano od zgornjega roba šotnega lončka oziroma rastlinskega vratu. Sadiko prignemo in jo pokrijemo z nekaj centimetrsko plastjo rahle zemlje, da preprečimo izsuševanje. Šele, ko se rastlina vraste in malo okrepi, začnemo s prisipanjem zemlje k rastlini. Prisipanje ponavljamo toliko časa, da izravnamo nivo zemlje okoli rastline z nivojem njivske površine. Če po sajenju ni padavin, rastline zalijemo vsakih tri do pet dni, odvisno od vremena in tal.

Sadike hmelja s certifikatom B sadimo na težjih tleh do globine 8 cm, na lažjih tleh pa jih sadimo globlje (10-15 cm).

7.4.2.5 Napake pri sajenju

Pri sajenju delamo napake, ki se pozneje lahko maščujejo. Najpogostejše napake so slabe sadike, preplitvo ali pregloboko sajenje, neenakomerna globina sajenja in sajenje v presuho ali premokro zemljo. Še posebno pozorni moramo biti pri sajenju sadik s certifikatom A, ker imajo le en venec brstov in se nam nepazljivost lahko maščuje pri rezi.

Pri preplitvem sajenju se korenine razvijajo preblizu površine zemlje, pri preglobokem sajenju pa se rastline neenakomerno razraščajo in pozneje odženejo nove poganjke. Pri neenakomerni globini se rastline različno razraščajo, nasad pa zato ni izenačen.

Pomembno je tudi, da poskrbimo za optimalno vlago tal, saj mlade rastline zaradi suše ali prevelike moče hitro propadejo, kar pomeni številna prazna mesta v nasadu. Prazna mesta moramo najkasneje v maju dosaditi.

7.4.3 **Sajenje v ukorenišče**

Tudi za ukorenišče so osnovne zahteve enake kot za stalni nasad (tla primerna za pridelovanje hmelja, vsaj dvoletna premena, še boljša so deviška tla, ukorenišče naj ne bo na istem mestu več kot eno leto, nato vsaj dve leti kolobar, tla morajo biti dobro očiščena plevelov).

Medvrstna razdalja je 260 cm ali manj, če imamo možnost obdelovanja z ožjimi stroji. Sadimo lahko cik-cak v dve vzporedni vrsti, ki sta približno 20 cm narazen, ali pa odpremo širši jarek z ravnim dnem, tako da lahko vanj sadimo vzporedno tri sadike. V vrsti sadimo sadike na razdaljo 10-15 cm. Sadimo plitveje kot na stalno mesto.

Rastlinam v ukorenišču postavimo nizko oporo (višina do 1,5 m). Uporabimo polipropilensko vrvico, lahko pa tudi mrežo za kumare.

Pri zasnovi ukorenišča moramo biti zelo natančni, če ukoreninjamo sadike različnih kultivarjev. Najboljše je, da na eno lokacijo posadimo sadike istega kultivarja. V kolikor to ni izvedljivo, pa je potrebno ukorenišče zelo natančno označiti in kultivarje posaditi v vsaj različne vrste.

Oskrba ukorenišča v času rastne dobe mora biti zelo dobra, kajti tu imajo rastline zelo malo ravnega prostora in je še toliko pomembnejša zadostna preskrba s hranili, vodo in varstvo pred boleznimi in škodljivci. Nikakor ne smemo dovoliti zapleveljenja ukorenišča, saj tu plevel predstavlja zelo veliko konkurenco rastlinam hmelja.

7.5 **LITERATURA**

Arhiv projektne dokumentacije Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec.

Čirić, M. Pedologija, Sarajevo, Svjetlost, 1989.

Dolinar, M. Popravilo hmeljnih žičnic, ki jih poškoduje neurje. Hmeljar, 1962, 8, s. 88-92.

- Dolinar, M. Kako bomo postavljali nove žičnice. Hmeljar, 1962, -, s. 135-150.
- Friškovec, I. Razmoževanje hmelja. Gradivo 4. hmeljarske šole. Žalec, 1998.
- Friškovec, I. Kolobar in sajenje hmelja. Gradivo 4. hmeljarske šole. Žalec, 1998.
- Hanks, R.J. Applied Soil Physics. Springer - Verlag, 1992, 176 s.
- Hmeljne sadike. Bilten pridelovalcev brezvirusnega hmeljnega sadilnega materiala. Žalec, 1993, s. 6-7.
- Hribernik, I. Varen promet s traktorji in prikolicami v času obiranja. Strojno obiranje hmelja. Hmeljar, 62, 1992, 3, s. 92.
- Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec, Poročila o delu za obdobje od l. 1981-1985 in za obdobje od l. 1988 do 1992.
- Kač, L. Nekaj nasvetov za žičnice. Hmeljar. Izdaja kmetijska poslovna zveza v Žalcu, XII, 1957, 5, s. 10.
- Kač, L. Nekaj praktičnih nasvetov za postavljanje žičnic. Hmeljar, XIII, 1958, 1, s. 12-14.
- Kišgeci, J., Mijavec, A., Aćimović, M., Spevak, P., Vučić, N. Hmeljarstvo. Poljoprivredni fakultet-Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad 1984, s. 166-174.
- Knapič, M. Izbira tal za hmeljne nasade. Brezvirusne sadike v hmeljarstvu, Žalec, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec, 1997, s. 9-11.
- Knapič, M. Izbira tal za hmeljišča. Hmeljar, 65, 1996, 5, s. 66-68.
- Kralj, D. Razvoj koreninskega sistema pri hmelju. I. jugoslovanski simpozij za hmeljarstvo. Inštitut hmeljarstvo in kooperativa Novi Sad. Žalec, 1962, s. 42-49.
- Livk, J. Poročilo za leto 2001. Hmeljna komisije Slovenije, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec, julij 2002.
- Luževič, J. Osebne konzultacije, 2002.
- Majer, D. Zasnova novega nasada hmelja. Predavanje za hmeljarje, Gotovlje, marec 1996.
- Majer, D. Sajenje in oskrba brezvirusnih sadik hmelja. Brezvirusne sadike v hmeljarstvu (priporočila za pridelovanje hmelja v brezvirusnih nasadih). Žalec, 1997, s. 12-15.
- Miller, R. W. Soils - An introduction to soil and plant growth. Prentice-Hall International, Inc, 1990, 768 s.
- Oset, F. Hmeljni kolobar. Hmeljar, LXI, 1991, avgust, s. 34.
- Pelikan, Z. Hmeljska žičnica z drogovi iz prednapetega betona. Hmeljar 1964, 3-4, s. 73-90.
- Pregled novih projektov za hmeljne žičnice, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec, maj 1983.
- Rovan, A. Osebne konzultacije, 2002.
- Sajovec, J. Tudi lesena žičnica lahko vzdrži 30 let. Hmeljar, 1969, 4, s. 10-11.
- Stritar, A. Krajina, krajinski sistemi ter Raba in varstvo tal v Sloveniji. Partizanska knjiga, Ljubljana, 1990, 173 s.

Veronek, M. Drogovi za hmeljske žičnice iz impregniranega mehkega lesa in višina žičnic. Hmeljar, 1995, 12, s. 152-154.

Veronek, M. Žičnice potrebne večjih popravil. Hmeljar. Priloga za hmeljarstvo, 1982, 3, s. 6-8.

Veronek, M. Kako zavarujemo spojne elemente žičnic pred korozijo. Hmeljar, november 1992, 1. 62, s. 79.

Veronek, M. Ukoreninjanje sadik in ukoreninjenci za nova hmeljišča. Priloga za hmeljarstvo. Hmeljar, XXXIII, 1979, 5, s. 13-14.

Veronek, M. Ukoreninjanje sadik in ukoreninjenci za nova hmeljišča. Priloga za hmeljarstvo. Hmeljar, XXXIII, 1979, 5, s. 13-14.

Veronek, M., Žolnir, M. Sajenje brezvirusnega sadilnega materiala na stalno mesto ali v ukorenišče.

Wagner, T. Hmeljarstvo 1. del. Žalec, 1968, s. 45-61.

Wagner, T. Naraščanje teže hmeljne rastline od odcvitanja do obiranja. Hmeljar, 5-6, s. 178-184.

Zmrzlak, M. Razmnoževanje brezvirusnik sadik hmelja. Brezvirusne sadike v hmeljarstvu (priporočila za pridelovanje hmelja v brezvirusnih nasadih). Žalec, 1997, s. 7-8.

Zmrzlak, M. Razmnoževanje brezvirusnik sadik hmelja. Brezvirusne sadike v hmeljarstvu (priporočila za pridelovanje hmelja v brezvirusnih nasadih). Žalec, 1997, s. 7-8.

8 DELA V HMELJSKIH NASADIH V JESENSKO-ZIMSKEM OBDOBJU

Po končanem obiranju so tla v hmeljskih nasadih pogosto steptana in zbita. Zato je tudi v jeseni potrebno posvetiti mnogo pozornosti obdelavi tal v nasadih, še posebno tam, kjer so tla manj primerna za rast hmelja. Temeljito in strokovno opravljena jesenska opravila v nasadih hmelja so osnova za nadaljnjo obdelavo in oskrbo nasadov ter eden od pogojev za uspešno rast rastlin in zadovoljiv pridelek v prihodnjem letu.

Med letom skrbimo z branjem in večkratnim kultiviranjem predvsem za uničevanje plevelov in površinsko rahljanje zemlje, v jesenskem času pa s preoravanjem in vnašanjem organske mase v tla (temeljna obdelava) poskrbimo za oživitev utrujenih tal in ohranjanje ugodne strukture tal. S temeljno obdelavo tal ne hitimo, ker jesenska zapleveljenost nasadov in nezaorane podorine preprečujejo uničevanje strukture tal in izpiranje ostankov dušika v tleh. Temeljno obdelavo opravimo pozno jeseni tako, da preorjemo zemljo med vrstami in jo pustimo v surovi brazdi preko zime. Za obdelavo je primeren hmeljni ogrodnik, na katerega montiramo 4 pluzne glave, pri širokih razdaljah pa 4-6 pluznih glav. Zemljo naorjemo v greben med vrstami. Pozorni moramo biti na globino oranja (18-20 cm), da ne porežemo starih korenin in poškodujemo plitvo sajenih rastlin. Hmelj pomladi odorjemo s hmeljnim odoralnikom.

Kjer so tla težja, je priporočljivo, da zbita tla najprej podrahljamo. Podrahljavanje opravimo s podrahljači, ki so lahko vibracijski ali pa s togimi nogačami. Bolj učinkoviti so vibracijski, zahtevajo pa tudi nekoliko manjšo vlečno silo. Delovna hitrost pri podrahljavanju naj bo majhna, le 1-2 km/h, delamo pa s 380 - 420 vrtljaji na priključni gredi. Podrahljavamo do globine 40 cm v razdalji 50-60 cm od vrste. Tla naj bodo pri podrahljavanju suha.

Del temeljne obdelave je tudi gnojenje s hlevskim gnojem in apnjenje. Gnojenje s hlevskim gnojem in apnjenje naj ne sovpadata istočasno. Hlevski gnoj potrosimo na široko in ga zaorjemo.

Jesensko-zimsko obdobje je pravi čas tudi za odvzem talnih vzorcev za kemično analizo, nikakor pa v tem času ne smemo pozabiti tudi na čiščenje in popravilo žičnic, kajti tudi tako si bomo prihranili marsikatero nevšečnost v naslednjem letu.

8.1 LITERATURA

Kišgeci, J., Mijavec, A., Aćimović, M., Spevak, P., Vučić, N. Hmeljarstvo. Poljoprivredni fakultet-Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad 1984, s. 174-177.

Wagner, T. Hmeljarstvo 1. del. Žalec, 1968, s.82-83.

Zmrzlak, M. Obdelava tal. Gradivo 4. hmeljarske šole. Žalec, 1998.

9 ODGRINJANJE IN REZ HMELJA

9.1 ODGRINJANJE RASTLIN

Po temeljni obdelavi ostane v vrsti 40-50 cm širok greben zemlje. Pred rezjo rastline hmelja odgrnemo oziroma opravimo fino odoravanje, ki je zelo zahtevno delo. Odgrinjamo s hmeljnim odoralnikom ('čehom'), ki sestoji iz dveh plužnih glav, kateri sta na okvirju nameščeni tako, da odoravata, razdalja med njima pa je 33 cm. Odoralnik vodimo z vodilno napravo s sedeža priključka. Za plužnima glavama sta dve poševno postavljeni plužni deski, ki jih stiska vzmet. Ti odstranjujeta greben zemlje, ki je ostal za plužnima glavama. Ob koreniki se deski razkleneta. Globino odgrinjanja uravnavamo s podpornim kolutom. Običajno znaša okoli 10 cm. Paziti moramo, da ne poškodujemo ali celo izorjemo korenik. Zlasti je oteženo odgrinjanje na prodnatih in plitvih tleh.

Odgrinjamo pa lahko tudi hkrati z rezjo. Tako zmanjšamo en hod pri obdelavi in racionaliziramo pridelavo hmelja. Odgrinjanje in rez hmelja predstavljata v stroških hmeljne pridelave dobre 3 %, kar ni malo, če upoštevamo samo stroške do obiranja. Priključek za odgrinjanje priključimo na sprednji del traktorja, rezalnik pa zadaj. Pri uporabi bočnega rezalnika takšna racionalizacija ni možna.

9.2 REZ RASTLIN

Rez spada med najpomembnejše agrotehnične ukrepe v pridelavi hmelja. Večje napake, ki jih morebiti naredimo pri rezi, vplivajo na količino in kakovost pridelka več let. Kakovostno opravljena rez je osnova za učinkovitost nadaljnjih agrotehničnih ukrepov, ohranjanje rodnostnega potenciala rastlin, trajanje nasadov in doseganje konstantno visokih pridelkov.

Pri rezi odstranimo enoletni les in s tem odvečna na njem razvita očesa. Z rezanjem uravnavamo dinamiko rasti in razvoja (zakasnimo začetek rasti) ter rodnost nasada, vzdržujemo korenike na ustrezni globini ter ohranjamo in kontroliramo zdravstveno stanje hmeljišč.

9.2.1 Izvedba rezi

9.2.1.1 Načini rezi

Ločimo 4 glavne načine rezi:

Rez na glavo: pri tem načinu odrežemo ves enoletni les. Tako režemo le v izjemnih primerih, predvsem takrat, ko želimo ponížati koreniko in popraviti napake nepravilne (previsoke) rezi oziroma saditve. Vendar pa moramo računati z nevarnostjo, da določeno število rastlin po rezi ne bo vzniknilo.

- Rez na čep: tako režemo večino nasadov, kjer so korenike dobro razrasle. Pri tem načinu pustimo en venec oči na enoletnem lesu.

- Rez na reznik: tu pustimo dva venca oči. Način je primeren za rez drugoletnih nasadov.

- Visoka rez: na enoletnem lesu pustimo tri vence oči. Ta način je priporočljiv le za pridelavo v zadnjem letu pred izoranjem nasada.

9.2.1.2 Ročna rez

Pri sodobni pridelavi hmelja se ročna rez uporablja le še izjemoma. Nekateri hmeljarji se odločajo za ročno rez prvoletnih nasadov ter pri drogovih. Pri ročni rezi obravnavamo vsako koreniko posamezno ter se glede na stanje v katerem je, odločamo, kako jo bomo obrezali (glava, čep, reznik ali visoko). V večini primerov režemo na čep. Za ročno rez uporabljamo hmeljni nož, ki je sestavljen iz rezila ter lesenega ročaja. Za kakovostno gladko rez mora biti nož oster, zato ga redno brusimo.

Pri ročni rezi pri vsaki odkriti koreniki pokleknemo in z noževim ročajem odkopljemo zemljo ob koreniki ter si ogledamo koreniko. Porežemo vse roparske poganjke in izrežemo nagnita ter črviva mesta. Gladko odrežemo slabotni enoletni les, ne režemo korenin. Z roko primemo enoletni les in ga nagnemo nekoliko proti nožu ter ga gladko odrežemo. Pazimo, da je nastala rana čim manjša in gladka. Nož držimo poševno in režemo od spodaj navzgor.

9.2.1.3 Strojna rez

S strojno rezjo smo v Sloveniji pričeli leta 1970. Režemo z zadenjskimi ali z bočnimi rezalniki (vrste z drogovi).

Natančnost pri strojni rezi se izraža v točnem vodenju rezalnika po vrsti, doseganjem določene globine oziroma višine rezi in ostrini diskov oziroma gladkosti rezi:

Brušenje diskov: diski naj bodo natančno in kakovostno nabrušeni. Zgornji disk nabrusimo od zgoraj pod kotom 45, spodnjega pa od spodaj pod kotom 26 oziroma na širino 8 mm brušene površine. Za rez prvoletnih nasadov mora biti rezalnik še posebej skrbno pripravljen. Diska morata biti nabrušena bolj ostro in pravilno. Spodnji disk naj bo brušen pod zelo ostrim kotom, tako da znaša širina brušene površine pri spodnjem disku vsaj 1 cm, zgornji disk pa je lahko brušen pod večjim kotom. Nikakor ne smemo pozabiti na sprotno brušenje diskov. Le ostri rezalni diski omogočajo gladko rez, brez cefranja, trganja ali celo izpuljenja korenin.

Ustrezna delovna hitrost: naj bo od 2,5 do 4 km/h. Odvisna je od vrste in vlažnosti tal ter poravnosti hmeljišča. Pri rezi prvoletnih nasadov naj bo hitrost manjša, večje pa naj bo število vrtljajev diskov.

Globina rezi: je 2 - 3 cm nad glavo štor. Torej režemo pri strojni rezi večino rastlin na čep, nekaj pa tudi na reznik (glede na globino sajenja in nihanje rezalnika, ki naj ne bo večje od 1,5 cm). Pri ohranjanju globine rezi moramo biti zelo previdni, kajti neenakomerno globoko rezano hmeljišče povzroča zelo neenakomeren vznik po rezi, kar pa kasneje otežuje napeljavo poganjkov na vodila. Priporočene globine rezi se poskušamo čimbolj držati, kajti tako previsoka kot pregloboka rez nam dolgoročno zmanjšujeta rodnost nasada. Nikakor pa ne sme biti pregloboka rez prvoletnih nasadov, še posebej nasadov, ki so bili posajeni s sadikami s certifikatom A.

Razkuževanje rezalnikov: je nujno pri rezi matičnega nasada.

9.2.2 Čas rezi

Pričetek rezi je pogojen z razmerami v okolju in lastnostmi hmeljnega kultivarja. Čas rezi hmelja iz leta v leto različno vpliva na količino in kakovost pridelka hmelja. Učinek časa rezi je v veliki meri odvisen od vremenskih razmer po rezi, predvsem od rastnih razmer v prvi polovici rastne dobe. Najprimernejši čas rezi za posamezni kultivar določamo po pridelovalnih izkušnjah dopolnjenih z rezultati večletnih poskusov. Prezgodnja ali prepozna rez praviloma dajeta manj pridelka slabše kakovosti. Najprej režemo nasade na težkih tleh.

Iz tabele 28 so razvidni priporočeni roki rezi za posamezne kultivarje. Priporočljivo je, da se v praksi teh rokov držimo in ne prehitavamo z rezjo. S poskusi smo ugotovili, da je tudi optimalen čas rezi brezvirusnih rastlin Savinjskega goldinga in Aurore znotraj priporočenih rokov za posamezen kultivar. Razvidno pa je, da pri Savinjskem goldingu ugodneje vpliva na količino pridelka poznejša rez (okrog 10. aprila), pri kultivarju Aurora pa je pridelek večji, če rastline režemo med 25. in 31. marcem.

Tabela 28: Priporočeni roki rezi za posamezne kultivarje

Kultivar	Datum
Aurora	25. marec - 05. april
Blisk	25. marec - 10. april
Bobek	01. april - 10. april
Atlas	01. april - 10. april
Celeia	01. april - 10. april
Cerera	01. april - 10. april
Cekin	01. april - 10. april
Cicero	01. april - 10. april
Buket	05. april - 15. april
Savinjski golding	05. april - 15. april

9.3 LITERATURA

Kišgeci, J., Mijavec, A., Aćimović, M., Spevak, P., Vučić, N. Hmeljarstvo. Poljoprivredni fakultet-Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad 1984, s. 177-180.

Veronek, M. Pravočasna rez hmelja da več pridelka. Hmeljar, XXXVIII, 1984, 4, s. 17-18.

Veronek, M. Izboljšajmo strojno rez hmelja. Hmeljar, 60, 1990, marec, s.14-15.

Veronek, M. Fino odoravanje in rez hmelja v eni potezi. Peresna vrtavkasta brana koristen priključek. Hmeljar, 63, 1993, oktober, s. 61-62.

Veronek, M. Strojna rez prvoletnih nasadov hmelja. Hmeljar, 65, 1996, 3-4, s. 41-42.

Wagner, T. Hmeljarstvo I. del. Žalec, 1968. s. 63-72.

Zmrzlak, M. Priprava hmeljišč na rez hmelja. Hmeljar, 65, 1996, 3-4, s. 40.

Zmrzlak, M. Rez hmelja. Gradivo 4. hmeljarske šole. Žalec, 1998.

Zmrzlak, M., Friškovec, I. Vpliv časa rezi na količino pridelka hmelja pri kultivarjih Savinjski golding in Aurora. 38. seminar o hmeljarstvu. Izvlečki prispevkov, Žalec, 2000, s. 3.

10 NAPELJAVA VODIL IN POGANJKOV NA VODILA

Hmelj je ovijalka in zato potrebuje za svojo rast oporo. Deset do petnajst dni po rezi (v aprilu ali v začetku maja) vznikne iz korenike od petnajst do petdeset poganjkov, ki imajo že pri velikosti dveh do treh internodijev sposobnost ovijanja in prično iskati oporo. Nekaj teh poganjkov se lahko samodejno navije, če je v bližini rastline opora. Sposobnost ovijanja in samonapeljave poganjkov na oporo je najbolj odvisna od kultivarja, rastišča in primernosti opore. Za to razvojno fazo je značilna intenzivna fotosintetska aktivnost in hitra rast osnovnih poganjkov. V tem obdobju je hmelj tudi močno občutljiv za bolezni in škodljivce.

10.1 IZBIRA MATERIALA ZA VODILA

Za oporo hmelja uporabljamo pri nas že od leta 1972 vodila iz polipropilenske vrvice (PP vrvica), v svetu pa so v uporabi tudi vodila iz žarjene žice in vrvice iz naravnih materialov.

Razlogi za splošno razširjeno uporabo PP vrvice pri nas so predvsem v tem, da je delo z njo hitro in enostavno, cena pa precej nižja v primerjavi z drugimi materiali (tabela 29). Slaba stran tega materiala je v biološki nerazgradljivosti, saj se ostanki vrvice nabirajo v tleh ter ovirajo obdelavo tal ter pomenijo potencialni vir onesnaževanja okolja. Napeljava s PP vrvico je otežkočena v vetrovnih razmerah, ker je vrvica lahka in jo dviguje od tal. Na obiralnih strojih se vrvica rada navija na obiralne prste in os trtoresnice in tako povzroča zastoje pri obiranju.

V hmeljarstvu lahko izbiramo med več tipi PP vrvice glede na starost in bujnost nasada:

- za srednje bujne nasade vrvica tip 1200 (1200 m/kg)
- za zelo bujne nasade vrvica tip 1000 (1000 m/kg)
- za prvoletne nasade vrvica tip 1500 (1500 m/kg)

Tabela 29: Stroškovna primerjava različnih materialov za vodila (Zmrzlak, M., Hmeljarska šola, 1998)

Lastnosti	Žarjena žica 1,2 mm	PP vrvica Tip 1200	Kokosova vrvica Tip 160
število metrov v 1 kg	116	1080	160
število vodil v 1 kg	16	150	22
cena za 1 kg v sit	112,5	370.77	257.68
količina na ha v kg	625	62	420
strošek na vodilo v sit	7.03	2.47	11.71
strošek materiala v sit/ha	70.312 3.1	22.987 1	108.225 4.7
stroški priprave vodil sit/ha	8.157	4.602	5.264
prevoz in nakladanje sit/ha	4.250	-	-
obešanje sit/ha	27.895	27.895	60.422
zabiranje sit/ha	23.314	23.314	30.308
strošek dela v sit/ha	63.616 1.14	55.812 1	95.994 1.72

10.2 NAPELJAVA VODIL

V standardni tehnologiji pridelave hmelja postavimo hmelju oporo na katero navijemo nekaj poganjkov, preostale poganjke pa odstranimo. Tehnologije napeljave vodil so po svetu različne. Vrsta in način postavitve opore se razlikujeta glede na klimo, rodovitnost zemlje, kultivarje in ekonomske pokazatelje. Tako so npr. različna števila vodil na sadilno mesto oziroma na hektar, koti napeljave vodil in materiali za vodila.

10.2.1 Število vodil

Število vodil, ki jih napeljemo na sadilno mesto je odvisno od rodovitnosti zemlje, gostote sajenja, bujnosti kultivarja in števila poganjkov, ki jih bomo napeljali na vodilo. Nekateri kultivarji (npr. Aurora) bolje prenašajo gosto sajenje z več vodili na sadilno mesto kot drugi.

Pri bujnih kultivarjih (npr. C-kultivarji) napeljemo le eno vodilo na sadilno mesto (tabeli 30 in 31).

Tabela 30: Količina pridelka pri različnem številu vodil na sadilno mesto in poganjkov na vodilo (kultivar Cekin) (Majer, 1998)

Postopek	Pridelek (kg/ha)				
	1994	1995	1996	1997	1998
1 vodilo, 3 trte	2440	2520	2370	3280	2489
2 vodili, 3 trte	1474	1366	1546	1881	1564
1 vodilo, 4 trte	1886	2240	2235	3082	2116
2 vodili, 2 trti	1604	1443	1436	1961	1537

Tabela 31: Vsebnost alfa kislin pri različnem številu vodil na sadilno mesto in poganjkov na vodilo (kultivar Cekin) (Majer, 1998)

Postopek	Alfa kisline (%)				
	1994	1995	1996	1997	1998
1 vodilo, 3 trte	4,4	6,0	7,5	7,4	5,3
2 vodili, 3 trte	3,9	5,8	7,4	6,9	5,2
1 vodilo, 4 trte	4,2	6,1	7,6	7,3	5,6
2 vodili, 2 trti	3,8	5,7	7,1	7,1	5,4

10.2.2 Kot napeljave (nagib) vodil

Pri napeljavi vodil velja posebno pozornost posvetiti kotu napeljave vodil, ki velikokrat ni ustrezen in po nepotrebnem zmanjšuje pridelek.

V prid poševni napeljavi govorijo rezultati številnih poskusov, ki so potekali na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo že od leta 1960 dalje. Kot boljši se je v vseh poskusih izkazal postopek napeljave, kjer je vodilo zamaknjeno pod določenim kotom. Poševna napeljava omogoča lažjo obdelavo v rastni dobi, poleg tega pa pri poševni napeljavi intenzivneje rastejo stranski poganjki in trte, cvetni nastavek je številčnejši in zato je tudi pridelek večji. Pri navpični napeljavi se rastline povesejo levo in desno v

medvrstni prostor ter s tem ovirajo prehod traktorja in priključkov, prihaja do trganja rastlin s kolesi traktorja ali priključka ter do zastojev, saj mora traktorist zapustiti traktor in rastline, ki mu zapirajo pot, naravnati v smer vrste.

Kasneje se je izkazalo, da lahko na pridelek vpliva tudi različen nagib poševno napeljanih vodil. Zato so bili pri Savinjskem goldingu, Aurori, Cicero, Cekin, Cereri in Celei preizkušeni trije različni nagibi vodil (tabele 32, 33 in 34):

- a) navpična napeljava (kot 90°)
- b) poševna napeljava (vrh vodila je pomaknjen za eno sadilno mesto naprej, kot 83°)
- c) poševna napeljava (vrh vodila je pomaknjen za dve sadilni mesti naprej, kot 76°)

Pri Aurori, Savinjskem goldingu in C-kultivarjih smo ugotovili največji pridelek pri poševno napeljanih vodilih pod kotom 83°. Večjo občutljivost na kot napeljave je izkazala Aurora, saj pri Aurori kot napeljave najbolj vpliva na količino pridelka. Glede vsebnosti alfa kislin in vode v storžkih so razlike opaznejše pri C-kultivarjih, pri katerih se kaže izrazitejša tendenca višje vsebnosti alfa kislin pri poševno napeljanih vodilih.

Tabela 32: Povprečne količine pridelka (kg svežega hmelja /10 rastlin) pri različnih kotih napeljave za nekatere kultivarje (Majer, 1998)

Kot napeljave	Savinjski golding	Aurora	Cicero	Cekin	Celeia	Cerera
navpično (90°)	11,50	12,57	17,60	24,25	31,69	25,45
poševno (83°)	12,35	15,72	17,80	24,35	32,40	26,20
poševno (76°)	10,50	10,57	14,84	21,64	24,08	21,75

Tabela 33: Povprečne vsebnosti alfa kislin (% v suhi snovi) pri različnih kotih napeljave za nekatere kultivarje (Majer, 1998)

Kot napeljave	Savinjski golding	Aurora	Cicero	Cekin	Celeia	Cerera
navpično (90°)	4,3	11,8	6,2	6,8	6,0	5,8
poševno (83°)	4,4	11,9	6,5	7,5	6,5	6,8
poševno (76°)	4,4	11,6	6,8	7,1	6,1	7,0

Tabela 34: Povprečne vsebnosti vode v storžkih (%) pri različnih kotih napeljave za nekatere kultivarje (Majer, 1998)

Kot napeljave	Savinjski golding	Aurora	Cicero	Cekin	Celeia	Cerera
navpično (90°)	81,1	81,8	80,8	82,0	82,3	81,5
poševno (83°)	81,2	81,3	80,8	81,5	82,2	80,9
poševno (76°)	81,2	82,0	81,4	81,2	81,7	80,9

10.2.3 Napake pri napeljavi vodil

Poleg neustreznega nagiba vodil, se pri napeljavi vodil pogosto pojavljajo še nekatere druge napake, ki pomenijo kasneje manjši pridelek s slabšo kakovostjo.

Napake ugotovimo že pri vsidranju ali 'pikanju vrvice' v tla. Vrvce ne smemo fiksirati direktno v koreniko (štor), da po nepotrebnem ne poškodujemo rastlin.

Priporočamo razdaljo 5-10 cm od glavnine korenike. Fiksiramo jo vedno tako, da bo veter nagibal poganjke k vodilu in ne od njega. Zapičena vrstica mora biti primerno napeta, da se ne zatika za traktor ali priključke. Vrstica v žlebu je velikokrat prekratka. Vrstica naj bo za 0,7 do 1 m daljša kot je višina žičnice.

Pogoste so tudi napake pri vezanju vrvice na žice. Pri tem je pomembno, da so razdalje med vodili čim bolj enakomerne ter da so vozli pravilni (bičev voz) in dovolj zategnjeni, da vrstica ne drsi po žici ali se celo odveže.

10.3 NAPELJAVA POGANJKOV NA VODILA

Ta delovna faza zajema postopek odbire poganjkov in navijanje poganjkov na vodilo, z namenom, da preprečimo preveliko bujnost in prehitro staranje rastlin. Napeljava poganjkov opravimo vestno in natančno, saj je to eden izmed agrotehničnih ukrepov, ki precej vpliva na količino in kakovost pridelka.

Z napeljavo poganjkov na vodila lahko zelo dobro popravljamo napake pri rezi in posledice neustreznega vremena.

10.3.1 Predhodno čiščenje

Pred prvo napeljavo, ko so poganjki dolgi 15 do 30 cm in se še ne ovijajo, opravimo predhodno čiščenje poganjkov. Predhodno čiščenje je nujno, kadar imajo rastline veliko roparskih poganjkov ali pa močne korenike z veliko bujnimi poganjki. S predhodnim čiščenjem preprečimo nepotrebno izčrpavanje rastlin z odvečnimi poganjki, hkrati pa pospešimo kasnejše zamudno prvo čiščenje in napeljavo poganjkov.

Predhodno čiščenje opravimo ročno z dobro nabrušenimi motikami ali pa strojno z bočno ali zadenjsko nameščenimi diski. Bočna namestitve je primernejša, saj imamo pri delu boljšo preglednost in ga zato lahko opravimo natančneje. Predhodno čiščenje z vrtavkarji bolj poškoduje poganjke in je manj primerno na močno prodnatih tleh. Najbolje se obnesejo gnani diski, seveda ob natančni uporabi. Disk mora biti dobro nabrušen in pravilno nastavljen, tako da je obrnjen za 45° navznoter in rahlo nagnjen, da se ne zapenja za vrstico. Pri predhodnem čiščenju očistimo toliko poganjkov, da ostane sredina korenike v premeru 15 cm neočiščena. Hitrost dela naj ne bo prevelika (3 do 5 km/h).

10.3.2 Prvo čiščenje in napeljava poganjkov

Tri do štiri tedne po rezi, ko so poganjki dolgi 50 do 70 cm, opravimo prvo čiščenje in napeljavo poganjkov. To je edini agrotehnični ukrep v hmeljarstvu, ki ga opravljamo še vedno ročno in zahteva popolnoma individualno delo z rastlino. Za to delovno fazo sta potrebni precejšnja natančnost in vestnost. Pomembno je, da delo opravimo pravočasno, da poganjki ne polegajo po tleh, saj pomenijo polegli poganjki nevaren vir bolezenskih okužb za cel nasad.

Poganjke navijemo na vodilo v smeri urinega kazalca, od leve proti desni. Vršček navitega poganjka na rahlo pritismo k vodilu.

Zelo pomembna je pravilna izbira poganjkov. Odberemo vedno poganjke iz sredine korenike, ki so kar najbolj izenačeni po velikosti. Pri velikosti odbranih poganjkov se ravnamo po vremenu oziroma priporočeni višini poganjkov v tem obdobju. Če so

poganjki v povprečju predolgi za to obdobje, napeljimo raje krajše poganjke in obratno - če hmelj zaostaja v rasti, napeljimo daljše poganjke. Pazljivi moramo biti, da ne napeljujemo kuštravcev in roparskih poganjkov.

Vedno znova se zastavlja vprašanje optimalnega števila napeljanih poganjkov na vodilo. Pri prvi napeljavi in čiščenju napeljimo le tri ali največ štiri poganjke na vodilo, hkrati pa pustimo še en rezervni poganjek. Pri bujnejših kultivarjih (npr. C-kultivarji) je bolje napeljati eno vodilo in tri ali štiri poganjke na vodilo oziroma pri dveh vodilih na sadilno mesto le po dva poganjka na vodilo. Tako bodo rastline bolje osvetljene in prehranjene, kar se bo kasneje odrazilo na večjem in kakovostnejšem pridelku (tabeli 35 in 36).

Posebno moramo biti pazljivi pri napeljavi poganjkov v mrzlem in deževnem vremenu. Če je le mogoče, napeljave in čiščenja poganjkov ne opravljamo v takem vremenu, saj so poganjki krhki in je nevarnost lomljenja vršičkov precej večja.

10.3.3 Drugo čiščenje in napeljava poganjkov

Drugo čiščenje in napeljavo poganjkov opravimo deset do štirinajst dni po prvem čiščenju in napeljavi. V tem obdobju je pomembno, da korenike dobro očistimo vseh na novo izraslih poganjkov in morebitnih kuštravcev. Popravimo tudi odвите vrhove in napeljemo rezervni poganjek, kjer je to potrebno, sicer pa rezervni poganjek odstranimo. Priporočljivo je tudi odstranjevanje spodnjih zalistnikov.

10.3.4 Tretje čiščenje in napeljava poganjkov

V juniju pred osipanjem opravimo tretje čiščenje in napeljavo poganjkov. Ponovno porežemo morebitne nove stranske poganjke in kuštravce ter popravimo odвите vrhove poganjkov. Do višine 1,5 m od tal odstranimo zalistnike. Po tretjem čiščenju naj bi na vodilu ostali napeljani le trije poganjki, zato vse odvečne porežemo.

10.3.5 Popravljanje vrhov in dviganje padlih rastlin

Delovna faza napeljave in čiščenja poganjkov zajema tudi skrb skozi celo leto za že navite poganjke in popolnoma razvite rastline. Nasade hmelja moramo redno pregledovati, še posebno po močnih nevihtah in vetru. Skozi celo leto popravljamo odвите vrhove ter dvigujemo padle rastline.

10.4 SAMONAPELJAVA POGANJKOV

Prvi poskusi samonapeljave poganjkov hmelja so bili na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo narejeni že v letu 1972, nadaljevali pa so se v osemdesetih letih. Preizkušane so bile različne možnosti samonapeljave poganjkov:

- na enojno mrežasto oporo na višinah 21 cm, 35 cm, 50 cm
- na dvojno mrežasto oporo, ki je ovijala poganjke z obeh strani na višinah 21 cm, 35 cm, 50 cm
- s pomočjo mrežastih cilindrov v višini 35 cm
- s pomočjo kartonskih cilindrov (višina 25 cm, spodnji premer 30 cm, zgornji premer 6 cm)
- s pomočjo trajnih plastičnih avb.

Noben od omenjenih načinov ni dal v dolgoletnem preizkušanju primernih rezultatov. V prvem letu se pridelek pri samonapeljanih rastlinah ne zmanjša, v naslednjem letu pa je za okrog 30-40 % nižji. S trajanjem poskusov se večja število roparskih poganjkov, rastline neenakomerno dozorevajo, prej se pojavijo listne uši, pridelek pa iz leta v leto močno niha glede količine in kakovosti.

10.5 LITERATURA

Majer, D. Napeljava vodil in poganjkov na vodila. Hmeljarska šola, november 1998 (interno gradivo).

Majer, D. Napeljava hmelja. Poročilo o delu za leto 1989: Racionalizacija rastlinske proizvodnje in povečanje učinkovitosti rabe naravnih danosti kmetijskega prostora, s. 9-28.

Majer, D. Napeljava hmelja. Poročilo o delu za leto 1990: Racionalizacija rastlinske proizvodnje in povečanje učinkovitosti rabe naravnih danosti kmetijskega prostora, s. 9-19.

Majer, D. Nekaj predlogov za pridelovanje hmelja z boljšo kakovostjo. 35. seminar o hmeljarstvu, Rogaška Slatina 1997 (poster).

Majer, D. Zmanjšanje števila vodil pri C-kultivarjih. Poročilo o delu v letih 1994-1998.

Veronek, M. Napeljava vodil. Hmeljar-priloga za hmeljarstvo, 1984, 3, s. 9-10.

Veronek, M. Dovolj so največ tri trte na vodilo. Hmeljar, 1984, priloga 31.

Veronek, M. Poskus samonapeljave hmelja. Hmeljar, 1988, 3, priloga 12.

Wagner, T. Navpična in poševna napeljava. Poročilo o delu za leto 1961-1964.

11 PINCIRANJE IN ODSTRANJEVANJE ZALISTNIKOV

11.1 PINCIRANJE

Nosilci rodnosti pri hmeljnih rastlinah so v glavnem poganjki (zalistniki) drugega reda ali sekundarni poganjki, ki se razvijejo iz listnih pazduh poganjkov prvega reda in poganjki tretjega reda ali terciarni poganjki, ki se razvijejo na sekundarnih poganjkih. Razvejanost stranskih poganjkov in dolžina le-teh sta različna in odvisna v prvi vrsti od kultivarja in vremenskih razmer. Na razvejanost pa lahko deloma tudi vplivamo z odstranjevanjem vrhov zalistnikov. Ta postopek imenujemo pinciranje zalistnikov, s čimer dosežemo, da se na zalistnikih prvega reda razvijejo še sekundarni zalistniki in na teh še terciarni. Tako povečujemo rodnost rastlin oziroma vplivamo na večje število storžkov. Več kot je sekundarnih in terciarnih zalistnikov, večji je pridelek.

Za ustrezen učinek pinciranja je zlasti pomembno, kdaj ga izvedemo. Ko se prične rast zalistnikov prvega reda, je smer njihove rasti najprej navpična, s povečanjem dolžine postane vodoravna, ko pa so poganjki daljši od 50 cm, se pod vplivom lastne teže obrnejo navzdol. Ko se vrhovi zalistnikov povesejo, se rast upočasni, sledi olesenitev in staranje, zaradi česar izgubijo možnost tvorbe sekundarnih zalistnikov. Če zalistnike prvega reda pinciramo, ko so še v vodoravnem položaju, se pričnejo takoj tvoriti zalistniki drugega reda.

Pinciranje je sicer enostaven postopek, vendar ga izvajamo ročno in se zaradi pomanjkanja delovne sile in dodatnih stroškov, ne izvaja redno. V poštrev pride predvsem v manjših nasadih. Delavec mora prehoditi vrste in z elastično žico ali podobnim orodjem šibati vrhove zalistnikov. Isto vrsto je potrebno prehoditi večkrat, ker običajno v enem prehodu ne zadenemo vseh zalistnikov.

11.2 ODSTRANJEVANJE SPODNJIH ZALISTNIKOV

V običajni pridelavi hmelja uničujemo tudi spodnje zalistnike. Spodnji zalistniki so daljši kot zgornji in na njih le redko najdemo cvetove, hitro olesenijo, storžki, ki se razvijejo na njih pa so drobni in slabše kakovosti. Odstranjujemo jih lahko mehansko ali kemično. Za mehansko odstranjevanje je prirejen poseben priključek (rotolaks), s katerim uspešno odstranimo odvečne poganjke pred prvim osipanjem, delno pa uničimo tudi plevel v vrsti. Za kemično uničevanje, ki ga izvedemo v prvi dekadi julija, pa uporabimo, če je dovoljeno herbicid reglon, sicer pa amonsulfat v količini 25 kg/100 l vode ali UAN v količini 40 kg/100 l vode. Na hektar porabimo 800 l te raztopine. Rastopino nanašamo v višini 0,5 m od tal.

11.3 LITERATURA

Kišgeci, J., Mijavec, A., Aćimović, M., Spevak, P., Vučić, N. Hmeljarstvo. Poljoprivredni fakultet-Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad 1984, s.191.

Majer, D. Oskrba rastline. Hmeljarska šola, februar 1993 (interno gradivo).

Majer, D. Uničevanje zalistnikov z UAN-om. Poročilo o delu 1996-1998.

Wagner, T. Hmeljarstvo. I. del, Žalec 1968, s. 77.

12 OBDELAVA TAL V RASTNEM OBDOBJU

Z obdelavo v rastnem obdobju (kultiviranje, osipanje, setev podorin) rastlinam izboljšujemo rastne razmere. Zemljo rahljamo, zračimo, preprečujemo prekomerno izhlapevanje vode, uničujemo plevel, zamešamo mineralna gnojila v tla.

12.1 KULTIVIRANJE

Kultiviranje je najpogostejši način obdelave v rastni dobi, s katerim prerahljamo zemljo, zdrobimo skorjo, uničimo plevel in zamešamo v tla mineralna gnojila.

Za kultiviranje morajo biti tla primerno vlažna (kepa zemlje, ki jo vržemo ob tla, se mora razleteti). Še posebno moramo biti previdni pri težkih tleh.

Za kultiviranje nasadov hmelja so najprimernejši kultivatorji s poltogimi nogačami. Delovna hitrost kultiviranja je 10 km/h.

Prvo kultiviranje naj bo plitvo s kultivatorjem z lastovkami, kultiviranje po napeljavi poganjkov na vodila pa globoko s suličastimi oziroma dletastimi nogačami. Kultivatorjem lahko priključimo še brano, kajti tako opravimo še predpripravo za prvo osipanje.

Vsak hmeljar bi moral imeti vsaj dve vrsti kultivatorjev za poletno obdelavo: kultivatorje s suličastimi motičicami in kultivatorje z lastovkami oziroma gosjimi nogačami.

Kultivatorji s suličastimi motičicami so primerni za nekoliko bolj globoko obdelavo (do 15 cm), predvsem za rahljanje zemlje. Za uničevanje plevelov so manj primerni, še posebno, če so nogače na razdalji 20 cm in več. Prednost te vrste kultivatorjev je, da lahko obdelujemo bolj suho zemljo, manj pa kvarijo tudi strukturo tal. Po drugi strani pa ima raba samo te vrste kultivatorjev za posledico bohotenje plevelov.

Kultivatorji z lastovkami oziroma gosjimi nogačami so najbolj primerni za zatiranje plevelov v nasadih hmelja. Priporočljivo je, da jih v nasadih, ki so zapleveljeni s trajnimi plevli uporabljamo za prva tri kultiviranja. V zapleveljenih nasadih hmelja mora biti medvrstni prostor neprekinjeno obdelan po vsej širini, kar pomeni, da se morajo motičice prekrivati (vsaj 2 cm), sicer je učinek kultiviranja na plevele premajhen. Obdelava s temi kultivatorji je površinska. Kultivator z lastovkami naj bo naravnan tako, da je pri delu peta lastovke nekoliko dvignjena (približno 0,5 cm). Najenostavneje dosežemo pravilni naklon motičic tako, da postavimo pripet kultivator na ravna tla in ga z zgornjo ročico (rimsko matico) postavimo v položaj brez naklona, torej tako, da se lastovka prilega tlom po vsej širini in dolžini.

12.2 OSIPANJE HMELJA

Z osipanjem prigrnemo zemljo k rastlini. Tako fiksiramo trte, da jih veter ne odlomi, prekrijemo in zadušimo plevele ter omogočimo rast adventivnih korenin. Osipamo srednje globoko, ne preblizu korenike in ne prekasno (višina plevelov). Ker se osuti del trte razvije v enoletni les, iz katerega lahko naslednjo pomlad narežemo sadike, matične nasade osipamo višje.

Osipamo dvakrat ali trikrat. Prvo ali prvi dve osipANJI bolj kot višina rastlin hmelja narekuje višina plevela, zadnje osipanje pa mora biti končano pred cvetenjem hmelja (konec junija).

Pri osipanju smo zelo pozorni na vlažnost tal. Če so tla mokra, počakamo z osipanjem.

Za prvo oziroma drugo osipanje lahko uporabimo kolutne osipalnice, krožne brane ali plužna telesa.

Kolutni osipalniki so najbolj primerni, ker dobro drobijo zemljo. Diski so premera 50 cm (za prvo osipanje), nastavljeni pod kotom 45°, delovna hitrost je do 8 km/h. Boljši učinek dosežemo z gnanimi diski. Diski so ponavadi pritrjeni na kultivator.

Krožne brane so prav tako primerne za prvo osipanje, vendar samo v nasadih, kjer tla niso preveč prodnata. Vsi krožniki naj bodo obrnjeni navzven (narivajo zemljo v vrsto). Uporabi krožne brane se ponavadi izogibamo, ker preveč zbija tla.

Plužna telesa slabo drobijo zemljo, vendar pa ne potrebujejo velike delovne hitrosti in so zato primerna za osipanje pod poševnimi drogovi.

Za zadnje osipanje (konec junija, pred cvetenjem hmelja) uporabimo vedno kolutne osipalnice, ki imajo premer diskov 50 cm ali pa tudi 60 cm.

12.3 SETEV PODORIN

Zelo priporočljiv ukrep v času rasti hmelja je setev podorin v medvrstni prostor. Tako bomo zmanjšali število kultiviranj in preprečili zbijanje tal ter slabšanje strukture tal. Dobra pokrovnost tal preprečuje zablatenje tal in v času obiranja v primeru dežja olajša vožnjo v nasadih hmelja. Podorine tla tudi obogatijo z organsko snovjo in preprečujejo rast plevelov.

Podorine sejemo po zadnjem osipanju (v začetku julija). Za setev podorin lahko uporabimo združeno orodje (agregat), kjer v enem hođu kultiviramo, osipamo in posejemo podorino. Pred obiranjem hmelja podorine prvič zmulčimo.

Za setev v hmeljišča so primerne:

- Krmna oljna redkev (cv. Rauola), ki je hitro rastoča vrsta. Zimskega mraza ne prenaša, zato se spomladi ne pojavi kot plevel. Močan koreninski sistem zrahlja in dobro prezrači tla. Sejemo 20 kg semena/ha neto površine (samo medvrstni prostor).

- Krmna repica (cv. Perko), ki ima močan koreninski sistem, a manj zelene mase. Dobro izkoristi hranila. Sejemo 12 kg semena/ha neto površine.

- Krmna ogrščica (cv. Starška), ki je prezimna vrsta, z dobro razvitim koreninskim sistemom.

Sejemo 10 kg semena/ha neto površine.

12.4 LITERATURA

Majer, D. Možnosti racionalizacije pridelave hmelja kot odziv na slabše trženje pridelka. Novi izzivi v poljedelstvu '98. Zbornik simpozija. Ljubljana, 1998, s. 64-68.

Vaukan, T., Vrhovnik, D. Hkratno kultiviranje, osipanje in setev podorine racionalnejša obdelava hmeljišč. Hmeljar, 63, 1993, 5-6, s. 75-76.

Veronek, M. Hmeljišča kultiviramo prepogosto. Hmeljar. Strokovna priloga za hmeljarstvo. LVII, 1987, 2, s. 6-7.

Veronek, M. Kultivatorji Strojne Žalec boljši od dosedanjih. Hmeljar, 62, 1992, 1, s. 8-9.

Veronek, M. Za poletno obdelavo hmeljišč prva orodja ob pravem času. Hmeljar, 65, 1996, 6, s. 96-97.

Wagner, T. Hmeljarstvo 1. del. Žalec, 1968, s. 83-85.

13 NAMAKANJE HMELJSKIH NASADOV

Pomembnost namakanja v pridelavi hrane so poznale že starodavne civilizacije. Seveda se je namakanje najbolj razmahnilo v razmerah, kjer brez namakanja praktično ni bilo možno pridelati hrane. Klimatske razmere v Sloveniji dajejo vtis, da je namakanje nepotrebno v večjem delu države. Dandanašnji se za ukrep namakanja odločamo tam, kjer želimo imeti konstantno velike in kakovostne pridelke.

Pridelava hmelja je bila ena izmed prvih dejavnosti v kmetijstvu Slovenije, kjer je država investirala v namakalne sisteme in to v skupnem obsegu 1278 ha (skupaj z ostalimi poljedelskimi površinami). Strošek namakanja hmelja je bil zaradi cene, ki jo je dosegal hmelj na svetovnem trgu, hitro povrnjen, hkrati pa je namakanje omogočalo relativno konstantno pridelavo ne glede na vremenske razmere. Zaradi takratne organiziranosti v hmeljarstvu je bilo vodenje in vzdrževanje namakalnih sistemov eno najbolj vzornih v Sloveniji.

V Sloveniji v zadnjih letih opažamo, da je praktično eno od treh let sušno, kar pomeni, da se v povprečju vsako tretje leto srečujemo s sušnim obdobjem, ki vpliva na pridelek. Vpliv suše je seveda različen glede na to v kateri razvojni fazi hmelja nastopi. Hmelj ima sicer zelo globoko razvit koreninski sistem, ki mu omogoča preživetje v neugodnih sušnih razmerah, a to ne omogoča, da bi imeli stabilne in kakovostne pridelke. To velja še posebno tam, kjer hmelj pridelujemo na peščenih ter plitvih in skeletnih (prodnatih) tleh.

13.1 TLA IN VODA

Največji in pretežni vir oskrbe rastlin z vodo so padavine, v nekaterih primerih pa lahko pomemben vir predstavlja tudi visok nivo podtalnice. Glavni rezervoar vode so tla, ki uspejo z različnimi silami zadržati vodo. Tla so vodni rezervoar, ki oskrbuje rastline v obdobjih med dežjem ali med namakanji. Voda se iz tal izgublja z odtekanjem v podtalje, izhlapevanjem ter s procesom dihanja rastlin. Slednja procesa imenujemo s skupno besedo evapotranspiracija. Tekstura tal, humus in zbitost tal močno vplivajo na osnovne značilnosti tal kot vodnega skladišča oziroma sposobnosti tal, da oskrbujejo rastline.

13.1.1 Voda v tleh

Tla zadržujejo vodo z različnimi zadrževalnimi silami (adhezivne in kohezivne sile). Te sile povzročijo, da se voda veže okoli talnih delcev kot nekakšna tanka prevleka (film). Glede na silo, s katero je voda vezana v tleh, so pomembni naslednji pojmi:

- odcedna ali gravitacijska voda
- rastlinam dostopna voda
- točka poljske kapacitete
- točka venenja

Odcedna ali gravitacijska voda je tista, ki je v tleh vezana s silo manjšo od 0,33 bar ali 33 kPa ($pF < 2,54$). Praktično je to tista voda, ki odteče po makroporah iz z vodo popolnoma nasičenih tal v 24 urah.

Točka venenja označuje tisto točko, kjer je voda v tleh vezana s takšno silo, da je večini rastlin postala nedostopna ter zato začno rastline veneti. Ta sila je določena in znaša 15 barov ali 1500 kPa. Ta definicija ne ustreza za nekatere puščavske rastline, ki so sposobne osvojiti vodo tudi še tedaj, ko je le-ta v tleh vezana še z nekoliko večjo silo.

Točka poljske kapacitete je tista točka, kjer odteče vsa gravitacijska voda in sicer je to 0,33 bar ali 33kPa.

Rastlinam dostopna voda je vsa tista voda, ki je vezana s silo med točko venenja in poljsko kapaciteto.

13.1.2 Tla

Tla imajo pomembno vlogo pri zadrževanju vode v tleh. Odločilno vlogo pri vezavi vode ima tekstura tal. Glede na velikost delimo osnovne delce tal na:

- pesek: velikost med 0,02 mm do 2 mm
- melj: velikost 0,002 mm do 0,02 mm
- glina: velikost delcev < 0,002 mm

Razmerje med deleži talnih delcev določa osnovne lastnosti tal, med ostalimi tudi vodne karakteristike tal. Tako je značilno za tla, kjer je delež peska večji kot 50 % in hkrati delež gline manjši kot 20 %, da imajo zelo nizko kapaciteto za vezavo vode. V takšnih tleh je veliko makro por, ki omogočajo, da voda (padavine ali namakanje) hitro odteče, hkrati pa tla ne uspejo zadržati večjih količin vode. Tla, ki imajo npr. delež gline večji kot 30 % uspejo zadržati 40 % in več vode kot peščena tla. Po drugi strani pa se takšna tla hitreje zbijajo (stisnejo) in se njihova sposobnost za vpijanje (infiltracijo) vode lahko močno zmanjša. V nekaterih primerih, ko po sušnem obdobju tla z več gline razpokajo, lahko glavnina padavin ali vode, ki jo dodamo z namakanjem, odteče po makro porah in se tla v zgornjem delu sploh ne uspejo ustrezno navlažiti.

Kapilarni dvig vode je večji v bolj glinastih tleh kot pa v peščenih, saj je dvig vode v porah tem večji čim manjša je pora. Zaradi tega v prodnatih in peščenih tleh zaman pričakujemo, da bi lahko del primanjkljaja vode nadomestil delež iz podtalnice ali nižjih glinastih slojev tal. Pore med prodom so namreč tako velike, da preprečujejo večje premeščanje vode iz globine proti površju tal.

13.1.2.1 Vodne karakteristike glavnih talnih tipov v pridelovanju hmelja

Obrečna rjava tla, srednje globoka in globoka praviloma uvrščamo med teksturno lažja tla s slabo kapaciteto zadrževanja vode. To velja praktično za vsa obrečna rjava tla, ki so se razvila na peščeno prodnati osnovi rek Savinje, Drave in Save. Brez namakalnega sistema so takšna tla neprimerna za pridelavo, saj so zelo podvržena sušam, ker je zaloga vode, ki jo uspejo zadržati takšna tla zelo majhna. Nekoliko boljša so obrečna rjava tla, ki so se razvila ob manjših vodotokih kot so Bolska, Ložnica itd., kjer tekstura praviloma ni tako izrazito peščena.

Naslednja razvojna stopnja tal, ki so se razvila na peščeno prodnati osnovi rek so **evtrična rjava tla, tipična**. Ta tla že imajo več glinastih delcev in uspejo vezati več vode kot peščena obrečna tla. Vendar v plitvi obliki, kjer je običajno v preseku tal tudi veliko proda, prav tako hitro prihaja do pomanjkanja vode. Srednje globoka oblika takšnih tal je že manj občutljiva na pomanjkanje padavin, medtem ko globoko obliko takšnih tal uvrščamo med najboljša tla po pridelovalnih potencialih.

Oblike hipogleja ali psevdogleja in globoko oglejene oblike obrečnih rjavih tal, ki imajo manjšo izraženost presežkov vode v zgornjem delu tal, so tudi še primerna za pridelavo hmelja. To še posebno velja za območja vzhodne Slovenije, kjer je manj padavin. Te oblike imajo težjo mehansko sestavo tal in zato uspešneje zadržujejo vodo, hkrati pa se na določeni globini tal zadržuje podtalnica ali slojna voda, ki delno napaja zgornje horizonte z vlago. Primernost takšnih tal za pridelovanje hmelja je pogojena predvsem z zračnimi lastnostmi tal.

Voda omogoča, da se odvijajo vsi življenjski procesi v rastlini - dihanje, transport hranilnih snovi, tvorba snovi in drugo. Rastline pri procesu dihanja (transpiracija) izgubljajo vodo. Količina vode, ki jo izgubijo, je odvisna od razvoja oziroma fenofaze rastline, ta pa je v neposredni zvezi z velikostjo listne površine in ostalih asimilacijskih površin. Večja kot je rastlina, večje so izgube vode s transpiracijo. Obseg transpiracije je seveda pogojen tudi z vremenskimi dejavniki kot so relativna zračna vlaga, temperatura, sončno sevanje in veter. Izguba vode s transpiracijo je zelo različna med posameznimi kulturami in celo med rastlinami istega nasada oziroma posevka.

13.2.1 Evapotranspiracija

Beseda evapotranspiracija je skovanka dveh besed in sicer evaporacije, ki pomeni izhlapevanje iz površine ter transpiracije. Evapotranspiracija torej pomeni skupno izgubo vode s procesom dihanja in izhlapevanja iz tal. Merjenje izgub vode je sorazmerno težko in drago, zato so skušali razviti številne modele, ki bi na osnovi meteoroloških parametrov pomagali oceniti izgube vode. V svetu je najpogostejše uporabljena metoda za izračunavanje evapotranspiracije po Penmanu oziroma rahlo korigirana metoda, ki se imenuje Penman - Monteith. Metoda temelji na izračunu evapotranspiracije na osnovi merjenja temperature, relativne zračne vlage, sevanja ter vetra. Dobljena vrednost predstavlja izgubo vode iz tal poraslih s travo. Z merjenji dejanske evapotranspiracije travne odeje na različnih delih sveta so ugotovili, da ta metoda oceni več kot z 80 % natančnostjo evapotranspiracijske izgube ne glede na svetovno lokacijo in so zaradi tega metodo sprejeli v svetovnem merilu. Po tej metodi izračunana vrednost (potencialna evapotranspiracija) nam služi kot referenčna in z njo primerjamo evapotranspiracijske izgube posamezne rastlinske vrste. Iz meteoroloških postaj, kjer so merili evapotranspiracijo za posamezne kulture, so dobljene vrednosti primerjali z referenčno evapotranspiracijo (evapotranspiracijo travne odeje) ter na ta način dobili faktor rastline, ki omogoča, da iz omenjenih meteoroloških parametrov lahko ocenimo evapotranspiracijske izgube za posamezno rastlinsko vrsto po sledeči enačbi:

$$ET(\text{rastline}) = ETo \cdot Kc$$

ET = dejanska evapotranspiracija mm/dan

ETo = referenčna ali potencialna evapotranspiracija (izračunana) mm/dan

Kc = faktor rastline - se spreminja z razvojem rastline

Poznavanje evapotranspiracijskih izgub je nujno potrebno za pravilno načrtovanje namakalnih sistemov, akumulacij vode ter nenazadnje tudi količine vode ob namakanju.

V naslednji tabeli so podane ocene evapotranspiracijskih vrednosti za hmelj. Iz nje je na primer razvidno, da je povprečna evapotranspiracija hmelja v maju 1,95 mm ($3,25 \cdot 0,6$) in v mesecu juliju 4,6 mm. To z drugimi besedami pomeni, da moramo v maju na hektar hmelja dnevno dodati 20 000 litrov in v juliju 46 000 litrov vode.

Tabela 35: Dolgoletna potencialna evapotranspiracija (ET_o) za Celje ter faktor rastline glede na razvoj hmelja za rastno obdobje

Mesec	ET _o mm/dan	Faktor Rastline Kc
april	2,22	0,3
maj	3,25	0,6
junij	3,8	0,9
julij	4	1.15
avgust	3,35	1.15 (do tehnološke zrelosti)
september	2,2	0.6

13.2.2 Proгноza namakanja hmelja v Sloveniji

Obstaja več načinov spremljanja rastlinam dostopnih količin vode. Pri nas temelji prognoza namakanja na osnovi spremljanja količine vode v tleh v hmeljiščih na različnih lokacijah, ki imajo različne talne lastnosti. Pri napovedi se upoštevajo tudi evapotranspiracijske vrednosti za posamezno razvojno stopnjo hmelja in nenazadnje tudi vremenska napoved. Napoved za namakanje se izda, ko se količina rastlini dostopne vlage v zgornjih štiridesetih cm tal, približa 50 %. Za potrebe prognoze namakanja so se izdelale osnovne fizikalne lastnosti tal na dvajsetih lokacijah v Savinjski dolini, kar omogoča spremljanje gibanja vode v tleh na celotnem pridelovalnem območju hmelja v Savinjski dolini.

13.2.3 Merjenje količine vode v tleh

Gravimetrično določanje količine vode v tleh je najstarejši in najbolj natančen način. To pomeni, da določamo količino vode v tleh s tehtanjem in sušenjem tal.

Eden izmed sorazmerno poceni načinov ugotavljanja vode v tleh, je **določanje s tenziometrom**. Tenziometer ne določa neposredne količine vode v tleh, ampak silo s katero je vezana voda. Tenziometer je sestavljen iz keramičnega dna in plastičnega telesa z manometrom. Tenziometer je napolnjen z vodo. Če zagotovimo pravičen stik keramičnega dela tenziometra in tal, se prične vzpostavljati ravnotežje med silo s katero je vezana voda v tleh. Kadar tla niso nasičena, prične odtekat voda iz tenziometra v okolico toliko časa, da pride do ravnotežja. Zaradi izteka vode se ustvari podtlak, ki ga zabeleži manometer na tenziometru. S tenziometrom lahko zadovoljivo uravnavamo namakanje za večino kmetijskih rastlin, saj je njegovo delovanje omejeno do sile 0,8 atm. Za določanje količine vode v tleh je potrebno poznati vodno zadrževalno kapaciteto tal oziroma vodno retenzijsko krivuljo tal, ki pa tudi ni draga analiza.

Od cenejših metod je v uporabi še določanje vode v tleh s tako imenovanimi '**gips bloki**', kjer metoda temelji na različni upornosti sonde ob spremenjeni količini vode v tleh. Ta metoda prav tako zahteva poznavanje vodno zadrževalnih lastnosti tal.

Ostale metode oziroma naprave so praviloma dražje in uporabne predvsem pri raziskavah (nevtronski merilec vlage, TDR tehnologija in druge).

13.3 TEHNOLOGIJE NAMAKANJA HMELJA

V pridelavi hmelja v Evropi poznamo predvsem dve osnovni tehnologiji namakanja t.j. namakanje s pomičnimi razpršilci ter različne izvedbe kapljičnega namakanja. Drugod po svetu so v uporabi tudi nekatere ekstenzivnejše oblike namakanja kot je npr.

jarkasto namakanje. Obe tehnologiji namakanja imata svoje dobre in slabe strani, vendar ima kapljično namakanje več prednosti kot slabosti. Skupna točka obema je črpališče in primarni sistem cevi, medtem ko je sekundarni razvodni sistem različen. Prav tako velja, da kapljični sistemi ne potrebujejo tako velikih delovnih pritiskov, kot je to v primeru namakanja s pomičnimi razpršilci. Zaradi tega je strošek črpališča pri kapljičnem namakanju nižji kot je to v splošno uveljavljeni tehnologiji namakanja pri nas.

13.3.1 Namakanje z razpršilci (bobnastimi namakalniki)

Primarna namakalna mreža se ob hmeljiščih razcepi v sekundarno. Na posamezni sekundarni veji so nameščeni hidrantni priključki v razdalji 60 do 90 m. Na hidrantne priključke se priključijo rolomati oziroma bobnasti namakalniki, največkrat preko aluminijastih cevi ali pa z gasilskimi tlačnimi cevmi.

V Sloveniji sta razširjeni dve izvedbi bobnastih namakalnikov, ki se razlikujeta predvsem v pogonskem sistemu bobna za navijanje cevi. Prvi uporablja za navijanje cevi motor (Klemos, starejša izvedba pa tudi vodno črpalko) in se hitrost pomika uravnava z vrtljaji motorja oziroma reduktorja, medtem ko se pri drugem tipu preko hidravlične turbine izrablja energija vode za navijanje cevi ('Ferralitova izvedba'). Hitrost pomika uravnavamo z ustreznim zobniškim razmerjem in pretokom skozi turbino.

Na koncu cevi so nameščene sani s štirimi razpršilci in sicer običajno razpršilci Ø 10-90 mm. Hitrost pomika sani se giblje med 0,2 in 1,5 m/minuto. Kapaciteto namakanja torej uravnavamo s hitrostjo pomika sani ter s kapaciteto razpršilcev na saneh. Kapaciteta prej omenjenih razpršilci je 2 l/s, kar skupno pomeni 8 l/s, seveda ob pogoju, da so na namakalniku vsaj 4 bari pritiska, saj je kapaciteta razpršilcev odvisna od pritiska vode. Značilno je, da je zelo malo pozornosti namenjeno razpršilcem, čeprav so eden bistvenih delov pri namakanju. Velikokrat je v praksi mogoče opaziti, da posamezni razpršilci ne delujejo pravilno ter da pridelovalci ne poznajo kapacitete razpršilcev, kaj šele, da bi prilagajali kapaciteto količini vode, ki jo želijo dodati z namakanjem. Temu dejstvu gre pripisati večino napak pri namakanju, predvsem prevelikim odmerkom. Naslednji računski primer naj bo v pomoč pri izračunu, kakšna naj bo hitrost pomika, če želimo dodati znano količino vode:

Kapaciteta enega razpršilca na saneh pri 4 barih: 2 l/s = skupaj 8 l/s

Širina namakanja na eno stran: tri medvrstne prostore ali skupno ~ 15 m ob medvrstni razdalji 2,4 m

Kolikšna naj bo hitrost pomika sani, če želimo dodati 20 mm vode na hektar veliko hmeljišče?

$$20 \text{ mm} = 200000 \text{ l/ha}$$

$$s = A/b$$

$$s = 10000 \text{ m}^2 / 15 \text{ m} = 633 \text{ m}$$

$$t = 200000 \text{ l/ha} / 8 \text{ l/s} = 25000 \text{ s ha}^{-1}$$

$$v = s/t$$

$$v = 633 \text{ m} / 416,7 \text{ min}$$

$$v = 1.52 \text{ mm min}^{-1}$$

A - površina

b - širina namakanja

s - pot, ki jo naredijo sani

t - čas namakanja

Kot je razvidno tudi iz izračuna, z bobnastimi namakalniki ne moremo dodati manjših količin vode kot 20 mm, če so na saneh nameščeni razpršilci s kapaciteto 2 l/s.

Če želimo dodati manjše količine vode, moramo namestiti razpršilce z manjšim premerom Ø 8 ali 6 mm s kapaciteto 1,3 oziroma 1 l/s. Iz povedanega je razvidno, da bi z zamenjavo razpršilcev dodali tudi le 10 mm v enkratnem odmerku. Nadzor nad dodano količino vode bi najlažje kontrolirali, če bi na posamezen rolo mat vgradili merilec pretoka.

Za tehnologijo namakanja z bobnastimi namakalniki je značilno, da nadomestimo tedenske do desetdnevne izgube vode (namakalni turnus). Tako dodamo na hektar od 20 mm do največ 30 mm ali z drugimi besedami od 200.000 l do 300.000 l vode (norma namakanja). Na lažjih tleh so ti odmerki manjši in bližji 20 mm, ker takšna tla ne uspejo zadržati večjih količin vode. Če dodamo na lažja tla preveliko vode, ne prihaja samo do neekonomičnega ravnanja z vodo, ampak tudi do izpiranja hranil.

Namakanje z bobnastimi namakalniki je delovno dokaj zahtevna tehnologija, saj je potrebno premikati sani oz. cev vedno na začetek (konec) vrste, hkrati pa je potrebno namakanje vsaj delno nadzorovati, saj sani lahko zaidejo s poti in lahko potrgajo vodila v vrsti.

Tehnologija namakanja z bobnastimi namakalniki ima vrsto dobrih, hkrati pa veliko slabih lastnosti, še posebno, če jo primerjamo s katero od racionalnejših tehnologij namakanja:

Prednosti:

- lahko se uporablja na ravnem in delno neravnem zemljišču - predhodna ureditev zemljišča ni potrebna.
- oprema – stroj - praviloma ne zavzema obdelovalne površine in ne ovira mehanizacije pri delu.
- možnost regulacije dodanih količin vode, kar omogoča, da se lahko uporablja na bolj ali manj prepustnih obdelovanih površinah.
- možnost sočasnega dovajanja gnojil - manj umestno kot pri manjših količinah namakanja.

Slabosti:

- relativna visoka začetna vlaganja in visoki režijski stroški.
- izgube vode zaradi izparevanja ter slabše sposobnosti vpijanja vode na težjih in zbitih zemljiščih.
- velik pritisk večjih kapljic slabša strukturo zemljišča, zato se tla lahko zaskorijo, erozijsko deluje na tla, poškoduje pa lahko tudi nežnejše rastline.
- stroje je potrebno vzdrževati tudi izven sezone.
- visokotlačni sistem zahteva ustrezno dimenzionirano črpališče in cevni razvod (10 bar).
- velika poraba energije (tako električne kot goriva).
- vpliv vetra na enakomernost zalivanja.
- povečana možnost izpiranje hranil in pesticidov v podtalnico (namakanje in nevihta).

Pri tehnologiji namakanja z bobnastimi namakalniki je nemalokrat pomembno tudi, da preverimo, če tla niso preveč zbita, zaskorjena ali pri glinastih tleh tako razpokana, da ne uspejo pravilno vpiti dodane vode. Velikokrat je smiselno, da se odločamo za namakanje z manjšimi količinami (menjava razpršilcev in največja hitrost pomika sani). Takšna strategija je še posebno pomembna tam, kjer imamo težave s turnusi namakanja - časovno obdobje med namakanjem iste parcele v času dolgotrajne suše. Prav tako je v poletnih mesecih velikokrat lokalna razporejenost padavin, ki nam ob polni količini dodane vode lahko izpere hranila (predvsem dušik).

13.3.2 Kapljično namakanje

V svetu je tehnologija kapljičnega namakanja že dolgo poznana, vendar se je v hmeljarstvu relativno pozno uveljavila. V Evropi so z uvajanjem kapljičnega namakanja v hmeljarstvu najprej pričeli češki hmeljarji, ki imajo zavoljo tega tudi največ izkušenj in hkrati že 5 do 10 % vseh površin hmelja opremljenih s kapljičnimi namakalnimi sistemi. V ostalih evropskih državah pa so pričeli z uvajanjem kapljičnih sistemov nekako v istem obdobju kot mi, okoli leta 1995. V ZDA, kjer so do sedaj prevladovale bolj ekstenzivne oblike namakanja, pa so v devetdesetih letih prav tako pristopili k sodobnejši tehnologiji namakanja in se površine kapljičnih namakalnih sistemov naglo širijo (do sedaj nekaj tisoč ha).

V hmeljarstvu obstajajo tri izvedbe kapljičnih sistemov:

- podzemni kapljični sistem
- kapljični sistem na vrhu žičnice
- sistem, kjer so namakalne cevi položene v vrsto s hmeljem.

Podzemni kapljični sistem je najbolj razširjen, prevladuje v ZDA ter se uvaja v nekaterih evropskih državah. Osnovna značilnost je, da je namakalna cev v že izoblikovanih nasadih položena nekako 30 cm od vrste hmelja ter na globino okoli 40-ih cm. V novih nasadih lahko namakalno cev položimo 10 do 15 cm pod rastlino. Takšna globina je pogojena z dejstvom, da v prodnatih tleh težko računamo na ustrezen kapilarni dvig vode (še posebno v poroznem sadilnem jarku). Pri takšni globini pa se srečamo z možnostjo prebadanja namakalne cevi ob pikanju vrvice, zato je potrebno prirediti največjo možno globino pikanja na 15 cm, saj je namakalna cev položena na globini 20 cm.

Sistem na vrhu žičnice je uveljavljen predvsem na Češkem, vendar sta enakopravno zastopana tako podzemna izvedba kot tudi izvedba kapljičnega sistema na vrhu žičnice. Pri sistemu na vrhu žičnice je potrebno dodatno napeljati nosilno žico, na katero pritrdimo namakalno cev tako, da ni povosov. V tem primeru so bolj primerne debelostenske namakalne cevi. Po nekaterih ustnih informacijah, bojazen o povečani stopnji glivičnih obolenj zaradi omočenosti listja ni upravičena.

V ZDA sta najbolj razširjena podzemni sistem namakanja ter **površinski kapljični sistem, kjer so cevi položene v vrsto s hmeljem**, podobno pa je tudi v Nemčiji. Za sistem, ki je položen v vrsto s hmeljem je značilno, da ga je potrebno v začetku junija položiti ter ga pred obiranjem tudi pobrati. Dodatno delo ter skladiščni prostor za namakalne cevi sta glavne pomanjkljivosti tega sistema. Prav tako je možna oziroma lažja izvedba v takšnem sistemu obdelave, kjer je namesto osipavanja dovoljena raba herbicidov. Tudi v tem primeru so primernejše debelostenske namakalne cevi.

13.3.2.1 Osnovni elementi kapljičnega namakalnega sistema

Črpalka oziroma dovod vode do polja je skupen tako sedaj uveljavljenim namakalnim sistemom z bobnastimi namakalniki kot tudi kapljičnim sistemom. Razlike nastanejo v nadaljnjem razvodu cevi, saj je potrebno zaradi manjših tlačnih izgub osnovni vod cepiti v manjše krake. Kljub vsemu pa je potrebno poudariti, da za kapljične namakalne sisteme ne potrebujemo visokotlačnih črpalk, saj je delovni tlak v namakalnih sistemih okoli enega bara. To dejstvo je še posebno pomembno pri manjših sistemih, saj cena energije ter razlika v osnovni ceni med črpalkami ni zanemarljiva.

Filter oziroma filtracijski sistemi so najvitalnejša komponenta kapljičnega namakalnega sistema, saj predstavlja garancijo, da bo ob pravilnem načrtovanem sistemu, življenjska doba kapljičnega sistema kar najdaljša ter njegova funkcionalnost kar najboljša, saj so majhne odprtine kapljačev zelo občutljive za mašenje. Ob pravilnem vzdrževanju naj bi bila življenjska doba med desetimi in petnajstimi leti.

Ker imajo kapljači zelo majhne ozke odprtine, se lahko zamašijo z mineralnimi delci in organskimi snovmi kot so pesek, melj, glina, železove in manganove oborine, apnenčaste prevleke ter bakterije in alge. Vse suspendirane delce moramo torej odstraniti pred namakalnimi cevmi s kapljači. Pri kapljačih z manjšo kapaciteto (0.5l/h in 1l/h) je pomen dobre filtracije še posebno pomemben, saj zaradi manjših odprtin obstaja večja nevarnost zamašitve kapljačev.

Poznamo več izvedb filtrov:

- mrežni filter
- peščeni filter
- diskasti filter
- ciklonski filter.

Za kateri tip filtra ali njihovo kombinacijo se bomo odločili, je odvisno od delcev, ki jih je potrebno odstraniti oziroma od analize vode iz namakalnega vira. Analiza vode je nujno potrebna za racionalno izbiro filtrov ter določitve splošne primernosti vode za namakanje. Ker so pri nas najbolj razširjeni namakalni viri površinske vode (reke, jezera, odprte akumulacije), je skoraj pravilo, da vodo filtriramo s peščenimi filtri, ki so tudi najdražji, saj je potrebno odstraniti tako majhne organizme kot so bakterije in alge. Če je vodni vir podtalnica pa imamo največkrat opraviti s potencialno nevarnostjo mašenja kapljačev s snovmi mineralnega izvora, ki jih lahko odstranimo z nekaterimi cenejšimi izvedbami filtrov.

Dognojevalna naprava je naslednja zelo pomembna komponenta kapljičnega sistema. Omogoča doziranje gnojil hkrati z namakanjem. To dejstvo nam omogoča bolj natančno doziranje hranil in ostalih kemikalij v veliko manjših odmerkih, kot pa je to običajno v klasičnih tehnologijah pridelave kmetijskih rastlin.

Obstaja mnogo načinov kako injicirati gnojila, zaščitna sredstva za rastline ter kemikalije za vzdrževanje sistema v namakalni sistem. Razlogi, ki vplivajo na odločitev, pa so naslednji:

- dostopnost energije v veliki meri vpliva na našo odločitev, saj je ponekod na polju nemogoče računati na električno energijo,
- nekatera oprema je prenerodna za premike in je lahko le stacionarna,
- nevarnost nekaterih sredstev za varstvo rastlin ali kemikalij, ki jih uporabljamo za vzdrževanje sistema, vpliva na izbor opreme za vnos snovi.

Običajno postavimo fertigacijsko postajo pred filtrsko postajo. Res pa je, da nekatere kisline korozivno vplivajo na materiale v filtrski postaji in je zato manj primerno, da dodajamo agresivne kemikalije pred filtrsko postajo. Obstaja tudi resna nevarnost, da ob povratnem izpiranju filtrov, odteče na neurejena zemljišča ob filtrski postaji večja količina kemikalij.

Za vzdrževanje namakalnih cevi oziroma kapljačev moramo v primeru trde vode občasno ali stalno rahlo znižati pH vode s kislino, tako da bodisi topimo karbonatne obloge ali pa preprečujemo njihov nastanek. Prav tako je občasno potrebno dodajati klor, da preprečimo mašenje zaradi bakterij in alg. Na prvi pogled se zdi, da je vzdrževanje kapljičnega sistema zahtevno in do okolja neprijazno, vendar je takšno razmišljanje prepovršno. Sredstva za vzdrževanje se dodajajo v tako majhnih količinah, da ob pravilni rabi ne ogrožajo okolja. Tehnična zahtevnost pa ob pravilnem svetovanju ni nič težja kot pravilno doziranje gnojil. Zaradi možnih napak ob dodajanju in mešanju različnih gnojil ter kemikalij je že velikokrat prišlo do takšnih napak, ki so povzročile oborine. Te so kasneje usodno vplivale na delovanje in trajnost kapljičnega sistema. Zaradi tega dejstva je dobro, če je fertigacijska postaja pred glavnim filtrom. V slučaju, da leži za njim, pa je potrebno dodatno vgraditi mrežast filter, ki naj bi v slučaju naše napake ohranil sistem normalno delujoč.

Fertigacijske cisterne so različnih izvedb in delujejo na preprostem principu razlike tlaka na začetku in koncu cisterne. Cisterno z založno raztopino povežemo paralelno na glavni vod. V cisterni je založna gnojilna raztopina skozi katero steče del namakalne vode. Založna hranilna raztopina se meša z vodo in se postopoma razredčuje. Točnost takšnega doziranja je relativno slaba, vendar je pri večjih pridelovalnih površinah takšen sistem zelo pogosto uporabljen.

Venturijeve cevi - sistem prav tako deluje na tlačni razliki med začetno in končno točko. Venturijeve cevi prav tako povežemo paralelno z glavnim vodom. Deluje na principu ustvarjanja podtlaka, ki se ustvari zaradi zožanja cevi. Na vratu zožanja se pojavi sesalna sila, ki črpa hranila iz založne raztopine. Doziranje je bolj natančno, vendar zelo občutljivo na nihanje pogojev v sistemu. Velikokrat se v izvedbah pojavlja hkrati s črpalko, ki skrbi za relativno enako tlačno razliko ne glede na nihanja v sistemu.

Črpalke za doziranje so različne glede na energijo, ki jih poganja ter na izvedbo. Poznamo batne in membranske črpalke. Prvo izvedbo največkrat srečamo, ko črpalko poganja hidravlična sila namakalne vode. Membranske črpalke pa so največkrat vezane na zunanji vir energije - električno energijo, fosilna goriva ali celo na stisnjen dušikov plin.

Injektorske izvedbe s črpalkami so praviloma najboljše, saj lahko poljubno uravnavamo zaželeno količino dodanih hranil oziroma kemikalij. Običajno je njihova največja pomanjkljivost cena.

13.3.2.2 Tehnologija kapljičnega namakanja

Kapljično namakanje zagotavlja, da dovajamo vodo rastlinam v različnih količinah in intervalih ob hkratni veliki izenačenosti dovajanja vode. Pri namakanju z bobnastimi namakalniki pričnemo z namakanjem, ko je v tleh približno polovica rastlinam dostopne vode, medtem ko pri kapljičnem namakanju vzdržujemo višji nivo vode v tleh oziroma rastlinam lahko dostopno vodo. Stalno vzdrževanje konstantnega nivoja lahko vezane vode v tleh je z drugimi tehnologijami namakanja praktično nemogoče, saj je potrebno stalno (eno do tri-dnevni intervali) dovajati majhne količine vode.

Območje omočenosti tal je s kapljičnim namakanjem manjše kot pri ostalih načinih namakanja, saj s kapljičnim namakanjem dovajamo vodo točno v območje korenin, kjer je ta najbolj potrebna in ne namakamo celotne površine.

Razdaljo med kapljači ter kapaciteto kapljačev določimo predvsem na osnovi talnih lastnosti, vrste kulture ter izvedbenih možnosti namakalnega sistema. Pri njivah daljših kot 300 m je potrebno biti pozoren pri izbiri materiala, saj so le redki, ki omogočajo enakomernost namakanja. Predvsem pridejo v poštev namakalne cevi z avtokompenzacijskimi kapljači.

Pri kapljičnem namakanju, kot je bilo že omenjeno, določamo količino in frekvenco namakanja na osnovi vrednosti oziroma ocene dnevne evapotranspiracije. Pravilnost ocene evapotranspiracije pa kontroliramo z merjenjem količine vode v tleh, s čimer lahko ugotavljamo ali so ocene evapotranspiracije premajhne ali prevelike ter tudi razporeditev vode v vertikalni in horizontalni smeri. Namakanje samo na osnovi ocen dnevne evapotranspiracije ni zadovoljivo. Dejanske evapotranspiracijske vrednosti so med parcelami lahko zelo različne, zato brez merjenja vode na parceli ni možno. Prav tako je potrebno spremljati vlažnost na več lokacijah znotraj iste njive. Priporočljivo je, da spremljamo vsebnost vode na dveh globinah - boljša kontrola namakanja oziroma izpiranja. Uspešno in pravilno namakamo, če namakamo skladno z evapotranspiracijskimi količinami in hkrati kontroliramo stanje vode v tleh.

Nestrokoven pristop h kapljičnemu namakanju lahko vodi k slabšim rezultatom kot če iste napake storimo pri namakanju z razpršilci. Kot primer lahko služi začetek

namakanja pri kapljičnem namakanju, kjer se zgodi, da je volumen omočenih tal močno manjši, kadar pričnemo namakati, ko so tla suha, saj je sila, s katero je vezana voda v tleh, prevelika. Tega problema pri namakanju z razpršilci praktično ni.

Fertigacija (gnojenje skozi namakalni sistem) je ena od večjih prednosti kapljičnih namakalnih sistemov. Pri pridelavi nekaterih rastlin je njen pomen lahko tudi večji kot samo namakanje. Pri nekaterih ostalih tehnologijah namakanja je fertigacija sicer možna, vendar je v praksi redkeje uporabljena oziroma je distribucija hranil slabša. S tehnologijo kapljičnega namakanja dodamo hranila neposredno v območje koreninskega sistema, kar omogoča, da hitreje reagiramo in zadostimo potrebe rastlin po posameznih hranilih. Boljša enakomernost dodajanja hranil nam omogoča, da imamo manjše izgube dodanih hranil. Če je sistem načrtovan tako kot je potrebno, potem imamo enakomerno porazdelitev hranil v pasu okoli namakalne linije.

Posebno pozornost velja nameniti izpiranju hranil ter pravilnemu dodajanju hranil. Pri doziranju hranil moramo biti pozorni:

- na izpiranje ob morebitnem preobilnem namakanju.

- da upoštevamo pot, ki ga opravi hranilo oziroma voda, saj je potrebno nadaljevati z namakanjem tudi po izpraznitvi založne hranilne raztopine toliko časa, da pride hranilo do konca namakalne linije. Če sistem preprosto ugasnemo po končani fertigaciji določen del njive dobi več hranil kot preostli del. Če to napako ponavljamo skozi vso rastno sezono, so pridelki neizenačeni.

- na skupno koncentracijo soli in hranil v namakalni vodi, ki naj ne preseže 2 mS.

Ob manjših frekvencah namakanja je priporočljivo, da pred fertigacijo pričnemo z namakanjem, kar omogoči boljšo porazdelitev hranil.

Topnost gnojila je osnovni faktor, ki ga moramo upoštevati, ko presojamo uporabnost nekega gnojila za dognovanje skozi namakalni sistem. Čeprav lahko uporabljamo veliko paleto gnojil, je pomembno, da gnojimo le z 100-odstotno vodotopnimi gnojili ali takšnimi, ki so blizu tem odstotku.

Skozi namakalni sistem je možno dodajati tudi nekatera sredstva za varstvo rastlin. Trenutno se s tovrstnimi raziskavami intenzivneje ukvarjajo v ZDA.

13.3.2.3 Vzdrževanje in kontrola delovanja kapljičnega namakalnega sistema

Osnovni predpogoj dolgotrajne življenjske dobe kapljičnih namakalnih sistemov, je poleg dobrega načrtovanja, tudi redno vzdrževanje sistema.

Za nemoteno delovanje je potrebno redno izpirati namakalne linije. Ob pogostem namakanju in gnojenju je priporočljivo, da se vsaj enkrat tedensko spirajo namakalne cevi.

Navkljub zadovoljivi filtraciji se lahko srečamo s številnimi razlogi, ki mašijo kapljače in ovirajo pravilno delovanje sistema. Vzroki mašenja kapljačev so:

- prisotnost alg in bakterij v sistemu. Čeprav je rast alg v neprosojnih ceveh zelo težka, se včasih lahko razmnožujejo v kapljačih in jih na ta način zamašijo.

- kalcijeve in magnezijeve oborine

- vrast korenin v pogreben kapljač (podzemno kapljično namakanje) ter v nekaterih specifičnih primerih

- železovi in manganovi oksidi in sulfidi

Zgoraj omenjene težave preprečujemo z uporabo klora ter kislin (največkrat se uporablja dušikova kislina). Vse kemikalije doziramo v nizkih koncentracijah skozi naprave za doziranje gnojil.

Kontrola namakanja je še posebno pomembna pri podzemnem kapljičnem namakanju, čeprav vsi elementi kontrole veljajo tudi za površinsko varianto.

Pravilno delovanje sistema kontroliramo z merjenjem pritiska ob koncu namakalnih linij ter s porabo vode oziroma merjenjem pretoka. Večje nepravilnosti sistema kot je pretrganje cevi ali naluknjanje cevi zaradi insektov, so opazne takoj in to pri obeh sistemih - podzemnem in površinskem kapljičnem namakanju. Z merilcem pretoka nadzorujemo porabo vode. Iz podatka o porabi vode lahko sklepamo bodisi o mašenju kapljačev in zaradi tega dejstva manjše porabe vode ali o večjem defektu na namakalni cevi zaradi povečane porabe vode. Zaradi boljšega nadzora je zaželeno, da so poleg centralnega merilca pretoka pri velikih sistemih, nameščeni merilci pretoka tudi v posameznih sektorjih. S prenosnim merilcem pretoka lahko na koncu linije spremljamo vrednosti pritiska vode ob izstopu. Če imamo podatke o pritiskih na koncu linij v prvih obratovalnih dneh, lahko z merjenjem v kasnejšem obdobju zasledujemo spremembe pritiska. Če pride do povečanja pritiska na koncu linije je to znak mašenja kapljačev. Zaradi zmanjšane kapacitete kapljačev se poveča pritisk v dovodni liniji. Ob izrazitem padcu pritiska na koncu linije lahko sklepamo, da je prišlo do večjega defekta ali pa stiska namakalne cevi, seveda ob predpostavki, da je delovanje primarnega sistema zadovoljivo.

13.4 LITERATURA

Burt, C., O'Connor, K., Ruehr, T. Fertigation. California Polytechnic State University San Luis Obispo, California, USA, 1995, s. 1-320.

Goldberg, D., Gornat, B., Rimon, D. Drip Irrigation. Kfar Shmaryahu Israel, 1976, s. 1-296.

Kišgeci, J., Mijavec, A., Aćimović, M., Spevak, P., Vučić, N. Hmeljarstvo. Poljoprivredni fakultet-Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad 1984, s. 211-224.

Knapič, M., Pintar, M. Implementation of subsurface drip irrigation in hop growing as contribution to an environmentally acceptable production. Fresenius environmental - Vol. 7, 1998, s. 867-872.

Majer, D. Vpliv vodnega stresa na količino in kakovost pridelka hmelja (*Humulus lupulus* L.) cv. 'Savinjski golding'. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Kmetijstvo, 73, Issue 1, 1999, s. 159-175.

Matičič, B., Osvald, J., Knapič, M., Tonjko, S. Suše in možnosti ublažitve posledic v kmetijstvu. 11. Mišičev vodarski dan, Maribor, 8. december 2000, s. 10-16.

Pintar, M., Knapič, M. Nekateri namakalni parametri in obremenitve okolja pri različnih tehnologijah namakanja. Zbornik simpozija Trendi v razvoju kmetijske tehnike, Radenci, 14. in 15. junij 2001 / [2001], s. 69-76.

Solomon, K.H., Jorgensen, G. Subsurface Drip Irrigation. California Agricultural Technology Institute, Fresno, California, Research Report, No. CATI Publications 930405, April 1993.

Solomon, K.H., Jorgensen, G. Chemigation Guidelines. California Agricultural Technology Institute, Fresno, California, Irrigation notes, No. CATI Publications 900606 April 1990.

Schwankl, L., Hanson, B., Prichard, T. Microirrigation of Trees and Vines.- University of California, Davis, USA, 1994, s. 1-138.

Zoldoske, D.F, Solomon, K.H. Micro-Irrigation Scheduling and Managment. California Agricultural Technology Institute, Fresno, California, Irrigation notes, No. CATI Publications 900606, Junij 1990.

ODZIVNOST IN POŠKODBE HMELJNIH RASTLIN OB STRESNIH RAZMERAH IN VREMENSKIH NEPRILIKAH V RASTNI DOBI

Za rastline je stres vsaka sprememba v okolju, ki negativno vpliva na rast in razvoj rastline in s tem zmanjšuje produktivnost rastline pod potencialno oziroma optimalno stopnjo. Reakcijo, ki jo vzbudi stres, imenujemo stresni sindrom, razmerje med poskusom rastline, da se prilagodi in potencialno uničujočimi procesi v celici pa imenujemo stresna odzivnost. Stres lahko povzročijo klimatski dejavniki (sončno sevanje, temperatura zraka, padavine, kislost tal, zasoljenost tal, pomanjkanje hranil ipd.) ali pa dejavnosti drugih rastlin (npr. parazitizem), mikroorganizmov (glive, virusi, bakterije), živali (npr. paša, teptanje) in človeka (onesnaženje, obdelava, uporaba fitofarmacevtskih sredstev ipd.).

Ko se katerikoli od omenjenih stresnih faktorjev pojavi prvič, nastopi v rastlini alarmna reakcija. V tem obdobju rastlina odreagira z velikimi odstopanji od normalnega stanja. Temu sledi stadij protireakcije oziroma rezistence, ko se začne rastlina prilagajati na stresni faktor. Sledi stadij kompenzacije ali utrditve, ko se stanje v rastlini ponovno normalizira. Če traja delovanje stresnega faktorja dalj časa, nastopi stadij izčrpanja rastline, ko se ponovno pojavijo velika odstopanja od normalnega stanja in običajno rastlina propade.

Pri rastlinah so najpogostejši vodni stres, temperaturni stres, slanostni stres, stres zaradi mraza in prehranski stres. Odzivnost rastline na stres je različna glede na genetsko zasnovo, starost, stopnjo prilagoditve in sezonsko oziroma dnevno aktivnost rastline. Znotraj iste rastlinske vrste so lahko na stres različni kultivarji različno odporni.

Hmelj je zlasti občutljiv na vodni stres v kombinaciji s temperaturnim stresom kot tudi na stres zaradi prehranskih motenj. Hude poškodbe na hmeljnih rastlinah pa lahko v rastni dobi povzročijo tudi vremenske neprilike kot npr. toča, veter in močna sončna pripeka.

14.1 VODNI STRES

O vodnem stresu govorimo, kadar so rastline izpostavljene preobilici ali pomanjkanju vode. Kadar gre za pomanjkanje vode, običajno stres definiramo kot sušni stres.

Za večino rastlinskih vrst je borba proti vodnemu stresu običajna in rutinska, saj se z njim pogosto srečujejo in imajo v ta namen razvite številne obrambne mehanizme. Posledice vodnega stresa so dolgotrajne, v hujših primerih pa tudi usodne, saj lahko rastline popolnoma propadejo. Najhujše so posledice vodnega stresa pri mladih rastlinah, ki še nimajo vzpostavljenih morfoloških in fizioloških obrambnih mehanizmov do te mere, da bi se uspešno varovale pred vodnim stresom.

Sušni stres se, za razliko od večine drugih stresnih faktorjev, običajno razvija počasi, vendar je dolgotrajnejši in pušča hude posledice, saj prizadene neposredno ali posredno vse procese v rastlini. Pri hmeljnih rastlinah je dokazan vpliv pomanjkanja vode na stomatarno prevodnost, fotosintezo, na težo zelene mase in korenin, na vsebnost nitratov in eteričnih olj in seveda posredno na količino in kakovost pridelka. Ob začetku vodnega stresa se hitro pokažejo zunanji znaki, to je rumenenje in rjavenje listov v spodnji tretjini rastlin, kasneje rumenijo listi po celi rastlini, sledi odmiranje in odpadanje listov. Posledice vsaj dva meseca neprekinjenega sušnega stresa se močno

odražajo na rastlinah še v naslednjih dveh rastnih obdobjih. Rastline lahko popolnoma shirajo ali pa so manj vitalne, kasneje in slabše vzniknejo, zaostajajo v rasti, pridelki so manjši.

Vpliva vodnega stresa, se lahko delno izognemo tako, da zasujemo hmeljski nasad na tleh, ki so primerna za gojenje hmelja (srednje globoka do globoka tla z dobro zračnostjo in prepustnostjo). V kolikor sadimo na pogojno primerna tla, so potrebni ukrepi za izboljšanje preskrbljenosti rastlin z vodo oziroma za odvajanje odvečne vode. To pomeni redno namakanje v primeru pomanjkanja vode oziroma na slabo prepustnih tleh podrahljavanje in drenažiranje površin za izboljšanje vodno-zračnih razmer tal.

14.2 PREHRANSKI STRES

Prehranski stres pomeni prekomerno ali preslabo prehrano z določenimi hranili. Posledice so lahko le delno motena presnova, ki se odraža kot simptomi na zunaj ali na pridelku, lahko pa so tako hude, da rastline propadejo. Kadar gre le za zmerno pomanjkanje določenih hranil, rastlina običajno več let normalno raste in tudi pridelek ni prizadet. O stresu lahko govorimo, kadar gre za akutno pomanjkanje ali za toksično delovanje hranila. V takih primerih rastline močno spremenijo zunanji videz, zmanjšan je pridelek in v veliki večini (če se stanje glede prehranjenosti ne izboljša) tudi propadejo. Prehranski stres večkrat nastopa v kombinaciji s temperaturnim in vodnim stresom.

Pri hmeljnih rastlinah lahko stresno deluje zlasti prekomerna ali močno pomanjkljiva prehrana z dušikom, kalijem, kalcijem, cinkom in borom. Prehranski stres je v primerjavi z ostalimi stresnimi faktorji lažje obvladljiv, saj se mu lahko izognemo z ustreznim gnojenjem na osnovi odzema ter kemične analize tal in rastlin.

14.3 STRES ZARADI MRAZA

Najbolj nevarna za hmelj je spomladanska pozeba. Rastline reagirajo takrat, ko se temperatura zraka za kratek čas spusti pod nič stopinj in tudi takrat, ko temperatura sicer ne pade pod nič stopinj, vendar pa hladno vreme traja daljše obdobje. Hmelj zaradi spomladanskega mraza običajno ne propade, vendar pa lahko precej zaostane v rasti in pokaže izrazite zunanje znake stresa. Ti znaki se kažejo predvsem v listih raznih nepravilnih oblik, ki se začnejo 'krempljasto' zvijati navzdol. Internodiji so kratki, zbiti in če hladno vreme traja dalj časa, rastlina popolnoma preneha rasti. Znaki postopoma izginejo šele takrat, ko nastopi normalno toplo vreme.

14.4 POŠKODBE ZARADI VETRA

V hmeljskih nasadih lahko precej škode naredi močan in dolgotrajen veter. Največ poškodb od vetra najdemo v robnih vrstah. V spomladanskem času veter predvsem odvisa in lomi nežne poganjke in vrhove, hudo pa lahko prizadene rastline tudi v obdobju cvetenja in storžkanja. Najnevarnejši je veter, ki piha v obdobju začetka tvorbe storžkov, ko so storžki še majhni in nežni, zaradi drgnjenja pa se ranijo in porjavijo. Tudi poganjki se v vetrovnem vremenu drgnejo drug ob drugega, zato se rani povrhnjica in s celičnim sokom, ki izteka se lahko prenašajo virusne bolezni. Deloma lahko omejimo škodo, ki jo naredijo vetrovi, kadar sadimo hmelj v večjih kompleksih in načrtujemo nasade tako, da vrste ne tečejo pravokotno na smer, iz katere običajno pihaajo vetrovi.

14.5 POŠKODBE ZARADI SONČNE PRIPEKE

Močna sončna pripeka lahko poškoduje tako liste kot tudi storžke na rastlinah. Najpogostejše so poškodbe v robnih vrstah. Listi se obarvajo rdečerumeno ali belkasto,

lahko pa se celo popolnoma posušijo. Znake poškodb zaradi sončne pripeke pogostokrat zamenjujemo z znaki napada hmeljeve listne pršice ali z znaki poškodb zaradi preveč dušikovega gnojila. Deloma lahko omejimo škodo zaradi sončne pripeke, če sadimo hmelj v večjih kompleksih.

14.6 POŠKODBE ZARADI TOČE

Toča lahko prizadene rastline do te mere, da so posledice vidne na pridelku še v prihodnjih letih. Toča v maju in juniju predvsem odtrga in scefra listje ter odbije vrhove trt. S tem rastlino močno oslabi in jo ustavi v razvoju. Toča v obdobju cvetenja pa oklesti cvetni nastavek in pomeni potencialno nevarnost za razvoj peronospore. Kadar pade toča v obdobju razvoja storžkov, listi na storžkih močno porjavijo, ker se storžki pri peclju zalomijo in tudi v tem obdobju pomeni toča potencialno nevarnost za peronosporo.

V nasadih, ki jih prizadene toča, moramo poskrbeti, da si bodo rastline kar najhitreje opomogle. Poskrbeti moramo za ustrezno varstvo pred boleznimi in škodljivci in rastline čimprej dognojiti z dušikom (30-40 kg dušika/ha) ter zemljo v nasadu dobro zrahljati. Kjer so vrhovi ostali celi, popravimo odvite poganjke in jih ponovno napeljemo na vodila. Kadar je vrh trte odbit pa moramo vzgojiti nove vrhove iz stranskih poganjkov in jih napeljati na vodilo. Če pade močna toča že v maju in so rastline slabše razvite, je najbolje, da hmelj na novo porežemo in vzgojimo trte iz novih poganjkov. Tako bo pridelek sicer precej manjši, rastline bodo kasneje dozorele, vendar bo pridelek bolj izenačen.

14.7 LITERATURA

Kač, M., Bolezni in škodljivci na hmelju. Kmetijska proizvodna poslovna zveza Žalec, s. 186-195.

Majer, D., Vodni stres pri hmelju (*Humulus lupulus* L.) cv. savinjski golding. Doktorska disertacija, Ljubljana, 1997, 173 s.

Majer, D., Potrebe hmeljnih rastlin po vodi in osnove prognoze namakanja. Hmeljarska šola, november 1998 (interno gradivo).

Poleg navijanja poganjkov predstavlja obiranje delovno konico pri pridelavi hmelja, na katero se moramo temeljito pripraviti. Z načinom obiranja lahko bistveno vplivamo tudi na kakovost pridelka, ki je določena s Pravilnikom o kakovosti hmelja (Uradni list RS, št. 53/93). Na kakovost pridelka lahko z obiranjem vplivamo na različne načine. Dobro lahko oberemo hmelj le s tehnično brezhibnim obiralnim strojem, ki ga je potrebno med spravilom pridelka sprotno prilagajati novim razmeram obiranja, čistiti in redno vzdrževati. Za zagotavljanje kakovosti je pomembno upoštevati tudi tehnološko zrelost hmelja. O pomenu primerne zrelosti hmelja za obiranje se najlažje prepričamo, če poskušamo z nastavitvami obiralnega stroja zmanjšati izgube premalo ali preveč zrelega hmelja, kar je največkrat neuspešno opravilo.

Potek spravila je odvisen tudi od kakovosti priprav na obiranje. Med priprave ne spada le ureditev prostorov in usposobitev strojev ter naprav potrebnih za to opravilo, ampak tudi druga dela, ki se nanašajo na organizacijo obiranja. Pri tem velja omeniti opravila povezana s pridobitvijo dodatne delovne sile. Upravni postopek za zaposlitev domačih sezonskih delavcev je glede administrativnih zahtev preprostejši od postopka za pridobitev delavcev iz drugih držav. Zato je pomembno, da s postopkom za pridobitev delovne sile začnemo pravočasno.

15.1 TEHNOLOŠKA ZRELOST HMELJA

Hmeljni storžek se tvori po cvetenju v fazi storžkanja, ki se konča s tehnološko zrelostjo, ko je storžek zrel za obiranje in dosega največjo trgovsko kakovost. Hmeljni storžek v času razvoja pridobiva na teži in dolžini, zmanjšuje se vsebnost vode v storžkih, poveča se količina grenčičnih smol in hmeljnega olja, stopnjuje se aroma. Količina alfa kislin in eteričnega olja naraščata do maksimuma in z odmiranjem storžka počasi upadata, s čimer storžek izgublja trgovsko vrednost. Značilne spremembe v teži in dolžini storžkov ter v vsebnosti vode in alfa kislin v storžkih (parametri tehnološke zrelosti) v času dozorevanja hmelja, lahko služijo za kratkoročno napoved zrelosti posameznih kultivarjev. Za določevanje optimalnega časa obiranja je zato pomembno spremljanje dinamike parametrov tehnološke zrelosti za različne hmeljne kultivarje. Vrednosti parametrov tehnološke zrelosti so v prvi vrsti odvisne od kultivarja, precej pa tudi od tehnologije pridelovanja in ekoloških danosti.

Zorenje hmelja lahko razdelimo na tri obdobja:

- dozorevanje
- tehnološka zrelost
- prezorevanje.

Nezrel hmelj (dozorevanje) ima storžke travnato zelene z malo lupulina. Lističi so razprti, zato pri sušenju lupulin izpada iz storžkov. Storžki so neprožni, majhni, z malo lupulina, neizenačeni po velikosti, vonj je prazen in neizrazit. Takšni storžki ob obiranju hitro ovenejo in se sesedejo.

Zrel hmelj (tehnološka zrelost) ima zaprte storžke, barva storžka je svetlozelena, storžki imajo svilen lesk, so polni lupulina, prožni, pri stiskanju šelestijo in ko padejo na tla, se od tal odbijejo. Če tak storžek zmečkamo, ostane na rokah lepljiva rumenkasta sled. Zreli storžki so izenačeni po velikosti in imajo poln vonj s tipično aromo.

Prezrel hmelj (prezorevanje) ima odprte storžke, rumenkaste ali celo rjavkaste barve. Lističi storžka odpadajo, lupulin izpada iz storžkov. Storžki so drobljivi in lahki, aroma je ostra in neprijetna.

Čas pričetka tehnološke zrelosti in s tem začetka obiranja se lahko v posameznih letih pri istem kultivarju precej spreminja, predvsem v odvisnosti od vremena v rastnem obdobju in tehnoloških ukrepov.

V obdobju formiranja storžkov vsebujejo storžki od 83-86 % vode. Ko se storžki dokončno oblikujejo, začne vsebnost vode v storžkih hitro upadati (približno 1 % na tri dni). Upadanje vsebnosti vode se znatno upočasni z nastopom tehnološke zrelosti (0,8 % na tri dni) in se nato nadaljuje v času prezorevanja. Pri večini kultivarjev nastopi tehnološka zrelost, ko vsebnost vode v storžkih pade na 80 %. Odstotek vode v storžkih v obdobju tehnološke zrelosti ni tako odvisen od količine padavin kot v obdobju dozorevanja in prezorevanja, ko so storžki bolj dovzetni za zračno vlago. Visoke temperature zraka v obdobju zorenja vplivajo na hitrejšo upadanje vode v storžkih.

V obdobju dozorevanja se močno povečujeta tudi teža in dolžina storžkov. V obdobju tehnološke zrelosti dosežejo storžki za kultivar določeno težo in dolžino. Pri večini kultivarjev ostajata oba parametra v obdobju tehnološke zrelosti bolj ali manj konstantna, počasi pričneta upadati v obdobju dozorevanja. Izjema je le Savinjski golding, pri katerem teža storžkov hitro upade že v obdobju optimalne zrelosti. Tako teža kot dolžina storžkov se lahko v posameznih letih precej spreminjata, vendar se značilne razlike med kultivarji ohranjajo. Najdaljši in najtežji so storžki Magnuma, najmanjši in najlažji pa storžki Bobka.

Za obdobje dozorevanja je značilno tudi naglo povišanje vsebnosti alfa kislin v storžkih, ki doseže pri večini kultivarjev maksimum v obdobju tehnološke zrelosti. V tem obdobju se vsebnost alfa kislin zelo malo spreminja, lahko se celo malenkostno povečuje še v obdobju prezorevanja.

Obdobje tehnološke zrelosti se prične, ko posamezni parametri dosežejo za kultivar značilne vrednosti. Glede na začetek in trajanje obdobja tehnološke zrelosti lahko kultivarje, ki so v Sloveniji v pridelovalnih nasadih, razvrstimo v štiri skupine:

a) zgodnji kultivarji: Savinjski golding, ki v povprečju dozoreva med 10. in 20. avgustom

b) srednje zgodnji kultivarji: Aurora in Bobek, ki običajno dozoreta v obdobju med 20. in 25. avgustom

c) srednje pozni kultivarji: Magnum, ki dozoreva v obdobje med 25. avgustom in 1. septembrom

d) pozni kultivarji: Cicero, Celeia, Cekin in Cerera, ki dozorevajo v obdobju med 1. in 10. septembrom.

Prej dozori hmelj na lahkih in prodnatih tleh kot na težkih in vlažnih tleh. Na zrelost vplivata tudi čas rezi in napeljave. Zgodaj rezan in napeljan hmelj dozori štiri do pet dni prej. Z dušikom pregnojena hmeljišča dozoriijo kasneje.

Prezgodaj obran hmelj ima manjšo težo storžkov, ki vsebujejo preveč vode in za kultivar neznatno vsebnost alfa kislin. Pri prepozno obranem hmelju so storžki že rumeni ali celo rjavkasti, vsebnost alfa kislin upade, prezreli storžki sami odpadajo od trt, na stroju in pri sušenju pa se osipajo in drobijo, kar lahko pomeni precejšnje izgube pridelka in nižjo vsebnost alfa kislin v suhih storžkih. Zato je zelo pomembno, da se odločimo za pričetek obiranja v optimalnem terminu, ko je določen kultivar tehnološko zrel. Najlažje in najpravičneje se za začetek obiranja odločimo na osnovi meritev parametrov tehnološke zrelosti. Za pravičen rezultat meritve je pomembno, da pravilno nabereмо vzorec, kar pomeni nabiranje povprečnega vzorca storžkov na vsaj šestdesetih rastlinah v nasadu iz zgornje in srednje tretjine rastlin. Nabrane storžke dobro premešamo in v vrečko napolnimo približno 2 litra storžkov. Za določitev vode v storžkih napolnimo storžke v nepropustne kovinske škatlice. Tako pripravljene vzorce opremimo s podatki o lastniku, kultivarju in terminu nabiranja ter jih oddamo v laboratorij na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo v Žalcu.

Trajanje obdobja tehnološke zrelosti je odvisno od lastnosti kultivarja in vremenskih razmer v tekočem letu. V povprečju traja takšno obdobje od sedem do štirinajst dni. Najdaljše obdobje optimalne zrelosti imata Aurora in Bobek, najkrajše pa Savinjski golding in Magnum.

15.2 TEHNIKA OBIRANJA HMELJA

Obiranje hmelja lahko razdelimo na tri ločene procese:

- spravilo pridelka na njivi
- transport rastlin do obiralnega stroja
- spravilo pridelka pri obiralnem stroju.

Spravilo pridelka na njivi

Na njivi rastline odrežemo in jih skupaj z vodili potrgamo iz nosilnih vrvi žičnice tako, da padejo na nakladalno prikolico, ki jo traktor vleče v smeri pobiranja rastlin. Prikolico z naloženo maso nadzemnih rastlinskih delov odpeljemo nato do mesta, kjer je postavljen obiralni stroj.

Iz njive pobiramo rastline ročno ali strojno. Delovni postopek je sestavljen iz rezanja, trganja in nalaganja rastlin na prikolico. Pri ročnem trganju potrgamo v enem hodu iz nosilnih žic vse rastline in jih hkrati nalagamo na prikolico. Pri pobiranju rastlin s trgalnikom pa pobremo v enem hodu polovico vrste oz. tiste rastline, ki so z vodili obešene na eno od dveh nosilnih žic vzdolž vsake vrste. Za nalaganje rastlin uporabimo pri ročnem trganju za to posebej prirejene prikolice, ki so daljše in imajo povišane stranice. Pri strojnem trganju imajo prikolice največkrat tudi pomično dno, kar je odvisno od načina obešanja rastlin v obiralni stroj. Pri spravilu pridelka na njivi moramo biti pazljivi na naslednje:

- Rastline pobiramo iz žičnice tako, da z odpiranjem posameznih poljin zagotovimo enakomerno razbremenitev njenih sestavnih elementov.
- Trgalniki naj rastline odrežejo na višini od 120 do 150 cm od tal. Na tej višini odrežemo tudi rastline pri ročnem rezanju. Paziti moramo, da rastlin ne režemo vnaprej, ampak sproti pred nalaganjem na prikolico. Ostanke trt polagamo na grebene vrst v smeri rezanja.
- Nalaganje rastlin na prikolico mora biti opravljeno pazljivo. Z navzkrižnim in prekomernim nalaganjem rastlin na prikolico zmanjšujemo količino in kakovost hmelja. Pri navzkrižnem nalaganju rastlin pride do lomljenja zalistnikov in drobljenja storžkov pri puljenju trt iz kupa. Zaradi izpuščanja prijemal vlagalne proge pa je zato zmanjšana tudi kapaciteta obiralnega stroja.
- Dele rastlin, ki ostanejo na omrežju žičnice in na površini njive po trganju oz. nalaganju hmelja na prikolico, moramo pobirati sproti.
- Vožnja s traktorjem naj bo enakomerna, kar je še posebej pomembno pri ročnem trganju rastlin.

Transport rastlin do obiralnega stroja

Za prevoz hmeljnih rastlin od hmeljišča do obiralnega stroja izberemo krajše, predvsem pa najvarnejše poti. Med prevozom pazimo, da ne zgubljamo posameznih rastlin in njihovih delov, s čimer bomo preprečili možnost širjenja nekaterih bolezni npr. hmeljeve uvelosti (*Verticilium* sp.) v druga hmeljišča. Rastline, naložene na prikolici, moramo čimprej obrati, ker zastoji čez dan, ki so daljši od ene ure, že vplivajo na kakovost pridelka.

Spravo pridelka pri obiralnem stroju

Vlaganje rastlin v stroj:

v obiralni stroj vlagamo oz. obešamo rastline (trte) iz prikolice ali s tal. Pred začetkom obešanja postavimo prikolico oz. odložimo rastline iz prikolice pred stroj tako, da segajo odrezani deli en meter čez vlagalno mesto. V prijemala vlagalne proge vstavljamo rastline z odrezanim oz. bazalnim delom naprej. Praviloma vpenjamo v prijemalo po eno rastlino, saj vpenjanje več rastlin hkrati poveča obremenitev obiralnikov, kar se odraža v drobljenju storžkov. Pred vpenjanjem po potrebi osmukamo rodne zalistnike na odrezanem delu trte, saj jih obiralnik v nasprotnem primeru ne bo dosegel.

Opis in delovanje obiralnika:

Sestavljen je iz predobiralnika (Wolf, Allaey's), glavnega obiralnika in avtomatskega obiralnika. Izvedba glavnega obiralnika je lahko horizontalna ali vertikalna. Pri strojih Wolf in Allaey's imajo obiralni bobni od 110 do 150 vrtljajev na minuto. Občutljive kultivarje, kot je npr. Savinjski golding, je priporočljivo obirati z manj kot s 130 vrtljaji na minuto. Obiralni bobni stroja Bruff obirajo s hitrostjo od 90 do 130 vrtljajev na minuto. Optimalni obrati obiralnih bobnov prvega obiralnika so pri stroju Bruff manjši (od 90 do 100 vrtljajev v minuti) od obratov obiralnih bobnov drugega obiralnika (105 do 115 vrtljajev v minuti).

Neobrani deli rastlin oz. poganjki potujejo po transportnem traku do avtomatskega obiralnika. Na tem mestu obere stroj zadnje neobrane poganjke. Princip delovanja (rotor, stator) je pri večini obiralnih strojev enak, različne pa so izvedbe in območja delovanja. Pri strojih Bruff se npr. bobni avtomatskega obiralnika gibljejo od 200 do 300 vrtljajev na minuto (Strojna). Pri strojih Wolf in Allaey's vrtljaje bobnov avtomatskega obiralnika ni mogoče regulirati, mogoče pa je spreminjati oddaljenost statorja s prsti od obiralnih valjev.

Opis in delovanje čistilnika:

Čistilni del obiralnih strojev je sestavljen iz zračnega (ventilatorski) in tračnega dela. Vloga zračnega čistilnika je odstranitev večjega dela listne mase od storžkov, prebiralni trakovi pa ločijo od storžkov preostale liste, dele stebel, peclje in druge primesi. Hitrost pretoka zraka na ventilatorskem čistilniku dosega pri manjših strojih (Wolf, Allaey's) vrednosti od 2 do 3 metra na sekundo, pri strojih Bruff pa do 10 metrov na sekundo. V tračnem delu čistilnika pa se naklonski koti prebiralno-transportnih trav gibljejo med 25 in 35 °, prebiralni trakovi z iztekom v odpadki pa imajo naklon od 38 do 40 °. Pri nihajočih travah z iztekom v odpadki pa je lahko njihov naklon manjši. Za prebiralne trakove velja, da mora rastlinska masa vstopati enakomerno, debelina plasti pa mora biti taka, da še vedno zagotavlja kotaljenje storžkov. Na tem načelu poteka na prebiralnih travah tudi ločevanje storžkov od ostalih primesi.

Uravnavanje in odpravljanje pomanjkljivosti na obiralnem stroju med obiranjem

Med obiranjem je potrebno zaradi spreminjanja vremenskih razmer, odstopanja v bujnosti rastlin, spreminjanja zrelosti hmelja ali pa prehoda na obiranje drugega kultivarja uravnavati delovanje stroja, kar velja tako za obiralni, še posebno pa za prebiralni oz. čistilni del.

Delovanje obiralnikov določa kakovost obiranja rastlin (trt) in delež poškodovanih storžkov. Na splošno velja, da mora na pravilno obranih trtah ostati nekaj listov in storžkov (največ od 20 do 25 na rastlino). Med vzroke za slabo obrano rastline lahko štejemo naslednje: na bobnih so navite trte in vodila, konice obiralnih prstov so zapolnjene s polipropilenskimi vlakni vodil in lupulina, obiralni prsti so zviti ali kako drugače poškodovani, razmak med obiralnimi bobni je prevelik ali pa se le-ti vrtijo s

premajhno hitrostjo. Pri premočno obranih trtah je potrebno zmanjšati vrtljaje obiralnih bobnov ali pa povečati razmak med njimi.

Manjše število poškodovanih storžkov bomo dosegli, če bomo določen kultivar obirali v obdobju njegove optimalne tehnološke zrelosti. Delež poškodovanih storžkov zmanjšamo tudi z rednim čiščenjem obiralnih bobnov, z zamenjavo poškodovanih obiralnih prstov, povečanjem razmika med obiralnimi bobni in zmanjšanjem njihovega števila vrtljajev.

Če je na traku z iztekom v zalogovnik oz. koš preveč listov, je potrebno iskati vzrok pri zračnem čistilniku, ki ima verjetno premajhen pretok zraka. Večji pretok zraka dosežemo s povečanjem števila vrtljajev ventilatorja (Bruff) oz. odpiranjem lopute za regulacijo pretoka zraka (Wolf, Allaeys). Količino listja med hmeljem lahko reguliramo tudi z določanjem hitrosti padanja obrane rastlinske mase mimo zračnega toka ventilatorskega čistilnika. Bolj so rešetke (grablje) in pločevinasto vodilo usmerjene proti mrežastemu traku zračnega čistilnika, počasnejše je padanje rastlinske mase mimo sesalnega dela čistilnika, kar pomeni tudi večje število listov na mrežastem traku. Hitrost padanja listne mase mimo zračnega toka čistilnika in količina listov na mrežastem traku sta torej obratno sorazmerni količini. Manjši pretok zraka je lahko tudi zaradi prisotnosti plev na čistilnem bobnu in zamašenosti obešenih vreč na zunanji okvir ventilatorja zračnega čistilnika. Čistiti moramo tudi ventilatorske lopatice in okvir ventilatorja, da lopatice ne drsijo po nabranem lupulinu.

Pri pojavu večjega števila posameznih delov stebel med storžki na izhodnem traku, moramo pregledati in ponovno naravnati nagibe prebiralnih trakov. Pri trakovih strmino za tem, da so čim položnejši, njihov naklon pa je odvisen od mase storžkov in njihove vlage, količine obrane rastlinske mase in kakovosti trakov. Delež stebel lahko poveča tudi prehitro vrtenje obiralnih bobnov, prav tako pa tudi premajhna razdalja med obiralnimi bobni (nastavitev je možna pri manjših strojih).

Prevelik delež storžkov na traku z iztekom v odpad, je lahko posledica premočnega zračnega toka na ventilatorskem čistilniku, napačne strmine rešetk in pločevinastega črtala ali premajhnega naklona prebiralnih trakov.

Vzdrževanje stroja:

Stroški nakupa obiralnega stroja so visoki, zato je pomembno kam stroj namestimo in kako ga čistimo in vzdržujemo. S tem namreč bistveno podaljšamo njegovo življenjsko dobo. O odpravljanju tehničnih pomanjkljivosti (npr. zamenjava poškodovanih obiralnih prstov), ki so posledica slabega obiranja hmelja, smo govorili že v prejšnjem poglavju. Nekatere sklope stroja (obiralne bobne, avtomatski obiralnik, valjčke pod obiralnimi bobni, ventilatorske lopatice, boben čistilnika) pa moramo med obiranjem čistiti večkrat dnevno. Dnevno mažemo tudi vse odprte ležaje in skrbimo za trtoreznico.

Prebiralni in transportni trakovi naj bodo nameščeni tako, da sta transportna valja nameščena vzporedno, saj s tem preprečimo njihovo prezgodnjo obrabo. Trakovi pa naj bodo napeti le toliko, da se začnejo vrteti. Galove verige (verige z valjčki) moramo pogosto mazati, saj se začne v nasprotnem primeru pod valjčki posameznih členov nabirati lupulin in veriga postane zato bolj toga. Prav tako so lahko verige napete le toliko, da ni možno preskakovanje zob verige na pogonskih zobnikih. Pri klinastih jermenih moramo paziti, da ne pridejo v stik z oljem, ker bodo drsili in imeli krajšo življenjsko dobo. Klinaste jermene napenjamo le do točke, ko nehajo drseti.

Po obiranju odstranimo iz stroja vse rastlinske ostanke, skrtamo mrežast trak, očistimo zračnike ventilatorja, ventilatorske lopatice in vse polžaste transporterje. Prah posesamo in obrišemo tudi iz elektromotorjev. Pregledamo in očistimo obiralne bobne, iz konic obiralnih prstov pa odstranimo zamaške nastale iz lupulina in vlaken

polipropilenske vrvice. Poškodovane obiralne prste zamenjamo z novimi. Z viskoznim oljem očistimo verige, odstranimo iz njih lupulin in jih očiščene ponovno dobro premažemo. Variatorske jermenice med obratovanjem nekajkrat zavrtimo do njenih skrajnih mej in jih nato namažemo. Vse klinaste jermene sprostimo ali pa snamemo. Vsa mazalna mesta je potrebno namažati s kakovostno mastjo. Transportne trake pustimo in jih čistimo šele nekaj tednov po obiranju. To opravimo tako, da jih poženemo in med obratovanjem posušen lupulin samodejno odstopi od trakov. Očistimo tudi valje trakov, vsa gibljiva mesta pa premažemo z lahkim oljem. Iz stroja vzamemo le poškodovane trakove, ostale pa le sprostimo in jih pustimo v stroju. Nabrusiti in pravilno nastaviti in zaščititi je potrebno tudi trtoreznico. Očistiti in na gibljivih delih je potrebno namažati tudi valjčke na prebiralnih mizah.

Posamezna dela je potrebno opravljati pazljivo in po načelih varnega dela s kmetijsko in gozdarsko mehanizacijo, prav tako je nujno upoštevanje ukrepov za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu, pri vključevanju v promet pa cestno prometne predpise.

15.3 PROBLEMATIKA OSTANKOV PO OBIRANJU

Ob obiranju hmelja odstranimo večino zelene mase, ki je preko poletja zrasla v hmeljišču. Obrani pridelek hmelja predstavlja le manjši del zelene mase - nekoliko manj kot tretjino vse zelene mase pridelane v hmeljišču. Celotna zelena masa na hektar hmeljišča znaša 20-30 t in je seveda odvisna od rastnih razmer in splošne oskrbe nasada v posameznem letu ter kultivarja. Do tega 'neželenega pridelka' se hmeljarji praviloma obnašamo zelo neodgovorno. Velik delež hmeljevine se ne vrača nazaj na njivske površine, saj se kopiči na deponijah ob obiralnih strojih ali na povsem neprimernih mestih kot so divja odlagališča odpadkov, brežine vodotokov in gozdovi. Tudi v javnosti je ukoreninjeno prepričanje, da je hmeljevina moteč odpadek. Marsikdo celo misli, da je potrebno reševati problem hmeljevine hkrati s komunalnimi odpadki. Ta način razmišljanja in odnos do hmeljevine moramo nujno spremeniti. Razlogi, ki govorijo temu v prid, so tako ekonomski kot tudi ekološki. Tona hmeljevine vsebuje približno 6 kg dušika, 1 kg fosforja, 4 kg kalija ter seveda še ostala hranila. S skrbnejšim odnosom do hmeljevine bi lahko nadomestili tudi del potreb po organski snovi oziroma humusu v tleh.

Osnovni razlog, zakaj prihaja do takšnega ravnanja s hmeljevino, so ostanki polipropilenske vrvice. Ti zmanjšujejo uporabnost hmeljevine na ostalih njivskih površinah, saj so zelo moteč dejavnik pri obdelavi tal, še posebno pri vseh vrtiljivih agregatih kot so freze, gredičarji, izkopalniki za krompir itd..

Problemov z ravnanjem rastlinskih ostankov hmelja po obiranju je seveda več in jih lahko strnemo v naslednjih točkah:

- nekontrolirana razgradnja večjih deponij ostankov hmelja ob obiralnih strojih in drugih mestih povzroča obremenitev okolja z *odcednimi vodami*, saj se na relativno majhni površini izpirajo iz kupa lahko topne organske snovi in hranila, ki se sproščajo ob razgradnji rastlinskih ostankov.

- nekontrolirana razgradnja rastlinskih ostankov v deponijah hmeljevine ob pomanjkanju kisika povzroča *smrad*, saj se kot končni produkt razgradnje pojavljajo tudi organske kisline kot npr. maslena, ki se pojavi tudi v pokvarjeni silaži, kadar ne uspemo zagotoviti popolnoma anaerobnih pogojev.

- odvažanje nerazgrajene oziroma sveže hmeljevine v hmeljišča ni priporočljivo zaradi zdravstvenega varstva hmelja, od leta 2001 pa je z odredbo tudi prepovedano, zaradi *preprečevanja širjenja glive hmeljeve uvelosti* (*Verticillium* spp.). Ta način sicer prepreči nastajanje smrada v deponacijskih kupih ob obiralnih strojih, ker pa ni bilo

termične obdelave hmeljevine, je to neprimeren način tudi za brezvirusne nasade, saj lahko v večji meri pospešujemo okužbo z virusi. Ista odredba prepoveduje tudi vračanje termično razgrajene hmeljevine iz deponacijskih kupov na območjih, kjer je bila ugotovljena okužba z *Verticillium* spp.. Ko odvažamo nerazgrajeno hmeljevino nazaj v hmeljišča, ostane poleg vseh naštetih problemov, problem ostankov polipropilenske vrvice v tleh.

- **odlaganje** oziroma odstranjevanje hmeljevine ali le trt s polipropilensko vrstico iz deponij ob obiralnih strojih na površine, ki niso namenjene za odlaganje odpadkov. Velikokrat je namreč možno opaziti, kako se odlaga hmeljevina ali same trte na obrežje vodotokov, v opuščene gramoznice, v gozd ipd. Takšno odlaganje ni dovoljeno in je seveda tudi nezakonito. Ko hmeljevino izločimo iz zaključenega krogotoka, se pravi, ko je ne vračamo na kmetijske površine, postane odpadke, ki sodi le na urejene komunalne deponije.

- v praksi se velikokrat **zažiga** ostanke trt. Zažiganje trt ni dovoljeno in je tudi v nasprotju z okoljevarstveno zakonodajo ter občinskimi odloki.

15.3.1 Možne rešitve v ravnanju s hmeljevino

Osnovni problem, ki zmanjšuje uporabnost hmeljevine, je ostanek polipropilenske vrvice. Torej bi z zamenjavo vodila lahko močno izboljšali uporabnost hmeljevine in s tem tudi lažje uveljavili gospodarnije ravnanje s tem stranskim pridelkom. Žal ta rešitev ni enostavna, saj ima zamenjava z ostalimi vodili kot je žica, kokosova vrstica in podobnimi, druge omejitve kot je npr. manjša okoljevarstvena sprejemljivost v slučaju zamenjave z žico, pri nekaterih ostalih vodilih pa predstavlja problem bodisi cena ali pa tehnološki parametri. Dokler ne bomo našli ustrezne zamenjave vodil, bo potrebno reševati problem ostankov polipropilenske vrvice z ostalimi pristopi. Nedvomno je najprimernejši pristop k celovitem reševanju ravnanja s hmeljevino kompostiranje. Vse ostale rešitve (neintenzivno kompostiranje, sežig, termična razgradnja v deponijah), so parcialne in rešujejo samo določen problem ali pa ga samo omilijo in so lahko le začasne.

Kompostiranje hmeljevine

S kompostiranjem zmanjšamo izpiranje, izločimo smrad, s siti izločimo polipropilensko vrstico iz komposta, preprečimo možnost širjenja glive hmeljeve uvelosti ter hkrati zagotovimo gospodarno ravnanje s hranili in organsko snovjo. Tehnologije kompostiranja so sicer znane in so si različne z ozirom na delovno intenzivnost ter tehnološko rešitev (velikosti vloženih denarnih sredstev v opremo). Tehnologije, ki zahtevajo velika denarna vlaganja, so primerna za celovite rešitve z biološkimi odpadki v regiji in za hmeljarstvo kot samo niso primerne. Smiselno pa je razmišljati v smeri, da se oblikuje kompostiranje hmeljevine pri vsakem večjem hmeljarju oziroma delovni organizaciji. Na ta način bi lahko zagotovili, da se v zaključen krogotok hranil vključijo tudi ostali stranski produkti kmetijstva. Za pravilno in strokovno kompostiranje bi bilo potrebno razširiti C/N razmerje, ki je v sami hmeljevini preozko za uspešno kompostiranje. Kot vir dodanega ogljika za povečanje C/N razmerja so za dodatek primerni slama, koruznica, lesni odpadki ipd. Pri uvajanju kompostiranja bi bilo potrebno najti takšne tehnološke rešitve, ki bi omogočale skupno rabo specializiranih strojev za mešanje in sejanje kompostne mešanice. V kolikor bi s specializiranimi siti uspeli izločiti polipropilensko vrstico, bi končni produkt imel tudi komercialno vrednost.

Neintenzivno kompostiranje

oziroma razgradnja hmeljevine v manjših nasipnih kupih prepreči smrad in zmanjša obremenitev okolja zaradi izpiranja, ne reši pa ostankov vrvice. Zaradi nepopolnega kompostiranja (neustrezno C/N razmerje) se izgubi tudi velik del dušika. V tem

primeru se ob robu hmeljišč s prikolico za trošenje gnoja izoblikujejo do 2 m visoki kupi poljubne dolžine. Mešanica seseklanih stebel in listja v tako visokem kupu še omogoča pasivno zračenje kupa do te mere, da se prepreči nastanek smradu. Zaradi sorazmerno visoke temperature v kompostnem kupu in relativne stabilnosti organske mase po koncu razgradnje, zadostimo pogojem za preprečevanje reinfekcije z virusi v brezvirusnih matičnih nasadih. V celoti pa ne zadostimo fitosanitarnemu pogoju za preprečevanje širjenja glive hmeljeve uvelosti, čeprav je tudi v takšnem kupu v notranjosti temperatura vsaj tri dni večja od 50 °C. Te temperature pa ne moremo popolnoma zagotoviti na površini kupa do globine 10-ih cm.

Takšno ravnanje s hmeljevino je priporočljivo v tistih primerih, ko je obiralni stroj v neposredni bližini naselja in na ta način zmanjšamo problem smradu. Kljub vsemu pa naj bi ta ukrep bil le vmesna faza do popolnega kompostiranja.

Pod terminom *termična obdelava* se smatra razgradnja hmeljevine v visoko temperaturnih pogojih - nad 50 °C, kar zagotavlja, da se med ostalimi uniči tudi patogenost glive hmeljeve uvelosti. Razgradnja v takšnih pogojih praktično poteka v vsakem deponacijskem kupu, saj temperatura v središču takšnega kupa praviloma preseže 65 °C, na površini pa je seveda manjša. Ko govorimo o termični obdelavi hmeljevine iz okuženega nasada z *Verticillium* spp., pa moramo te temperaturne pogoje zagotoviti tudi na površini takšnega kupa. Zaradi tega dejstva ter zaradi preprečevanja odnašanja hmeljevine iz kupa je potrebno 'okuženo' hmeljevino prekriti s prozorno folijo, ki omogoča tudi intenzivnejše segrevanje hmeljevine na površini zaradi sonca ter manjše ohlajanje pokrite hmeljevine.

Problem polipropilenske vrvice v hmeljevini lahko rešimo z ločevanjem ob obiranju tako, da so na koncu obiranja ločeni trta z vodilom ter listi hmelja. V tem primeru zmanjšamo problem za polovico, saj so listi primerni za rabo na ostalih njivskih površinah. To rešitev bi lahko uveljavili na večini obiralnih strojev z relativno malimi stroški. Trto z vrvico lahko v tem primeru odložimo na komunalno deponijo, možna pa je tudi ureditev centralnega sežiga z izjemnim dovoljenjem za sežig takšnega odpadka, ki pa bi moral zadostiti pogoju, da je posušen do te mere, da se prepreči intenzivnejše nastajanje dima.

15.4 LITERATURA

Četina, L. Strojno obiranje hmelja s strojem tipa Bruff v letih 1962-1964. Hmeljar, 1964, 3-4 s. 105-112.

Hmezd kmetijstvo d. d. Žalec, Služba za varstvo pri delu, 1988. Navodila za varno delo in požarno varnost pri delu z obiralnimi stroji, s. 9.

Hmezd kmetijstvo d. d. Žalec, Služba za varstvo pri delu, 1988. Navodilo za varno delo pri trganju, nakladanju in prevozu hmeljskih trt, s. 9.

Hmezd kmetijstvo d. d. Žalec, Tehnološka služba, Navodila za organizacijo dela pri strojnem obiranju hmelja.

Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec, Poročila o delu za obdobje od 1969 do 1992.

Kainz, P. Strojno obiranje hmelja. Hmeljar, Priloga za hmeljarstvo - posebna izdaja avgust 1983, s. 1-2.

Knapič, M. Problem ostankov hmeljevine, III. Poljedelstvo, okolje. Kmetovalec, 65, 1997, 5, s. 8-9.

Knapič, M. Je jesenski smrad v Savinjski dolini neizogiben?: Hmeljar, 65, 1996, 10, s. 171-173.

Knapič, M., Kadunc, V. Uporabnost gošče čistilne naprave Kasaze v kmetijstvu ter izdelava projektne naloge kompostiranja gošče in njeno vključevanje v reševanje širše problematike komunalnih odpadkov. Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec. 1996, 44 f. ; 30 cm : tabele.

Kohlmann, H., Kastner, A., Kamm, L. Der Hopfen, Bedeutung, Anbau und Betriebswirtschaft.-Hopfen Verlage, Wolnzach, 1969, s. 127-136.

Majer, D., Prognoza pridelka in pričetka obiranja. Hmeljarske informacije, 18, 2001, 11, s. 35-36.

Majer, D., Dozorevanje hmelja. Hmeljarske informacije, 18, 2001, 12, s. 35.

Majer, D., Dozorevanje hmelja. Hmeljarske informacije, 18, 2001, 13, s. 40.

Majer, D., Dozorevanje hmelja. Hmeljarske informacije, 18, 2001, 14, s. 49.

Majer, D., Dozorevanje hmelja. Hmeljarske informacije, 18, 2001, 15, s. 50.

Majer, D., Dozorevanje hmelja. Hmeljarske informacije, 18, 2001, 16, s. 51.

Mihelič, R. Sodobne tehnologije industrijskega kompostiranja / Rok Mihelič. V : Posvet o kompostiranju, Ptuj '97 / [[organizatorja] Znanstveno raziskovalno središče Bistra Ptuj [in] Ekopol. - Ptuj : Čisto Mesto, 1998, s.16-20.

Mihelič, R. Vpliv mejne temperature na hitrost in kakovost kompostiranja komunalne gošče in lubja / Rok Mihelič, Vinko Kadunc, Franc Lobnik. Summary. - Sa literaturom. V : Zbornik Biotehniške fakultete Univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani. Kmetijstvo. Supplement. Agricultural issue. Supplement, 1998, 14, s 117-126.

Pelikan, Z., Četina, L. Izkušnje pri obiranju hmelja s strojem leta 1959. Hmeljar, I.XIV, 1959, 16, s. 214-217.

Veronek, M. Kako bomo obirali letos? Hmeljar, Priloga za hmeljarstvo, 1986, 8, s. 33-34.

Veronek, M.. Kako smo vrteli obiralnike v letu 1981 in kako naj bi jih letos. Hmeljar. Priloga za hmeljarstvo, 1982, 7, s. 3-4.

Veronek, M. Vpliv reguliranja obiralnika Wolf 280 S na kakovost obranega hmelja.- V. Jugoslovanski simpozij za hmeljarstvo, 1982, s. 231-231.

Veronek, M. Strojno obiranje hmelja. Hmeljar 62, 1992, 3, s. 46.

Veronek, M.. Kakovost obiranja spet v ospredju. Hmeljar 64, 1995, 7-8, s. 82-84.

Veronek, M., Ermenc, E. Obiralna stroja Bruff B 2H25/90 in 2H25/120, Poročilo 1986, Inštitut za hmeljasrtvo in pivovarstvo Žalec, 1986, s. 5.

Veronek, M. Večji obiralni stroji Wolf na pohodu. - Hmeljar., Strokovna priloga, 1985, 2, s. 7.

Wagner, T., Tehnološka zrelost slovenskih hmeljnih kultivarjev. VI. Jugoslovanski simpozij za hmeljarstvo, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec, marec 1989, s. 179-199.

Wagner, T., Proučevanje tehnoloških postopkov pridelovanja hmelja : Parametri tehnološke zrelosti slovenskih hmeljnih kultivarjev. Poročilo o delu za leto 1982, s. 37-53.

Wagner, T., Hmeljarstvo I. del. Skripta za delavce - hmeljarje. Kmetijski kombinat Žalec, 1968, s. 102-107.

Wagner, T. Kompostiranje odpadnega papirja v kmetijstvu. Kmetovalec, 65, 1997, 4, s. 12-16.

Hmelj spada med tiste kmetijske pridelke, ki jih je po pravilu potrebno sušiti. Tehnološko dozorel hmelj vsebuje od 77 do 83 % vlage in je kot tak biološko in kemično nestabilen. Za doseg optimalne skladiščne obstojnosti moramo hmelj posušiti na vsebnost vlage med 10 in 12 %. Hmelj z vlago nad 15 % je biološko nestabilen, pri vlagi pod 9 % pa postane drobljiv in tako pri manipulaciji izgublja lupulinska zrna. Po pravilniku mora imeti hmelj v storžkih v prvi predelovalni stopnji 11 % vlage s toleranco 0,5 %.

Sušenje in navlaževanje hmelja sta zadnji tehnološki fazi pri pridelavi hmelja. Ker pravilnost sušenja in navlaževanja močno vpliva na kakovost pridelka in ker postopka potekata v času obiranja, kar vsiljuje naglico, jima je potrebno posvetiti veliko pozornost. Z nepravilnim oziroma nenatančnim sušenjem in navlaževanjem, lahko v pol ure pokvarimo hmelj. S tem izničimo celoletni trud in vložena sredstva v pridelavo. Nekatero napake pri sušenju (povečano zdrobljenost in spremembo barve) lahko prikritimo s predelavo hmelja v hmeljske proizvode (brikete in ekstrakt), vendar se v zadnjem času kakovost hmelja vedno bolj določa z analizo vsebnosti za pivovarstvo pomembnih sestavin v hmelju. Izgube le-teh pa s predelavo ne moremo povrniti oziroma prikriti. S poskusi v praksi je bilo ugotovljeno, da se povprečno med postopkom spravila pridelka (obiranje, sušenje in navlaževanje hmelja) izgubi približno 8 rel. % alfa kislin.

Problem pri sušenju in navlaževanju hmelja je tudi kratek čas uporabe naprav, kar zaradi težnje po pocenitvi hmelja oziroma rentabilnosti pridelave, narekuje nizko stopnjo avtomatizacije procesa. Z nizko stopnjo avtomatizacije pa se poveča vpliv delavca na vodenje celotnega procesa, kar lahko negativno vpliva na kakovost pridelka.

Na kakovost pridelka lahko negativno vplivajo tudi nepravilnosti pri 'basanju' ali pakiranju in skladiščenju hmelja. Pri obravnavi procesov sušenja, navlaževanja, basanja in skladiščenja hmelja moramo vzeti prvenstveno v obzir ohranitev kakovosti hmelja, pri čemer pa ne smemo pozabiti na porabo energije, velikost vloženi sredstev v naprave in objekte, kratkotrajnost uporabe sredstev ter specifično predelavo hmelja v prvi predelovalni stopnji.

16.1 SUŠENJE HMELJA

16.1.1 Osnovne lastnosti hmeljnega storžka

Hmeljni kultivarji se med seboj razlikujejo po fizikalnih, kemijskih in morfoloških lastnostih storžkov. Za razumevanje procesa sušenja so pomembne predvsem fizikalne lastnosti hmeljnega storžka. Zaradi različnih fizikalnih lastnosti storžkov se kultivarji različno hitro sušijo. Fizikalne lastnosti so določene z obliko in velikostjo storžka, debelino lističev in vretenca, dolžino vretenca ter številom lističev na dolžino vretenca. Najpomembnejše fizikalne lastnosti so: nasipna gostota hmelja, poroznost sloja, specifična površina storžka in sorpcijske izoterme.

16.1.1.1 Nasipna gostota hmelja

Nasipna gostota je teža hmelja na volumno enoto. Višja je nasipna gostota hmelja, večja je izmenjava toplote in vlage med sušilnim zrakom ter hmeljem. Nasipne gostote

najbolj razširjenih kultivarjev hmelja v Sloveniji so podane v tabeli 36. Najnižjo nasipno gostoto ima Savinjski golding, najvišjo pa Celeia. V tabeli so podane nasipne gostote za sveže obran hmelj z vsebnostjo vlage 80 % in za hmelj s 6 % vlage po zaključenem sušenju. Za prakso so podatki o nasipni gostoti hmelja zelo pomembni, saj s pomočjo le-teh izračunamo potrebno površino sušilnice in volumen navlaževalne naprave.

Tabela 36: Nasipne gostote slovenskih kultivarjev hmelja pri vsebnosti vlage 6 % (A) in 80 % (B)

Kultivar	Nasipna gostota - A (kg/m ³)	Nasipna gostota - B (kg/m ³)
Savinjski golding	18	77
Aurora	21	91
Bobek	29	101
Celeia	20	103

16.1.1.2 Poroznost sloja

Poroznost sloja nam pove, kolikšen je volumen praznega prostora v nasutem sloju hmelja. Poroznost sloja zelo vpliva na hitrost sušenja (tabela 37). Pri večji poroznosti sloja in enakem pretoku zraka je hitrost zraka skozi sloj nižja. S tem pa se zniža tudi hitrost sušenja. Se pa s povečanjem zadrževalnega časa sušilnega zraka v sloju hmelja (manjša hitrost $\longleftrightarrow$ večji zadrževalni čas) zviša izkoristek sušenja. Poroznost sloja tudi vpliva na upor zraka pri prehodu skozi sloj. Manjša je poroznost, večja sta upor in padec tlaka, kar povzroči zmanjšanje kapacitete ventilatorja.

Med procesom sušenja se poroznost sloja spreminja. Po pričetku sušenja, ko začne hmelj veneti, se plast hmelja seseda, poroznost se zmanjša, upor pri prehodu sušilnega zraka pa se poveča, zato pride pri enakemu številu vrtljajev na ventilatorju do zmanjšanja pretoka sušilnega zraka. Ko hmelj vsebuje pod 35 % vlage, se začnejo storžki razpirati, poroznost sloja prične naraščati. Upor proti pretoku sušilnega zraka se zmanjša in poveča se pretok. Slednje še posebej velja v primeru presušenega hmelja. Povečan pretok sušilnega zraka vpliva na zvišanje hitrosti reakcije oksidacije za pivovarstvo pomembnih sestavin hmelja in s tem zmanjšanje kakovosti pridelka.

Tabela 37: Poroznost sloja neposušanih slovenskih kultivarjev hmelja.

Kultivar	Poroznost sloja (ϵ)
Savinjski golding	0.84
Aurora	0.62
Bobek	0.62
Celeia	0.73

16.1.1.3 Specifična površina storžkov

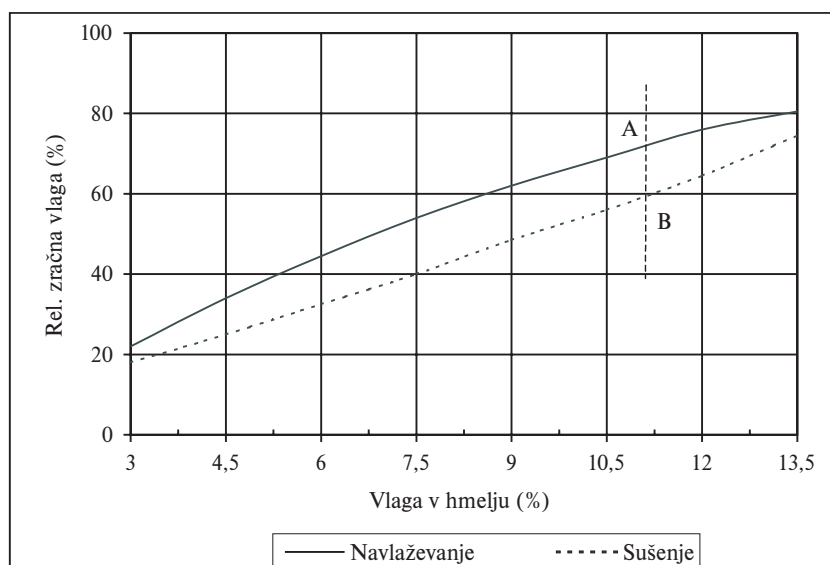
Specifična površina storžkov nam pove površino vseh lističev na obeh straneh in vretenca na enoto mase hmelja. Hitrost sušenja je sorazmerna s površino storžka, s katero pride v stik sušilni zrak. Večja kot je specifična površina storžka, večja je izmenjava toplote in vode med sušilnim zrakom in hmeljem (tabela 38).

Tabela 38: Specifična površina neposušenih slovenskih kultivarjev hmelja

Kultivar	Specifična površina (m ² /kg)
Savinjski golding	8.5
Aurora	7.3
Bobek	7.3
Celeia	5.8

16.1.1.4 Sorpcijske izoterme

Hmelj je higroskopna snov, kar pomeni, da je količina vlage v hmelju odvisna od relativne vlage in temperature okoliškega zraka. Sorpcijske izoterme nam prikazujejo to odvisnost. Poznamo dve vrsti sorpcijskih izoterm in sicer adsorpcijske in desorpcijske izoterme. Adsorpcijska izoterma nam podaja odvisnost vlage v hmelju od relativne vlage in temperature okoliškega zraka pri navlaževanju, desorpcijska pa pri sušenju hmelja. Na sliki 31 lahko vidimo, da v primeru hmelja adsorpcijska in desorpcijska izoterma ne potekata po isti poti, torej tvorita zanko z določeno histerezo. To v praksi pomeni, da pri enaki relativni vlagi in temperaturi okoliškega zraka ne dosežemo enake ravnotežne vlage v hmelju pri procesu sušenja oziroma navlaževanja. Do relativne vlage



Slika 31: Sorpcijski izotermi za kultivar Aurora pri temperaturi okoliškega zraka 40°C (Čakš, 1985)

okoljskega zraka 80 % je ravnotežna vlaga v hmelju pri procesu sušenja vedno višja kot pri procesu navlaževanja.

Za prakso je še posebej pomembna adsorpcijska izoterma, saj lahko na osnovi le-te določimo potrebno relativno vlago navlaževalnega zraka pri procesu navlaževanja hmelja v komori ali v tračnem navlaževalcu ter maksimalno relativno zračno vlago v prostorih za skladiščenje. Iz slike 31 vidimo, da moramo za dosego končne vlage hmelja 11 %, hmelj navlaževati z zrakom relativne vlage minimalno 70 % (točka A), relativna zračna vlaga v skladiščnem prostoru pa naj ne bi presegala 60 % (točka B).

16.1.2 Prenos toplote in snovi pri sušenju

Pri sušenju kateregakoli materiala poteka izmenjava oziroma prehod toplotne energije iz sušilnega zraka na snov, ki jo sušimo, istočasno pa v nasprotni smeri prehod snovi (najpogosteje vode). V primeru sušenja hmelja sušilni zrak oddaja toplotno energijo storžkom, voda iz hmelja pa prehaja v sušilni zrak. Uspešnost oziroma hitrost sušenja je tako odvisna od hitrosti poteka obeh procesov. Hitrost prenosa snovi je odvisna od:

- stopnje nasičenosti sušilnega zraka,
- hitrosti sušilnega zraka in
- temperature hmelja.

Hitrost prenosa toplotne energije pa je odvisna od:

- razlike med temperaturama sušilnega zraka in hmelja ter
- hitrosti izmenjave sušilnega zraka.

Oba procesa sta v tesni povezavi. Na splošno velja, da je hitrost sušenja prvenstveno odvisna od hitrosti in temperature sušilnega zraka - višja sta, hitrejša je sušenje. Toda pri sušenju hmelja nastopajo iz praktičnih razlogov omejitve.

Pretok sušilnega zraka je lahko največ $1300 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$, najprimernejši pretok pa je med 1100 in $1200 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$. Pri višjih pretokih (hitrostih) pride do preboja plasti ali pa do migetanja hmelja na suhi etaži oziroma v predalu sušilnice in s tem do izgube za pivovarstvo pomembnih sestavin hmelja. Z višjim pretokom se zniža tudi izkoristek sušenja, saj sušilni zrak izhaja iz sušilnice premalo nasičen z vlago. Seveda pa je maksimalen pretok (hitrost) sušilnega zraka odvisen tudi od specifične teže in površine storžkov. Novejši visokogrenični kultivarji hmelja imajo bolj grobe storžke, zato jih lahko sušimo pri višjih pretokih. Tako lahko na novejših sušilnicah opazimo, da so pretoki sušilnega zraka tudi do $1450 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$. Po meritvah in opazanjih na sušilnicah, od katerih ima ena pretok $1200 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$, druga pa $1450 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$, v dosedanjih letih ni bilo moč ugotoviti bistvenih razlik v kapaciteti sušilnice z višjim pretokom. Vsled tega lahko zaključimo, da povišanje pretoka do te mere ni upravičeno, še posebej v primeru, če večino časa sušimo slovenske kultivarje hmelja.

Pri prenizkem pretoku (predolg zadrževalni čas sušilnega zraka v hmelju) lahko pride do prenasíčenja sušilnega zraka in s tem do kondenzacije že izparjene vode v hladnejših plasteh hmelja na zeleni etaži. Ta pojav je še posebej opazen med sušenjem v nočnih oziroma jutranjih urah, ko so temperature sveže nasipanega hmelja nizke. Kondenzirana vlaga ('hmelj se poti') negativno vpliva predvsem na barvo hmelja, saj so pri povišani temperaturi in izobilju vlage ustvarjeni idealni pogoji za razpad klorofila. Tako posušen hmelj ima namesto zelenorumene, rumenorjavo barvo. Izguba barve pa ni edini problem. Ko začne kondenzirana vlaga ponovno izhlapevati, vzporedno pospeši izhlapevanje lahkohlapnih snovi iz hmelja, to pa so predvsem sestavine eteričnega olja. Na sušilnici oziroma v okolici zaznamo izrazit vonj po hmelju, kar nakazuje povišano izgubo eteričnega olja.

Za izgubo barve pa ni nevarna samo kondenzirana vlaga oziroma 'potenje hmelja', ampak tudi predolgo zadrževanje z vlago nasičenega zraka na zeleni etaži, kar privede

do tako imenovanega 'kuhanja hmelja' v vodni pari. S tem izgubi storžek svojo živo zeleno barvo in lesk.

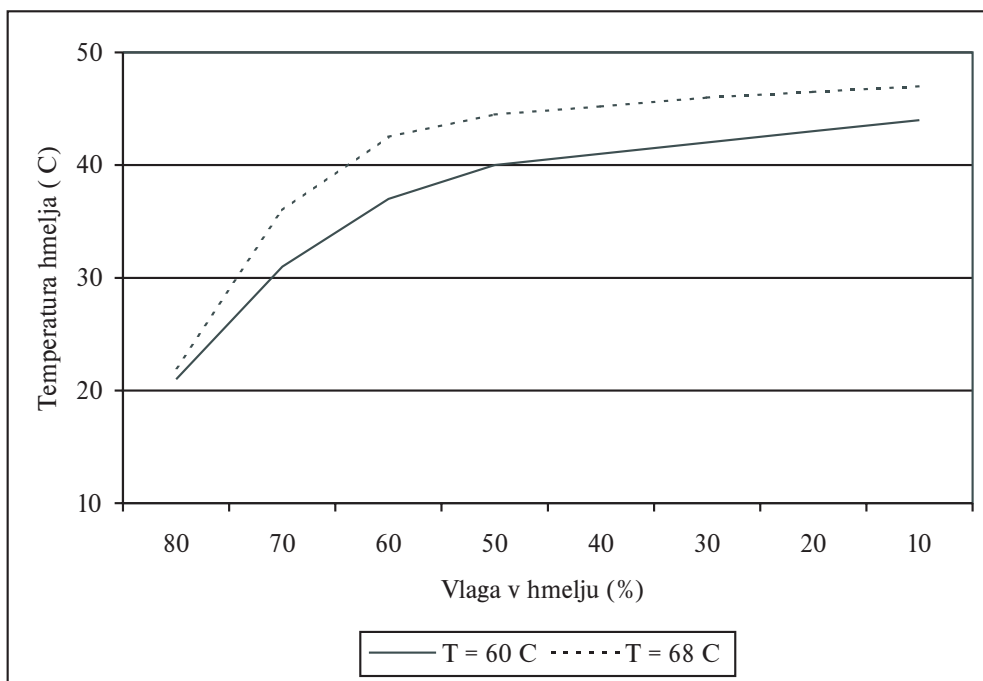
Pretok sušilnega zraka bi lahko teoretično uravnavali z debelino nasutja hmelja. Pri prevelikem pretoku bi povečali debelino nasutja, s tem povečali upor proti prehodu sušilnega zraka in tako zmanjšali pretok, istočasno pa povečali kapaciteto sušilnice. Toda tudi pri debelini nasutja obstajajo omejitve. Previsok nasip pomeni predolg zadrževalni čas zraka v plasti hmelja in tako lahko pride do enakega pojava kot pri prenizkem pretoku, to je do kondenzacije že izparjene vode v hladnejših plasteh hmelja. Praksa je pokazala, da je lahko maksimalna debelina nasutja na sušilnici z ventilatorjem, ki daje pretok sušilnega zraka $1200 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$, do 40 cm.

Pri vsakem procesu sušenja se dovedena temperatura ne porablja samo za izparevanje vode ampak tudi za segrevanje snovi, ki jo sušimo. Za hmelj velja, da ga v procesu sušenja ne smemo segreti na več kot 50°C . Pri višji temperaturi pride do pospešenega izhlapevanja lahko hlapnih komponent eteričnega olja hmelja, pospešene oksidacije oziroma razpada grenčičnih sestavin, v skrajnem primeru pa tudi do spremembe barve lupulina. Med procesom sušenja se hmelj ohlaja z oddajanjem vlage. Pri visokem pretoku sušilnega zraka lahko hmelj hitro oddaja vlago in se s tem hladi. Eksperimenti so pokazali, da se pri nizkem pretoku sušilnega zraka hitrost razpada alfa kislin z dvigom temperature sušenja zelo poveča. Če pri enakih pogojih sušenja povečamo hitrost sušilnega zraka, se hitrost razpada alfa kislin z dvigom temperature ne povečuje tako hitro kot pri nižjem pretoku. Vsled tega so temperature sušenja hmelja na novejših sušilnicah, ki zagotavljajo višje pretoke, lahko višje. Toda kljub temu obstajajo omejitve, ki jih za ohranitev kakovosti pridelka moramo upoštevati. Iz slike 32 je razvidno, da se pri temperaturi sušilnega zraka 60°C hmelj segreje na največ 44°C , pri 68°C pa že na nevarnih 47°C . Torej pri procesu sušenja temperatura sušilnega zraka nikoli ne sme preseči 65°C . Meritve in praksa sta pokazala, da je optimalna temperatura sušilnega zraka tik pod suho etažo pri sušenju Savinjskega goldinga $55 - 60^\circ\text{C}$, pri ostalih kultivarjih pa $60 - 65^\circ\text{C}$.

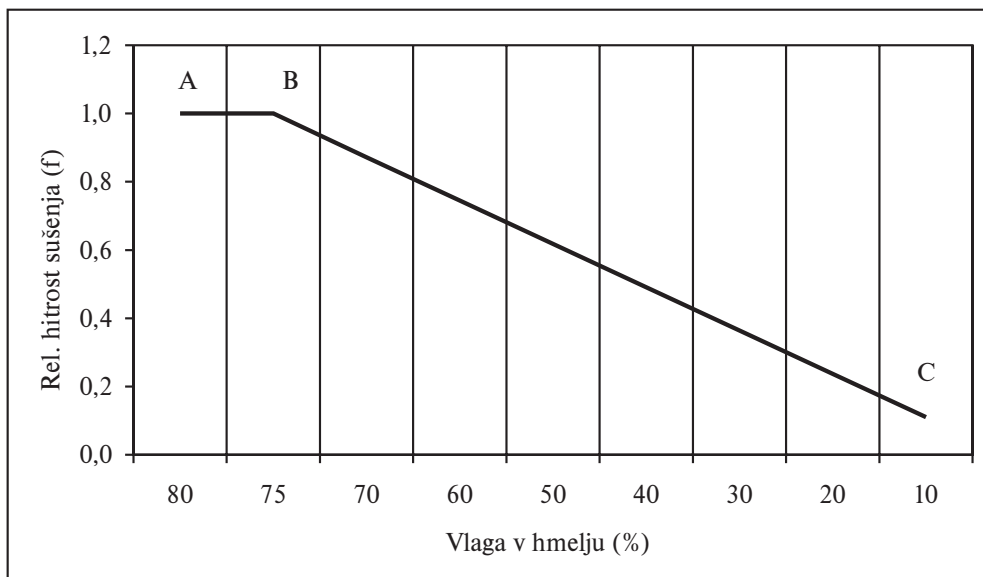
16.1.3 Hitrost sušenja hmelja

Svež hmelj vsebuje okoli 80 % vlage. Približno 2/3 vlage je v lističih ostala pa je v vretencu. Med procesom sušenja je prenos vlage iz lističev v sušilni zrak sorazmerno hiter. V primeru vretenca pa je zaradi čvrstosti in pokritosti vretenca z lističi ta proces precej otežen. S poskusi je bilo dokazano, da pri višini nasutja hmelja 30 cm in temperaturi sušilnega zraka 60°C , lahko z zviševanjem pretoka zraka čas sušenja skrajšamo samo za 20 %. Ko vlaga v hmelju pade pod 45 %, pa hitrost sušilnega zraka praktično ne vpliva več na hitrost sušenja.

Kinetiko (hitrost) sušenja hmelja nam podaja diagram odvisnosti sušilne hitrosti (f) od vlažnosti hmelja (slika 33). Faktor f ima vrednost 1 za eksperimentalno določeno največjo spremembo vlage po času. Na sliki 33 vidimo, da lahko celoten proces sušenja hmelja razdelimo na dva dela. V območju od A do B je sušilna hitrost konstantna. Prenos vlage v sušilni zrak poteka le s površine hmelja. V tem območju predstavlja celoten upor proti snovnemu toku (prehodu vlage) le konvektivni upor proti prenosu snovi. V območju od B do C se prične proces sušenja tudi znotraj storžka. Poleg konvektivnega upora se pojavi še upor proti prodoru vlage iz notranjosti proti zunanosti storžka, tako imenovani difuzijski upor. Tako je v tem območju upor proti snovnemu toku vsota konvektivnega in difuzijskega upora. Difuzijski upor se z zmanjšanjem vlage v hmelju povečuje, tako da proti koncu sušenja difuzijski upor predstavlja glavno oviro za prenos snovi. S tem se hitrost sušenja bistveno zmanjša. Tudi s spreminjanjem debeline nasutja hmelja pri enakem pretoku sušilnega zraka, temperaturi in relativni vlažnosti ni moč skrajšati časa sušenja pod določen minimum.



Slika 32: Temperatura hmelja med procesom sušenja v odvisnosti od vsebnosti vlage v hmelju in temperature sušilnega zraka (Zupanec, 1987)



Slika 33: Odvisnost sušilne hitrosti (f) od vlažnosti hmelja. Pri največji eksperimentalno določeni spremembi vlage v hmelju na časovno enoto, je sušilna hitrost (f) enaka 1 (Zupanec, 1987)

Po približno šestih urah, ko naj bi bil hmelj tehnično suh, vsebujejo lističi približno 5 % vlage, vretenca pa približno 14 %. Skupaj to pomeni hmelj z vsebnostjo vlage med 8 in 9 %.

Velja si zapomniti, da hitrosti sušenja hmelja oziroma časa sušenja pri normalni temperaturi sušilnega zraka ni moč skrajšati pod določen minimum, to je šest ur, pa naj dovedemo še tako veliko količino svežega zraka. Čas sušenja je v bistvu določen s hitrostjo difuzije vlage iz vretenca na površino storžka. Kinetika sušenja nam tudi nakazuje, da proces sušenja najbolj intenzivno poteka na zeleni etaži, zato velja poudariti, da je kakovost sušenja v veliki meri odvisna od pravilnega dela na zeleni etaži.

16.1.4 Poraba energije pri sušenju

Toplotna energija se pri sušenju hmelja koristno porablja za izhlapevanje vode in segrevanje hmelja, ostalo pa predstavlja izgubo energije.

Teoretična poraba toplotne energije pri sušenju hmelja je vsota toplotne energije, ki jo rabimo za izparevanje vlage in segrevanje hmelja. Da iz hmelja odstranimo 1 kg vode pri 60 °C, rabimo 2,4 MJ toplotne energije. Za 1 kg suhega hmelja z 10 % vlage moramo odstraniti 3,5 kg vode oziroma dovesti 8,4 MJ toplotne energije. K tej vrednosti moramo prišteti še približno 5 % energije za segrevanje hmelja, torej je skupna teoretična poraba 8,8 MJ na kg suhega hmelja. Preračunano v kurilno olje s kurilnostjo 41,2 MJ/kg je teoretična poraba kurilnega olja 0,22 kg oziroma 0,28 l na kilogram suhega hmelja. Pri meritvah porabe kurilnega olja na zgledno urejeni etažni sušilnici je bila poraba kurilnega olja pri sušenju Savinjskega goldinga 0,53 l/kg suhega hmelja, pri Aurori pa 0,47 l/kg suhega hmelja, kar pomeni izkoristek toplotne energije okoli 50 %.

Glavne izgube toplotne energije na sušilnici so:

- zračni ogrevalac (pri uporabi tekočih in plinastih goriv je izkoristek največ 90 %),
- neizkoriščen sušilni zrak (sušilni zrak, ki zapušča zeleno etažo, bi moral biti blizu nasičenja z vlago - to je v praksi težko doseči),
- napačno dimenzioniranje kapacitete sušilnice in zračnega ogrevalca,
- slabo tesnenje izmetalnih vrat, mehanizma za presipavanje, itd.,
- toplotne izgube skozi stene sušilnice,
- neizkoriščena sušilnica (vse etaže niso stalno polne, začasne prekinitve sušenja),
- slabo vzdrževan in neočiščen zračni ogrevalac.

Povečanje izkoristka sušilnice z odpravo napak oziroma pomanjkljivosti iz posameznih točk je delovno in finančno različno zahtevno. Napake pri dimenzioniranju sušilnice je skoraj nemogoče odpraviti, saj je za to potrebno sušilnico popolnoma preurediti. Tovrstni poseg je finančno neupravičljiv in ga izvedemo le, če smo v to primorani zaradi premale kapacitete sušilnice oziroma negativnega vpliva sušenja na kakovost hmelja. Toplotne izgube skozi stene sušilnice (sušilnica zgrajena iz 30 cm debele modularne opeka in obojestransko ometana) predstavljajo približno 2 % celotne dovedene toplotne energije, zato je smiselno dodatno toplotno izolirati samo stene v razdelilni komori. Brez večjih finančnih obremenitev pa lahko odpravimo slabo tesnenje sušilnice, vzdrževanje in čiščenje peči in gorilca ter s pravilno razporeditvijo spravila pridelka vplivamo na enakomerno izkoriščenost sušilnice. Predvsem tesnenje sušilnice in čistoča peči ter pravilna naravnost gorilca lahko znatno pripomorejo k izboljšanju izkoristka.

16.1.5 Optimizacija pretoka sušilnega zraka

Izkoristek sušenja lahko poleg odprave napak omenjenih v prejšnji točki, izboljšamo tudi z optimizacijo pretoka sušilnega zraka. Z optimizacijo pretoka poskrbimo, da

sušilni zrak zapušča sušilnico kolikor je le mogoče vlažen, istočasno pa moramo paziti, da s prenizkim pretokom ne pride do negativnih vplivov sušenja na kakovost hmelja. Najpogostejša napaka, predvsem preurejenih sušilnic, je prevelika hitrost sušilnega zraka oziroma prevelik pretok. Poleg omenjenega pa je zelo neprijetno tudi prebijanje plasti hmelja, kar se rado pojavi predvsem v drugi polovici sušilnega cikla. V primeru prebitja plasti večina sušilnega zraka steče skozi nastalo luknjo. Tako pride do neenakomernega sušenja in raznašanje hmelja po okolici. Seveda se zniža tudi izkoristek sušilnice.

Za lažje razumevanje naredimo izračun porabe toplotne energije oziroma kurilnega olja za primer 16 m² velike sušilnice, ki obratuje namesto s 1100 m³/m²h s 1400 m³/m²h. Potrebno moč zračnega ogrevalca izračunamo po naslednji enačbi:

$$W \text{ (KJ/h)} = (A \cdot Q_v \cdot C_p \cdot \delta \cdot (T_s - T_o)) / \eta$$

A	površina sušilnice (16 m ²)
Q _v	pretok sušilnega zraka (m ³ /m ² h)
C _p	specifična toplota zraka (1,1 KJ/kg K)
δ	gostota zraka (1,1 Kg/m ³)
T _s	temperatura sušilnega zraka (65 C)
T _o	temperatura okoliškega zraka (15 C)
η	izkoristek zračnega ogrevalca, 'peči' (0,9)
	Kurilnost kurilnega olja: 41,2 MJ/kg

Za primer pretoka 1100 m³/m²h je potrebna moč zračnega ogrevalca 1183 MJ/h, kar je pri omenjeni kakovosti peči enako porabi 29 kg olja na uro. Pri pretoku 1400 m³/m²h je potrebna moč ogrevalca 1506 MJ/h oziroma poraba olja 36 kg na uro. Če predpostavimo, da dnevno učinkovito sušimo devet ur in obiramo hmelj petnajst dni, znaša razlika v porabi olja kar 945 kg kurilnega olja oziroma 1005 l.

Problem s prevelikim pretokom je lahko rešljiv, rešitve pa so tudi cenovno sprejemljive. Pretok sušilnega zraka lahko zmanjšamo na dva načina in sicer z zapiranjem lopute na ventilatorju ali pa zmanjšanjem kapacitete ventilatorja.

Prva rešitev je sicer enostavnejša in v odvisnosti od izvedbe morda tudi cenejša, toda tehnološko manj sprejemljiva. Zato je bolj priporočljivo zmanjšanje kapacitete ventilatorja. Kapaciteto ventilatorja zmanjšamo z zmanjšanjem števila vrtljajev rotorja. Na tem mestu velja opozoriti, da moramo pred predelavo natančno posneti prvotno stanje pretokov na sušilnici in se šele na osnovi meritev odločiti za odstotek zmanjšanja pretoka.

Pretok sušilnega zraka pa je možno spreminjati tudi med samim procesom sušenja, ne da bi s tem zmanjšali kapaciteto sušilnice. Po nasutju zelene etaže in pričetku sušenja vlaga odhlapeva s površine hmeljnega storžka, zato je proces prehoda vlage hiter in izkoristek sušilnega zraka večji. Po približno 30 minutah hmelj odda večino površinske vlage, zato storžki zavenejo, s tem pa je tudi otežkočen prehod vlage. Izkoristek sušenja se zmanjša, saj imamo na razpolago preveč svežega sušilnega zraka. Da povečamo izkoristek sušenja, pripravimo loputo na izstopu ventilatorja in s tem zmanjšamo pretok ter povečamo zadrževalni čas sušilnega zraka v plasti hmelja. Z vidika zvišanja izkoristka sušenja in s tem povezanimi stroški sušenja je smiselno po 30 minutah zmanjšati pretok sušilnega zraka. Tehnološke zahteve in meritve med procesom sušenja pa so pokazale, da lahko pretok zraka zmanjšamo maksimalno za 20 %.

16.1.6 Kontrola procesa sušenja

Temperatura sušilnega zraka:

je parameter, ki najbolj vpliva na kakovost sušenja. Zaradi tega je nujno, da je vsaka sušilnica opremljena s termometrom. Temperaturo merimo tik pod suho etažo, najbolje na sredini sušilnice. Redno je potrebno kontrolirati pravilnost termometra.

Pretok sušilnega zraka:

izmerimo s pomočjo propelerskega anemometra. Najbolje je pretok zraka izmeriti takoj po nasutju svežega hmelja na zeleno etažo in po približno 30 minutah sušenja, ko se hmelj zaradi sušenja sesede. Z merjenjem pretoka zraka kontroliramo predvsem enakomernost nasutja na zeleni etaži. Prav tako pa lahko ugotovimo za koliko je potrebno pripreiti loputo na ventilatorju, da po 30 minutah zmanjšamo pretok zraka za željenih 20 %.

Relativna vlaga na zeleni etaži:

Ko na sušilnici pravilno naravnamo temperaturo in pretok sušilnega zraka, je priporočljivo izmeriti relativno vlago na zeleni etaži. Vlago izmerimo na višini približno 0,5 m nad hmeljem. Visoka relativna vlaga je znak, da ni zadostnega odvetravanja že izkoriščenega sušilnega zraka, kar lahko negativno vpliva na kakovost sušenja (rosenje hmelja) predvsem v začetni fazi sušenja, ko je hmelj še hladen.

16.1.7 Tipi sušilnic za hmelj

16.1.7.1 Etažna sušilnica

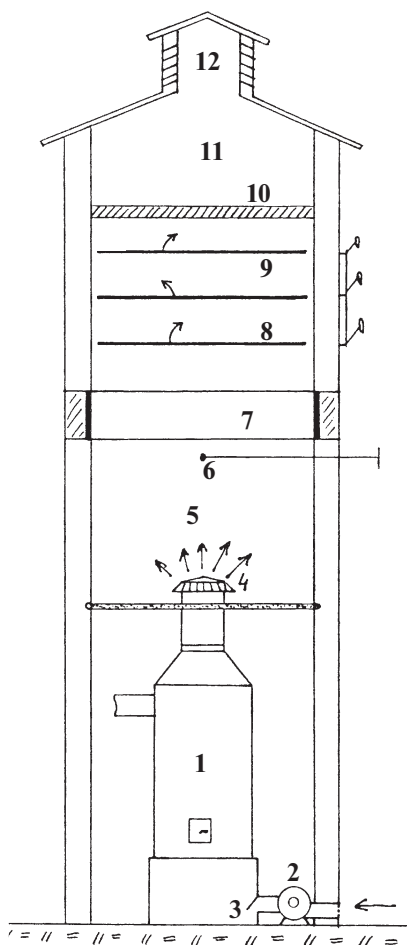
Etažne sušilnice so v svetu in tudi pri nas najbolj razširjene. Poznamo eno in večetažne sušilnice. Enoetažne so najbolj razširjene v ZDA, večetažne pa v osrednjem delu Evrope. V Sloveniji so najpogostejše večetažne sušilnice.

Enoetažne sušilnice

Prednost enoetažnih sušilnic je enostavnost izvedbe in nizki stroški izgradnje. Pri enoetažni sušilnici je površina etaže do 60 m², višina nasutja hmelja do 80 cm. Ker se hmelj med sušenjem ne presipava iz etaže na etažo, je potrebno posvetiti kakovostnemu delu pri nasutju hmelja na sušilnico veliko pozornosti. Če je hmelj neenakomerno nasut po debelini in neenakomerno stisnjen, ni moč doseči enakomernega pretoka sušilnega zraka in enakomernosti sušenja hmelja po celotni površini sušilnice. Optimalen pretok sušilnega zraka je med 800 in 900 m³/m²h, temperatura sušilnega zraka pa do 65 °C. Pri opisanih pogojih sušenja se hmelj suši med osem in deset ur. V odvisnosti od kultivarja in njegove nasipne gostote je kapaciteta enoetažne sušilnice med 1,5 do 3 kg suhega hmelja na m² sušilnice na uro.

Večetažne sušilnice

Na večetažnih sušilnicah dosežemo boljši izkoristek toplotne energije in večjo kapaciteto sušenja na površinsko enoto sušilnice kot pri enoetažnih. Površina etaže se giblje pri večetažnih sušilnicah od 16 do 25 m², v zadnjem času pa tudi preko 50 m². Hmelj se na večetažni sušilnici v odvisnosti od procesnih pogojev suši približno 6 ur. Pri 40 cm nasipu in dvournem ciklu menjave hmelja, je kapaciteta večetažne sušilnice v odvisnosti od kultivarja in njegove nasipne gostote med 4,5 do 5 kg suhega hmelja na m² sušilnice na uro (slika 34).



Slika 34: Shematski prikaz večetažne sušilnice za hmelj

Razlaga oznak na sliki:

1. Zračni ogrevalac: kapaciteta ogrevalca mora biti takšna, da pri zahtevanem pretoku lahko segrejemo sušilni zrak od 5 °C na temperaturo 65 °C. Kapaciteto zračnega ogrevalca izračunamo po enačbi opisani v poglavju 16.1.5. V zadnjem času se kot gorivo za segrevanje sušilnega zraka uporablja v večini primerov lahko kurilno olje ali pa plin.
2. Ventilator: kapaciteta ventilatorja mora biti takšna, da pri vseh nasutih etažah dosežemo pretok zraka od 1100 do 1300 m³/m²h, najprimernejši pretok pa je 1200 m³/m²h.
3. Loputa za zapiranje pretoka zraka: služi nam, za zmanjšanje pretoka zraka na minimum, kadar hmelj presipujemo iz etaže na etažo. Z loputo lahko tudi reguliramo pretok sušilnega zraka med procesom sušenja glede na debelino nasutja in hitrostjo oddajanja vlage. Velja si zapomniti, da je primerneje pretok zraka regulirati z zmanjševanjem odprtine na potisni strani ventilatorja kot pa na sesalni strani.
4. Razdelilna kapa: skrbi za enakomerno porazdelitev zraka po celotni površini sušilnice. Trenutno so v Sloveniji najbolj razširjene rotacijske razdelilne kape. Pri tem tipu radelilnih kap dosežemo enakomerni pretok s prisilnim kroženjem zraka v razdelilni komori.
5. Razdelilna komora: praksa je pokazala, da je najprimernejša višina razdelilne komore enaka 2/3 dolžine najdaljše stranice sušilnice.

6. Termometer

7. Suha etaža in vrata na suhi etaži: suha etaža je lahko neskončen trak, povratni trak ali pa predal. Vrata na suhi etaži morajo biti termično izolirana in morajo dobro tesniti. Izguba sušilnega zraka zmanjšuje izkoristek energije pri sušenju ali pa celo negativno vpliva na samo kakovost sušenja. V primeru, da na suhi etaži uporabljamo izmetalno napravo, je na vratih suhe etaže priporočljivo napraviti odprtine za odvzem vzorcev in kontrolo kakovosti sušenja.
8. Presipne mreže: v odvisnosti od izvedbe sušilnice imamo dve oziroma tri presipne mreže. Presipne mreže se morajo obračati v nasprotni smeri, tako zadržimo maksimalno enakomernost nasutja na etažah. Velja pravilo, da se mora na zeleni etaži tisti del segmenta presipne mreže, ki potuje navzgor, obračati proti mehanizmu za presipavanje.
9. Zelena etaža: je najvažnejša etaža pri procesu sušenja. Napake storjene na zeleni etaži je do konca sušenja skoraj nemogoče odpraviti. Izredno pomembna je pravilnost oziroma enakomernost nasutja hmelja na zeleni etaži. V pomoč si na zidu sušilnice narišemo črto. Najvažnejše pravilo pri nasutju je, da mora biti debelina nasutja na mestih kamor stremo hmelj iz vreče ali koša, nekoliko tanjša (do 5 cm), ker

je tu hmelj bolj zbit. Med sušenjem moramo na zeleni etaži stalno nadzorovati enakomenost nasutja in mesta, kjer se hmelj bolj poseda (se hitreje suši), izravnovati.

10. Pod za nasipavanje

11. Prostor nad zeleno etažo: če imamo samo spodnji ventilator, mora biti odzračevalnih površin za približno 60 % površine sušilnice.

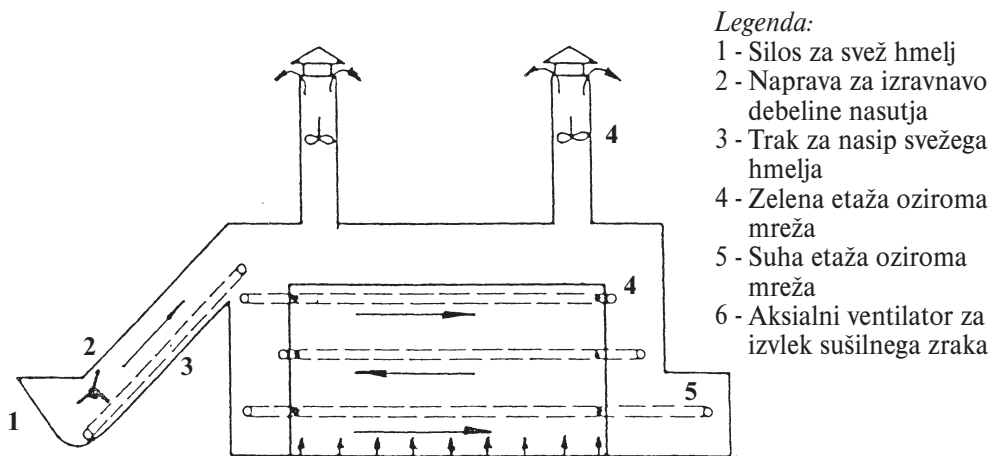
12. Zgornji ventilator: pri slabem vleku sušilnice lahko le-tega izboljšamo z zgornjim ventilatorjem. Tako lahko preprečimo spremembo barve hmelja med sušenjem, zmanjšamo izgubo za pivovarstvo pomembnih sestavin v hmelju, dosežemo enakomernejši pretok po celotni površini sušilnice in zmanjšamo toplotne izgube.

16.1.7.2 Tračne sušilnice

Tračne sušilnice se uporabljajo predvsem na velikih posestvih na Češkem, v Nemčiji in pri nas. Poznamo kontinuirne in diskontinuirne tračne sušilnice.

Kontinuirne tračne sušilnice (slika 35) imajo precej večjo kapaciteto od etažnih sušilnic. Kapaciteta se giblje od 80 do 700 kg suhega hmelja na uro. V Sloveniji je šest kontinuirnih tračnih sušilnic s kapaciteto 120 oziroma 200 kg suhega hmelja na uro. Na tračni sušilnici poteka sušenje popolnoma avtomatizirano. Način sušenja je protitočen in sicer na treh pomikajočih se mrežastih trakovih, ki so razvrščeni drug nad drugim. Svež hmelj prihaja na zgornji trak in se med procesom sušenja presipa s traka na trak. Sušilni zrak se vpihava v stransko komoro, od tod pa skozi lopute pod trakove. Zrak nasičen z vlago izsesavajo aksialni ventilatorji na vrhu sušilnice. Dobra stran teh sušilnic je, da rabijo manj delovne sile. Slaba stran pa, da je na njih težje voditi proces sušenja, s tem pa je tudi povezana višja poraba toplotne energije na enoto suhega hmelja.

Za sušenje na tračnih sušilnicah velja, da je zadrževalni čas hmelja minimalno 5 ur, priporočljiv pa je 6,5 ur. Temperatura sušilnega zraka pod suho etažo mora biti 60 °C, zaradi toplotnih izgub sušilnice pa je priporočljivo, da je pri vходу v sušilnico 65 °C. Temperatura in pretok sušilnega zraka skozi posamezno etažo uravnavamo z odprtostjo stranskih loput. Stranske lopute pripravimo tako, da temperatura sušilnega zraka pod zeleno etažo ne preseže 40 °C. Pri polnjenju prazne sušilnice spustimo temperaturo sušilnega zraka pri vходу na 40 - 45 °C. V nasprotnem primeru pride preveč vroč zrak v dotik z zelenim hmeljem in lahko pride do sprememb barve na hmelju prvega nasutja. Kapaciteta ventilatorja mora biti izračunana glede na površino najdaljšega traku in mora biti 1300 m³/m²h.



Slika 35: Shematski prikaz kontinuirne tračne sušilnice za hmelj

Diskontinuirne tračne sušilnice delujejo enako kot večetažne, le da tu hmelja ne presipavamo iz etaže na etažo s premikanjem presipnih mrež, ampak s potovanjem traku. Ko je hmelj na suhi etaži (mreži) suh, vklopimo trakove v sušilnici in prične se sočasno praznjenje in polnjenje sušilnice.

Prednosti diskontinuirne tračne sušilnice pred večetažno sušilnico so : manjši obseg gradbenih del pri postavitvi sušilnice, so bistveno nižje in tako manj moteče za okolje in zahtevajo manj fizičnega dela.

Pomanjkljivosti pa so: slabši nadzor enakomernosti sušenja, rahlo večja poraba energije in zahtevnejše vodenje procesa sušenja.

16.2 NAVLAŽEVANJE HMELJA

Ker je zaradi difuzijskega upora težko odstraniti vlago iz vretenca, moramo hmelj med procesom sušenja presušiti. Presušen hmelj je drobljiv in kot tak ni primeren za pakiranje. Namen navlaževanja je vrniti prožnost storžku in naravnati vlago hmelja na zelenih 11 %.

Za navlaževanje lahko uporabljamo zrak, katerega relativna vlažnost je večja od 70 %. Pomembno je, da hmelj pred navlaževanjem dobro ohladimo. Predhodno dobro ohlajen hmelj zadrži med navlaževanjem naravno barvo, praksa pa je pokazala, da so tudi storžki po navlaževanju bolj prožni. Način navlaževanja je odvisen od kapacitete sušilnice, razpoložljive površine za navlaževanje in skladiščnega prostora. V Sloveniji pridelovalci uporabljajo tri načine navlaževanja in sicer na kupu, tračnem navlaževalcu in navlaževanje v komori.

Navlaževanje na kupu

Če imamo dovolj skladiščnega prostora, lahko pustimo hmelj, da odvolgne na kupu. V tem primeru ga posušimo 'na listič' oziroma 'na živo vretence'. Tako suh hmelj ima vsebnost vlage od 9 do 10 %. Pri sušenju 'na listič' oziroma 'na živo vretence' ostane vretence prožno. Če z vretenca odstranimo lističe in vretence med prsti stisnemo po dolžini, vretence ne počí, ampak se usloči. Spoji med lističi in vretencem so že lomljivi. Če lahko hmelj skladiščimo vsaj dva dni, ga še vedno sušimo 'na listič', vendar ga pred basanjem malo navlažimo, da postanejo končiči lističev prožni. Navlažimo ga s hrbtno škropilnico.

Tračni navlaževalec

uporabljamo predvsem pri večjih kapacitetah sušilnih naprav. Pri navlaževanju na tračnem navlaževalcu hmelj posušimo na 6 % vlago. Tako suh hmelj ima krhko in z rahlim pokom lomljivo vretence. Pred navlaževanjem moramo hmelj ohladiti v tračnem hladilniku ali pa z odležavanjem hmelja v koših na prezračevalnem kanalu. Glede na delovanje ločimo dva tipa tračnih navlaževalcev:

- Pri prvem tipu zrak za navlaževanje zajemamo izven navlaževalne naprave. Z ventilatorjem ga prepihavamo skozi plast hmelja na traku. Zrak za navlaževanje po potrebi dovlažimo s pršenjem vode v curek zraka takoj za ventilatorjem. Količino razpršene vode oziroma relativno vlažnost navlaževalnega zraka uravnavamo s higrostatom, ki je nameščen v dovodni kanal pod trakom. Relativno vlažnost zraka naravnamo nad 70 %. Pri tovrstnem navlaževalcu težko dosežemo enakomerno vlažnost hmelja, saj je uravnavanje vlažnosti zraka za prepihanje neodvisno od dejanske vlažnosti hmelja.
- Pri drugem tipu tračnega navlaževalca imamo zaprt zračni krog. Zrak za navlaževanje odsesavamo iznad traka za navlaževanje, ga po potrebi dovlažimo in podpihavamo pod navlaževalni trak. Vlažnost navlaževalnega zraka tudi v tem primeru uravnavamo s higrostatom, ki pa je pri tem tipu navlaževalca nameščen v odvodni kanal nad navlaževalnim trakom. Higrostat nastavimo na vrednost približno 65 %. Tako je

količina dovedene vlage v navlaževalni zrak odvisna od dejanske vlažnosti hmelja. Če je hmelj že dovolj vlažen in ne more sprejemati več vlage, relativna vlaga v izstopajočem zraku naraste nad 65 % in higrostat zaustavi nadaljnje dovajanje vode v navlaževalni zrak. S tem načinom navlaževanja dosežemo bolj izenačeno vlažnost hmelja in lažje uravnavanje končne vlage v hmelju na želenih 11 %. Vsled navedenega, je navlaževalce prvega tipa smiselno preurediti z dograditvijo odvodnega oziroma sesalnega kanala in s tem doseči zaprt tokokrog navlaževalnega zraka.

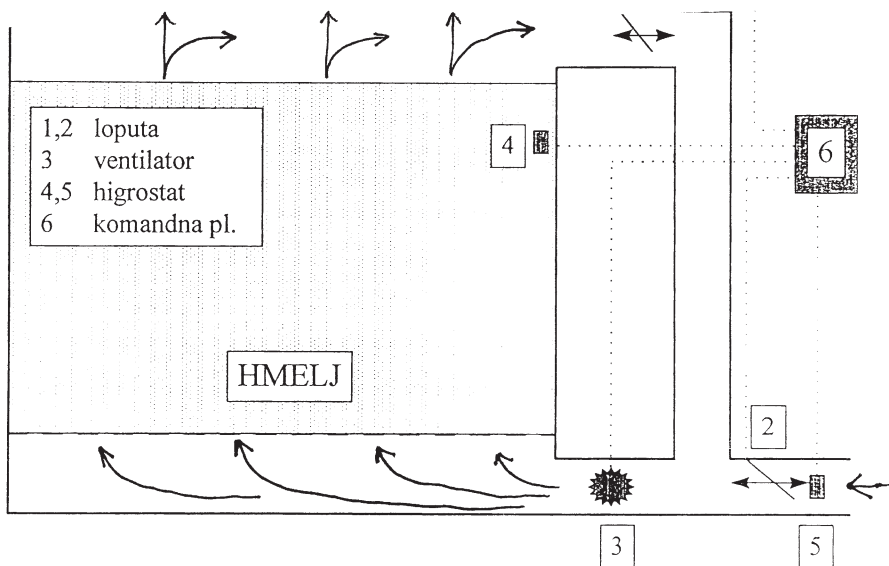
Navlaževanje v komori

je v zadnjem času vedno bolj v uporabi (slika 36). Prednost tovrstnega navlaževanja je kontrola končne vlage pred pakiranjem, izenačitev kakovosti pridelka v komori, občasno pakiranje in možnost avtomatizacije postopka. Če hmelj navlažujemo v komori, ga posušimo na 8 % vlago. Ko hmelj vsebuje 8 % vlage, se vretence še prelomi, ni pa krhko in prelomi se brez poka. Spoji med lističi in vretencem so krhki oziroma lahko lomljivi. Navlaževalni zrak lahko pri navlaževanju hmelja v komori navlažimo umetno ali pa navlažujemo hmelj z naravno vlažnim zrakom v zgodnjih jutranjih urah, ko je relativna vlaga okoliškega zraka nad 70 %. Potreben pretok vlažilnega zraka je $800 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$. Maksimalna debelina nasutja hmelja pa je 2,5 m.

Proces navlaževanja v komori je možno tudi avtomatizirati. S tem si olajšamo delo, saj je navlaževanje v zgodnjih jutranjih urah zelo naporno. Na sliki 36 je shematski prikaz avtomatiziranega navlaževanja v komori. Za avtomatizacijo navlaževanja potrebujemo dva higrostate in sicer za kontrolo vlažnosti vhodnega zraka in vlažnosti zraka v hmelju.

Proces celotnega kondicioniranja oziroma navlaževanja hmelja je razdeljen na tri dele:

- Navlaževanje hmelja: če želimo hmelj navlažiti, mora biti relativna vlaga vstopnega zraka višja od 70 %. Higrostat (5) je naravnán tako, da požene ventilator (3), če je izpolnjen pogoj iz prejšnjega stavka. Ko hmelj vsebuje 11 % vlage, je relativna zračna vlaga v hmelju 60 %, torej mora biti za delovanje sistema istočasno izpolnjen pogoj, da je relativna zračna vlaga na higrostatu (4) nižja od 60 %. Proces navlaževanja traja tako dolgo, dokler vlaga zraka v hmelju ne naraste na 60 %. Med procesom navlaževanja je loputa (1) zaprta, loputa (2) pa odprta.



Slika 36: Shema avtomatizacije navlaževanja hmelja v komori

- Izenačevanje vlage v hmelju: med postopkom navlaževanja se spodnje plasti hmelja bolj navlažijo. Da dosežemo izenačitev vlage, preko hmelja prepihavamo zrak, ki ga črpamo nad hmeljem. V tem primeru zapremo loputo (2) in odpremo loputo (1).
- Dosuševanje hmelja: v primeru, da smo hmelj preveč navlažili, ga lahko v komori ponovno navlažimo. Hmelj z vsebnostjo vlage nad 12 % oddaja vlagu okoliškemu zraku, če je relativna vlaga le-tega pod 60 %. Tako lahko proces dosuševanja poteka, če hmelj prepihujemo z zrakom, katerega relativna zračna vlaga je pod 60 %. Da dosuševanje poteka, mora biti vlaga na higrostatu (5) pod 60 %, na higrostatu (4) pa nad 60 %. V primeru dosuševanja mora biti loputa (1) zaprta, loputa (2) pa odprta.

16.3 PAKIRANJE ('BASANJE') HMELJA

Pakiranje posušenega hmelja v vreče ali po domače 'basanje' je zadnje opravilo pri spravilu pridelka. Pravilno navlažen hmelj lahko 'başemo' v producentske vreče, v zadnjem času pa je vedno bolj v uporabi nov tip vreč kvadraste oblike, s trgovskim imenom RB-60. 'Bašemo' lahko le pravilno navlažen hmelj. Preveč suh hmelj se drobi, prevlažen pa splesni ali pa pride do pospešenega biološkega razpada hmelja, pri čemer se hmelj v vreči greje, izgublja na vsebnosti za pivovarstvo pomembnih sestavin in izgubi zeleno barvo. Takšen hmelj je tehnično neuporaben in nima tržne vrednosti.

V primeru, da hmelj pakiramo v producentske vreče, ga navlažimo na vlagu med 10,5 in 11,0 %. Paziti moramo, da hmelja ne napolnimo pretrdo. Pretrdo napolnjen hmelj se zdrobi, zdrobljen hmelj pa ima nižjo tržno vrednost. Pravilno napolnjena ('nabasana') producentska vreča mora imeti maso med 50 in 70 kg.

V primeru, da hmelj pakiramo v RB-60 vreče, moramo biti zelo pozorni na vsebnost vlage v hmelju, saj je hmelj v teh vrečah bolj stisnjen in s tem bolj podvržen vplivom kvarjenja. Natančnih meritev o maksimalni še dopustni vlagi v hmelju pri pakiranju v RB-60 vreče še ni, praksa pa je pokazala, da je iz varnostnih razlogov najbolje 'basati' hmelj z vsebnostjo vlage 10 %. Pravilno napolnjena vreča RB-60 mora imeti maso 60 kg.

16.4 SKLADIŠČENJE HMELJA

Tudi nepravilnosti pri skladiščenju hmelja vplivajo na kakovost pridelanega hmelja. Neprimerno izbran skladiščni prostor vpliva na dvig vlage v hmelju, s tem pa se zmanjša mikrobiološka stabilnost hmelja. Mikrobiološko nestabilen hmelj je podvržen spremembi barve, pospeši pa se tudi hitrost razpada za pivovarstvo pomembnih sestavin v hmelju. V času skladiščenja potekata oksidacija in polimerizacija hmeljnih smol. Reakciji sta hitrejši ob povišani temperaturi in prisotnosti svetlobe. Prav tako se lahko hmelj med skladiščenjem v vlažnih prostorih navlaži nad 15 %, kar lahko ob ugodni temperaturi povzroči mikrobiološko nestabilnost hmelja. Hmelj prične spreminjati barvo, s tem pa izgubi na tržni vrednosti.

Da preprečimo oziroma upočasnimo omenjene pojave, moramo hmelj skladiščiti v za to primernih prostorih. Skladiščni prostor mora biti zatemnjen, hladen, izoliran od nenadnih okoliških temperaturnih in vlažnostnih vplivov, relativna vlaga zraka v skladišču pa ne sme presegati 65 %, če želimo, da hmelj zadrži 11 % vlage.

16.5 LITERATURA

Čakš, L. Določitev nekaterih higrotehničnih podatkov hmelja. Diplomsko delo, Maribor 1985.

Košir, I. Kemizem in analitika hmelja, Hmelj. Bilt., 4, 1995, s. 73.

Košir, I. Vpliv skladiščenja na kakovost hmelja, Hmelj. Bilt., 5, 1998, s. 75.

Košir, I. Vpliv pretoka sušilnega zraka na porabo toplotne energije v procesu sušenja hmelja, Hmeljar-Strokovna priloga, 67, 1998, 7, s. 92-93.

Košir, I. Vpliv skladiščenja na kakovost hmelja, Hmelj. Bilt., 5, 1998, s. 75.

Maton, A. Technological progress as a results of research and development work in hop growing and drying, Proceedings of the 30th International Hop Congress of the International Hop Growers Convention, 1982, s. 5.

Petriček, J. Izboljšani tehnološki postopek v našem hmeljarstvu - Naše hmeljske sušilnice, Celjski zbornik, 1962, s. 101.

Pibernik, M. Poraba energije in učinki pri sušenju hmelja. Diplomsko delo, Šoštanj, 1994.

Poročilo o delu Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec v letu 1995, april 1996, s.29.

Poročilo o delu Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec v letu 1996, april 1997, s. 26.

Pravilnik o kakovosti hmelja, Uradni list-RS, št. 53/93, s. 2701-2704.

Zeisig, H. D. Drying of hops in the small farms and cooperatives of Western Europe, Proceedings of the 20th International Hop Congress of the European Hop Growers Convention, 1970, s. 130.

Zupanec, J. Analiza inženirskih parametrov pri procesu sušenja hmelja. Magistrsko delo, Ljubljana 1987.

V pivovarstvu se je najprej uporabljal nepredelan hmelj (storžki). Hmelj se je začel predelovati zaradi boljšega izkoristka grenčičnih sestavin, boljše skladiščne obstojnosti in izenačenosti, zmanjšanja volumna in teže, cenejšega transporta, ohranitve pivovarske vrednosti, možnosti standardiziranja in koncentriranja vsebnosti alfa kislin, enostavnejše uporabe ter posodobljene tehnološke opreme in postopka hmeljenja v pivovarstvu. Na tržišču so različni hmeljni proizvodi. V letu 2000 se je od skupne svetovne proizvodnje hmelja uporabilo v pivovarstvu 14 % hmelja v storžkih, 60 % briketov in 26 % ekstrakta.

17.1 HMELJNI PROIZVODI

Hmeljne proizvode delimo na:

- hmelj v storžkih (stisnjen)
- hmeljne brikete
- hmeljni ekstrakt
- hmeljno olje

Glede na postopke proizvodnje, sestavo in uporabo proizvoda, pa se nadalje delijo na:

- **neizomerizirani proizvodi:** dvojno (dvakratno) stisnjen hmelj v storžkih, briketi tip 90, 45 in 30, stabilizirani briketi, ekstrakt. Vsebnost alfa kislin v postopku predelave ostane nespremenjena. Sladici se dodajajo na začetku kuhanja, med kuhanjem oziroma na koncu kuhanja.

- **izomerizirani proizvodi:** izomerizirani briketi, izomerizirani ekstrakt, izomerizirani ekstrakt za popravek grenčice po vrenju, znižani izomerizirani ekstrakt (-ro, tetrahidro in heksahidro). Vsebnost alfa kislin se v postopku predelave spremeni v izoalfa kisline. Dodajajo se med kuhanjem sladice ali po vrenju pивine, odvisno od sestave proizvoda.

- **hmeljno olje:** briketi tip 100, ekstrakt čistega olja, čisto olje (frakcionirano ali nefrakcionirano), emulzija olja. Uporabljajo se za dodatek hmeljne arome pivu. Izkoristek grenčičnih sestavin ni pomemben.

- **mešani proizvodi:** osnovni hmeljni ekstrakt, čista beta frakcija. Uporabljajo se v posebnih pogojih pri kuhanju sladice, da se zagotovi normalno vrenje pивine. Ne prispevajo k oblikovanju in intenzivnosti grenčice piva.

17.2 POSTOPEK PREDELAVE HMELJA

17.2.1 Neizomerizirani proizvodi

Briketi tip 90 (normalni)

so najenostavnejši hmeljni proizvod. Hmelju v storžkih se najprej mehansko (pnevmatski separator, kovinski detektor) odstrani odvečno listje, peclje, tuje primesi, kovinske delce. Po dosušenju na vsebnost vlage 8 do 10 % se zmelje na kladivastem mlinu v fin prah in homogenizira. Briketiranje se opravi v horizontalni ali obročni matriki. Po hlajenju se briketi polnijo v različne embalažne enote.

Velikost briketov: 6 mm x 10 - 15 mm.

Specifična masa: 480 - 550 kg/m³.

Zunanji videz: temno zelene barve z značilno hmeljno aromo.

Kemijska sestava: alfa kisline, beta kisline, eterično olje, vse odvisno od kultivarja hmelja, rastnih pogojev in letine. Vsebnost vlage 8 - 10 %.

Polnjenje: v kovinsko polietilen folijo, vakumsko ali v inertnem plinu ter pakirano v kartonske ali pločevinaste škatle, v količini od 2 do 150 kg.

Uporaba v pivovarstvu: za grenčico in hmeljno aromo v pivu. Dodaja se na začetku kuhanja sladice s hmeljem, v sredini ali na koncu kuhanja za intenzivnejšo aromo. Izkoristek alfa kislin v pivu je 25 - 45 %, normalno 35 %. Dozirajo se avtomatično.

Briketi tip 45 (koncentrirani - obogateni z lupulinom)

Osnovno čiščenje je enako kot pri izdelavi tipa 90. Sledi kvantitativna izolacija lupulinskih žlez iz storžkov pri temperaturi 20⁰ do 30⁰C. Tako ohlajena masa se zmelje in preseje skozi sito, pri čemer se lupulin loči od zmletih lističev in vretenc. Nadaljnji postopek je enak kot pri briketih tip 90.

Velikost briketov: 6 mm x 10 15 mm.

Specifična masa: 450 - 550 kg/m³.

Zunanji videz: temno zelene barve z značilno hmeljno aromo.

Kemijska sestava: alfa kisline, beta kisline, eterično olje, vse odvisno od kultivarja hmelja, rastnih pogojev in letine. Vsebnost vlage 8 - 10 %.

Polnjenje: v kovinsko polietilen folijo, vakumsko ali v inertnem plinu ter pakirano v kartonske ali pločevinaste škatle, v količini od 2 - 150 kg. Običajno je 20 kg ali 25 kg.

Uporaba v pivovarstvu: za grenčico in hmeljno aromo v pivu. Dodaja se na začetku kuhanja sladice s hmeljem, v sredini ali na koncu kuhanja za intenzivnejšo aromo. Izkoristek alfa kislin v pivu je 25 - 45 %, normalno 35 %. Dozirajo se avtomatično.

Tabela 39: Primerjava med normalnimi in koncentriranimi briketi
(Vir: Hops and Hop Product. EBC Manual of Good Practice, 1997).

Lastnosti	Tip 90 (normalni briketi)	Tip 45 (koncentrirani briketi)
teža	92 - 96	44 - 52
volumen	20 - 50	10 - 25
alfa kisline in eterično olje	100	200
polifenoli	100	50
homogenost	100	50
nitriti	100	50
težke kovine	100	50
pesticidi	100	50 - 60

(vrednosti v rel % primerjave na enako težo celih storžkov)

Stabilizirani briketi

Osnovna predelava je enaka kot pri tipu 90. Pred briketiranjem se hmeljni prah meša z magnezijevim ali kalcijevim oksidom (do 20 %). V procesu briketiranja alfa kisline reagirajo z magnezijevimi oziroma kalcijevimi ioni in tvorijo sol. S tem se doseže hitrejša in boljša topnost grenčičnih sestavin v sladici in boljši izkoristek grenčičnih sestavin. Bentonit vpliva tudi na boljšo sedimentacijo beljakovin v času kuhanja.

Ekstrakt

Postopek je ekstrakcija grenčičnih sestavin hmelja in hmeljnega olja z organskim topilom, ki se nato odpari. V zadnjem času se kot ekstrakcijsko sredstvo največ uporablja ogljikov dioksid.

Hmelj v storžkih se najprej očisti, zmelje in homogenizira, nato pa intenzivno meša z organskim topilom (metanol, hexan, etanol). Po končani ekstrakciji se odvojijo hmeljne tropine in z odparevanjem odstrani topilo. Preostanek se še ekstrahira z vročo vodo, da se dobi vodni ekstrakt, ki ga je potrebno še prečistiti.

Za ekstrakcijo z ogljikovim dioksidom se uporablja tekoč ali superkritičen ogljikov dioksid, odvisno od temperature in pritiska. Ogljikova kislina raztaplja grenčične sestavine hmelja in hmeljno olje. Z izparevanjem pri 40 °C se opravi ločitev ekstrakta in ekstrakcijskega sredstva (ogljikove kisline). Ekstrakt je zelo čist.

Specifična masa: 1000 kg/m³.

Zunanji videz: gosto viskozen, rumene do temno zelene barve.

Kemijska sestava: vsebnost alfa kislin 25 - 55 %, beta kislin 15 - 35 %, eterično olje < 10%, vse odvisno od kultivarja hmelja, rastnih pogojev in letine. Vsebnost vlage 8 - 10%.

Polnjenje: v pločevinke (kovinske, bela pločevina), v količini od 0,5 do 200 kg.

Obstojnost: je obstojen več let pri 20°C.

Uporaba v pivovarstvu: za grenčico in hmeljno aromo v pivu. Dodaja se v času kuhanja s sladico. Ob koncu kuhanja se dodaja za intenzivnejšo hmeljno aromo. Izkoristek alfa kislin v pivu je 25 - 45 %, normalno 35 %. Dozira se avtomatično.

Tabela 40: Primerjava hmeljnih proizvodov glede na težo in volumen celih storžkov (Vir: Hops and Hop Product. EBC Manual of Good Practice, 1997).

Lastnosti	Celi storžki	Tip 90	Tip 45	Ekstrakt
specifična teža (kg/m ³)	500	500	500	1,000
teža (% na cele storžke)	100	92 - 95	30 - 50	10 - 30
volumen (% na cele storžke)	100	30	10 - 15	2 - 5
grenčični potencial *	1	1,1	2-3	5 - 10
grenčični potencial +	1	3	6 - 10	20 - 50

* (na težo celih storžkov)

+ (na volumen celih storžkov)

17.2.2 Izomerizirani proizvodi

Proizvodnja izomeriziranih proizvodov se je razvila zaradi maksimalnega izkorista alfa kislin. Izomerizirani briketi so po osnovi normalni briketi tip 90, v katerih so alfa kisline spremenjene v izoalfa kisline. Ostale hmeljne sestavine kot beta kisline in oljne komponente so nespremenjene. Izoalfa kisline in ostanek alfa kislin v izomeriziranih briketih so v obliki magnezijeve soli. Ker se alfa kisline nahajajo v izomerizirani obliki, se lahko zlasti ekstrakt dodaja po koncu kuhanja sladice, po končanem glavnem vrenju ali celo med zorenjem piva.

Postopki proizvodnje so različni, vendar pa se vedno dodaja pred briketiranjem v hmeljni prah magnezijev oksid. V procesu izomerizacijske reakcije je zelo pomembna kontrola toplotne obdelave. Dodatek magnezijevega oksida je odvisen od vsebnosti alfa kislin, temperature briketiranja, kultivarja hmelja, velikosti delcev hmeljnega praha, oblike briketov in aktivnosti magnezijevega oksida.

Postopek proizvodnje izomeriziranega ekstrakta je prva faza ekstrakcije celokupnih smol z organskim topilom. Sledi ločitev alfa kislin s pretvorbo v blago alkalni vodni raztopini. Pri določeni temperaturi in pH se opravi izomerizacija, pri čemer je potrebno preprečiti nastanek humulinskih kislin z uporabo katalizatorja. Po izomerizaciji se izoalfa kisline zakisajo z organskim topilom, nastanejo soli, ki se koncentrirajo in mešajo z ustreznim emulgatorjem. Odvisno od postopka proizvodnje so ekstrakti lahko emulzije prostega izohumulona, ali čvrste suspenzije magnezijevih izoalfa kislin, ki so kot prašek topen v vodi.

17.2.3 Hmeljno olje

Hmeljno olje se uporablja za t.i. 'suho hmeljenje' (dry hopping), ki daje intenzivnejšo hmeljno aromo v pivu. Dodaje se mlademu pivu v zorilni tank. Izkoristek greničnih sestavin ni pomemben.

Proizvodi so kot briketi tip 100 (se samo stiskajo, da ne pride do izgube olja), hmeljni ekstrakt bogat na olju (ima samo večjo vsebnost olja od normalnega ekstrakta) in čisto hmeljno olje (frakcionirano ali nefrakcionirano).

Tabela 41: Uporaba hmeljnih proizvodov v proizvodnji piva

Uporaba v kuhalni posodi		Uporaba po vrenju	
Neizomerizirani	Izomerizirani	Neizomerizirani	Izomerizirani
Stisnjen hmelj v storžkih		Suho hmeljenje	Popravek grenčice
Briketi	Briketi	Storžki	Izo hmeljni ekstrakt
Normalni tip 90	Normalni tip 90	Briketi	
Koncentrirani tip 45			
Koncentrirani tip 30			
Stabilizirani			
Ekstrakt	Ekstrakt	Hmeljno olje	Znižani izomerizirani ekstrakt
Čiste smole	Standardiziran	Ekstrakt bogat z oljem	Ro-izoalfa kisline
Standardiziran		Čisto olje	Tetra-izoalfa kisline
Beta frakcija		Emulzija obogatenega ekstrakta z oljem	Heksahidro-izoalfa kisline
		Frakcionirano olje	Izomerizirani ekstrakt in olje
Hmeljno olje			Emulzija ro-izoalfa kisline
Ekstrakt obogaten z oljem			Emulzija tetra-izoalfa kisline
Čisto olje			Emulzija heksahidro-izoalfa kisline
Emulzija čistega olja			
Emulzija ekstrakta z oljem			
Frakcionirano olje			

Hmelj je nenadomestljiva surovina za proizvodnjo piva. Pivu daje značilno grenkobo in posebno aromo. V času kuhanja s sladico povzroča izpad beljakovin, v času zorenja pa pospešuje hitrejšo bistenje piva. Vpliva na obstojnost piva, izboljšuje peno piva in je naravni konzervans, saj v pivu uničuje predvsem gram pozitivne bakterije. Kakovost hmelja se ocenjuje po njegovi pivovarski vrednosti.

17.3.1 Pivovarska vrednost hmelja

Pivovarsko vrednost hmelja ocenjuje pivovar glede na provenienco, osnovno razvrstitev hmelja (aromatični in grenčični kultivarji), sortno čistost, vsebnost grenčičnih sestavin (alfa kisline), vsebnost aromatičnih sestavin (eterično olje), vsebnost taninov, (polifenoli, antocianogeni, flavonoidi-ksantohumol), skladiščno obstojnost, kakovost grenčice, izkoristek grenčičnih sestavin ter kakovost in intenzivnost hmeljne arome. Pomembna pa je tudi vsebnost nitratov, ostankov fitofarmacevtskih snovi in težkih kovin.

Provenienca in razvrstitev sort

predstavlja posebno kakovost in določa tudi posebnosti oziroma razlike v okusu in aromi med posameznimi tipi piva.

Sortna čistost

zagotavlja stalno in enakomerno kakovostno grenčico in hmeljno aromo, ki je značilna za posamezni tip piva.

Grenčične sestavine

dajejo pivu značilno grenkobo, vplivajo na peno, okus in biološko stabilnost. Najpomembnejše so alfa kisline, ki so zmes homologov in analogov. Vsebnost alfa kislin v hmelju je odvisna od kultivarja, provenience, pridelave, letine, časa obiranja, postopka predelave in starosti hmelja. Alfa kisline so slabo topne v sladici. Pri kuhanju sladice s hmeljem se alfa kisline počasi raztapljajo in znotraj molekul pride do premestitve atomov ali izomerizacije. Alfa kisline se pretvorijo v izoalfa kisline, ki so nosilci intenzivnosti in kakovosti grenčice. Na osnovi analitične vrednosti alfa kislin se določi odmerek hmelja za hmeljenje sladice. Pomemben je tudi izkoristek alfa kislin v pivu.

Delež kohumulona v alfa kislinah, ki je značilnost hmeljnega kultivarja, je zelo pomemben in se giblje od 16 do 55 %. S pivovarskega vidika je vsebnost kohumulona zelo pomembna, ker je njegov izkoristek velik, saj se ga v hmelju nahaja več v obliki izokohumulona kot v obliki kohumulona. Nizek odstotek kohumulona daje fino, harmonično in zaokroženo grenčico.

Kakovost grenčice je odvisna tudi od pretvorbe oziroma topnih produktov drugih sestavin hmeljnih smol. Beta kisline so v sladici zelo slabo topne in se izločijo v obliki usedline ali s hmeljnimi tropinami. Vpliv beta kislin na kakovost piva je nepojasnen. Trde smole so v svežem hmelju, nastanejo pa tudi zaradi oksidacije in polimerizacije alfa kislin in beta kislin oziroma mehkih smol. Trde smole nimajo prave pivovarske vrednosti.

Aromatične sestavine

hmelja so komponente eteričnega olja. To so terpenški ogljikovodiki, (med njimi so najbolj zastopani mircen, humulen in kariofilen), ki predstavljajo približno 80-90 %, 10-20 % pa predstavljajo oksidacijski produkti ogljikovodikov in ostalih sestavin hmelja (hlapni oksidacijski produkti grenčičnih kislin) in žveplo vsebujoče spojine. V pivu se nahajajo v zelo malih količinah in v času kuhanja delno izparijo. Količina in sestava

hmelnega olja zavisi od kultivarja (0,5 do 3,5 %), provenience, postopkov pridelave, letine, časa obiranja, sušenja, postopka predelave in starosti hmelja.

Nosilec tipične hmeljne arome piva pa ni eterično olje, temveč njegovi oksidacijski produkti, ki so topni v sladici (linalool, humulol, humulenol, kariofilen epoksid, humulen epoksid I in II). Hmelj z veliko vsebnostjo mircena daje pivu močno aromo po hmelju, vendar izzove trpko grenčico.

Intenzivnost arome je odvisna od hmeljnega kultivarja, časa dodajanja in odmerka hmelja. Še vedno ni raziskano katere aromatične komponente hmeljnega olja v pivu so pomembne za odlično hmeljno aromo, kljub temu da so identificirali več kot 110 teh komponent v pivu. Dognano je samo, da je odlična hmeljna aroma v pivu zapleten skupek medsebojnih vplivov različnih aromatičnih hmeljnih komponent in ostalih aromatičnih komponent piva. Samo skupek teh medsebojnih vplivov sladne in hmeljne arome daje pivu odlične senzorične lastnosti in kakovost.

Tanini

V proizvodih hmelja je manj taninov, ker se s predelavo že delno odstranijo. Vsebnost tanoidov je sortna značilnost kultivarja. Tanini pozitivno vplivajo na intenzivnost grenčice in koloidno stabilnost piva. Če se nahajajo v pivu v prevelikih količinah pa negativno vplivajo na kakovost piva, aromo, barvo, peno in stabilnost okusa. Tanine predstavljajo: celokupni polifenoli, antocianogeni in flavonoidi.

Polifenoli so predvsem v listih in vretenu storžka ter lupulinu. Povečana količina taninov vpliva na aromo, barvo, peno in stabilnost okusa. V svežem hmelju je največ antocianogenov. S staranjem hmelja se zaradi oksidacije pretvorijo v višje polimerizirane oblike, ki dajejo pivu temnejšo barvo in neprijetno grenkobo. Količina in sestava polifenolov je odvisna od kultivarja, največ pa od skladiščenja hmelja. Tako imenovani polimerizacijski indeks (P. I.), ki je količnik celokupnih polifenolov in antocianogenov, predstavlja stopnjo oksidiraniosti polifenolov. Aromatični kultivarji hmelja imajo nižji P.I..

Raziskave zadnjih desetletij so pokazale zdravilnost polifenonov in antocianogenov, ki kot antioksidanti pozitivno vplivajo na zdravje ljudi, ker preprečujejo kardiovaskularne bolezni in nastanek raka.

Med flavonoidi je napomembnejši ksantohumul, ki ima antikarcinogeno delovanje. V hmelju ga je od 0,3 do 1 %, odvisno od kultivarja. V pivu se nahaja kot izoksantohumul. Potek izomerizacije v času kuhanja hmelja s sladico poteka podobno kot pri alfa kislinah. V pivu ga je do 2 mg/l.

Skladiščna obstojnost

je sortna značilnost hmelja in je pomembna, saj se hmelj uporablja do naslednje letine. Vendar pa z vse večjo uporabo hmeljnih proizvodov, sodobne embalaže in primerne skladiščenja, ki preprečuje oksidacijo oziroma staranje hmelja, ne predstavlja pri izbiri kultivarja več pomembnega dejavnika.

Vsebnost nitratov, težkih kovin in ostankov pesticidov (MLR- maximum residue level)

pa so zahteve zaradi varovanja človekovega zdravja, ki so opredeljene v smernicah Evropske unije in posebnih predpisih posameznih držav.

Poznavanje pivovarske vrednosti hmeljnega kultivarja dopušča možnost kombinacij različnih kultivarjev hmelja in hmeljnih proizvodov za varjenje določenega tipa piva z značilno grenkobo in hmeljno aromo.

17.3.2 Postopek hmeljenja

Postopek hmeljenja pomeni količino (odmerek) hmelja in čas dodatka hmelja v sladico. Odvisen je od uporabljenega hmeljnega proizvoda (vsebnost alfa kislin), tipa piva in tehnološkega postopka pivovarne (temperatura in čas kuhanja sladice, pH sladice, odstotek ekstrakta sladice, odstotek izkoristka hmelja).

Količina hmelja se lahko dodaja v sladico v enem ali več obrokih. V sodobnem postopku kuhanja sladice se običajno dodaja v treh obrokih, kar omogoča kombinacijo različnih kultivarjev hmelja in boljši izkoristek hmelja.

Količina hmelja (kg) se izračuna glede na odstotek alfa kislin v zračno suhem hmelju ali hmeljnem proizvodu, potrebni dodatek čistih alfa kislin v sladico (mg/l) za doseganje željene grenčice v pivu in količino proizvedene sladice (hl). Odvisno od vseh naštetih dejavnikov se giblje poraba hmelja za proizvodnjo 1 hl piva od 50 do 400 g/hl.

Čas dodatka hmelja v sladico in skupen čas trajanja kuhanja sladice s hmeljem v sodobnem postopku je odvisen od tehnologije posamezne pivovarne. Danes je skupen čas trajanja kuhanja 60 do 90 minut (tabela 42).

Tabela 42: Sodoben postopek hmeljenja sladice

Postopek hmeljenja	Hmeljni kultivar	Hmeljni proizvod	Odmerek (%)
na začetku kuhanja sladice	grenični hmelj	ekstrakt	60
od 10 do 40 minut po začetku kuhanja sladice	aromatični hmelj	briketi tip 90/45	20
10 – 15 minut pred koncem kuhanja	fino aromatičen hmelj	briketi tip 90/45	20

Vsebnost greničnih sestavin (grenčica) v pivu se določa analitsko s spektrofotometrično metodo merjenja absorbanca izooktanskega ekstrakta pri 275 nm (metoda Analytica-EBC 9.8). Intenzivnost grenčice se izraža v greničnih enotah International Bitterness Units (IBU). Ena enota (1 IBU) predstavlja 1 mg izoalfa kislin na liter piva. Evropska piva so bolj hmeljena in je vsebnost grenčice od 15-40 IBU, v ameriških pa od 12-15 IBU.

Uporabljajo se tudi postopki hmeljenja kot npr. 'dry hopping' (suho hmeljenje) in 'late hopping' (pozno hmeljenje). Hmeljni proizvodi (izomerizirani proizvodi, hmeljni ekstrakt bogat na olju) se dodajo v hladno pivino ob nastavitvi vrenja ali pa v mlado pivo, ki je na zorenju. Ti postopki se uporabljajo za popravek grenčice, intenzivnejšo hmeljno aromo in zaradi zmanjševanja ali odstranitve tujih priokusov in vonjev.

17.3.3 Svetovna pridelava hmelja in proizvodnja piva (tabeli 43 in 44)

Tabela 43: Površine s hmeljem v svetu in potreba po alfa kislinah

Leto	Površine s hmeljem v svetu (ha)	Leto	Potreba po alfa kislinah v svetu (kg)
1999	57.807	2000	7.673.000
2000	58.558 + 1,3 %	2001*	7.766.000 + 1,2 %
2001	58.968 + 0,7 %	2002*	7.711.000 + 0,7 %

Tabela 44: Proizvodnja piva v svetu in ponudba alfa kislin

Leto	Proizvodnja piva v svetu (mio hl)	Leto	Svetovna ponudba alfa kislin (kg)
2000	1.395.4	1999	7.266.000
2001*	1.411.7 + 1,2 %	2000	7.650.000 + 5,3 %
2002*	1.427.5 + 1,1 %	2001*	7.928.000 + 3,6 %

* (ocenitev). Povzeto po podatkih: Hopsteiner Guidelines for Hop Buying 2001. Simon H. Steiner, Hopfen, GmbH, Mainburg Germany.

Največje pivovarne na svetu po proizvodnji piva (2000) v mio hl:

Anheuser-Busch 158, Interbrew 97,1, Heineken 72, Ambev 56, South Africa Breweries 53, Miller 53, Carlsberg 44, Scottish & New Castle 36, Asahi 35, Kirin 32 (Brauwelt št. 11/2001).

Poraba piva na prebivalca (1999) v litrih:

Češka 163,8, Nemčija 127,5, Irska 126,0, Luxenburg 109,0, Avstrija 108,9, Danska 104,6. V Sloveniji je poraba piva na prebivalca 94,1 liter (Brauwelt Brewir 2001).

Energetska vrednost:

polnega piva z vsebnostjo 11,8% ekstrakta v sladici je 434 kcal/1000 g oziroma 1813 kJ/1000 g piva. Pri pitju 2 dcl polnega piva zaužijemo 86 kcal, z 2 dcl vina (belo ali rdeče) zaužijemo 155 kcal, medtem ko ima 2 dcl šampanjca energetska vrednost 170 kcal.

17.4 OCENJEVANJE KAKOVOSTI HMELJA

Kakovost hmelja mora biti v skladu z mednarodnimi trgovskimi zahtevami in vse bolj tudi z dodatnimi zahtevami pivovarske industrije. Minimalne zahteve za kakovost hmelja so opredeljene v smernicah Evropske unije in v predpisih posameznih držav.

17.4.1 Ročno bonitiranje

Za ocenjevanje kakovosti hmelja v prometu (pridelovalec - trgovec) se še vedno uporablja vizualna - subjektivna metoda 'ročnega bonitiranja', ki jo dopolnjuje objektivna metoda (analitsko izmerjena vsebnost vlage in alfa kislin). Na podlagi zunanjih pokazateljev (izgled in velikost storžkov, barva, vsebnost in barva lupulina ter aroma) se dobi vpogled v kakovost pridelave, sušenja in skladiščenja hmelja.

Ocenjujejo se pozitivne lastnosti: izenačen izgled in velikost storžkov, primerna vsebnost vlage, barva in sijaj, vsebnost lupulina in aroma.

Negativne lastnosti pri ocenjevanju so: mehanske poškodbe, primesi, poškodbe zaradi bolezni in škodljivcev, poškodbe zaradi nepravilnega sušenja. Pozitivne in negativne lastnosti se ocenjujejo z dodelitvijo določenega možnega števila točk.

17.4.2 Analitske metode (tabela 45)

Analitsko izmerjeni parametri so objektivni kazalci kakovosti hmelja in hmeljnih proizvodov in so osnova za nadaljnjo prodajo hmelja (trgovec - pivovarna). Takšna kazalca sta zlasti vsebnost vlage in odstotek alfa kislin.

Za ocenjevanje kakovosti hmelja in hmeljnih proizvodov se glede na dodatne zahteve trgovcev in porabnikov (pivovarn) uporabljajo še analitske metode, s katerimi določimo količino in sestavo hmeljnega olja, sortno čistost, vsebnost težkih kovin, nitratov in ostankov fitofarmacevtskih snovi.

Tabela 45: Referenčne metode za hmelj in hmeljne proizvode

Metoda/določitev	EBC	IOB	ASBC	MEBAK
Vzorčenje	7.1	6.1	Hops-1	Band I 5.1.1 Band I 5.2.1 Band I 5.3.1
Vlaga	7.2	6.2	Hops-4	Band I 5.1.4 Band I 5.2.3
Seme	7.3	6.7	Hops-2	-
Alfa kisline (spektrofotometrično)	-		Hops-6A Hops-8B(I)	-
Alfa kisline (HPLC) Beta kisline (HPLC)	7.7	6.5	Hops-14	Band III 3.1.1
Izoalfa, alfa in beta kisline (HPLC)	7.8	-	Hops-9C Hops-9D Hops-15	Band III 3.1.2
Hmeljno olje	-	6.3	Hops-13	Band III 1.4
Hmeljni indeks staranja (HSI)	-	-	Hops-12	-
Grenčične sestavine (Wöllmer metoda)	7.5 7.6	-	-	Band I 5.2.4.1

EBC Analytica - EBC, 1998

IOB Methods of Analysis, Institute of Brewing, 1997

ASBC Methods of Analysis, American Society of Brewing Chemists, 8th Edition, 1992

MEBAK- Brautechnische Analysenmethoden, Mitteleuropäischen Brautechnischen Analysenkommission, Band I, 1997 Band III, 1982

17.4.3 Pravilnik o kakovosti hmelja

V Sloveniji je ocenjevanje kakovosti hmelja urejeno s Pravilnikom o kakovosti hmelja (Ur.l. RS 53/1993), ki določa geografsko poreklo hmelja, kakovost hmelja in hmeljnih proizvodov v prometu, certificiranje hmelja in hmeljnih proizvodov ter prostore za oznamkovanje, pakiranje in skladiščenje hmelja in hmeljnih proizvodov.

Kakovost hmelja in hmeljnih proizvodov določa 5. člen omenjenega pravilnika in pravi:

Hmelj v storžkih v prvi in drugi predelovalni stopnji mora imeti ne glede na kultivar in letnik:

- vsebnost vlage do 11 % s toleranco 0,5 %;
- delež listov in pecljev na dolžino 2,5 cm manj kot 2,5 %;
- delež krovnih in cvetnih lističev, ločenih od vretenc (pleve) manj kot 25 %;
- delež majhnih delcev hmeljne rastline, nastalih zaradi strojnega obiranja (hmeljni odpadki) manj kot 3 %;
- delež semen hmelja manj kot 2 %.

Po 6. členu se hmelj v storžkih razvršča v naslednje kakovostne razrede:

- I. razred: je dobro dozorel, sortno čist hmelj; storžki so med seboj enake velikosti, zelene barve, značilne za sorto in imajo svilen lesk; lističi storžkov so enakomerno srednje veliki, brez ostankov bolezni, škodljivcev in mehanskih poškodb; vretenca storžkov so značilna za kultivar, storžki so na pritisk prožni in za kultivar karakteristične barve; hmelj ima ugodno in prijetno aromo in tipičen vonj po hmelju.
- II. razred: mora imeti iste lastnosti kot hmelj prvega (I) razreda, le da je manj intenzivno zelene barve; lističi na storžkih imajo lahko nekaj rjavkastih peg, ki so posledica mehanskih poškodb, ne smejo pa imeti poškodb, povzročenih od bolezni in škodljivcev.
- III. razred: hmelj, ki ima neizenačene storžke, z rumenkasto oziroma svetlo zeleno barvo; rjave lise na storžkih oziroma posameznih lističih so izrazitejšje in so delno lahko povzročene tudi zaradi bolezni in škodljivcev; lupulin sam pa je lahko temnejše barve, nikakor pa ne sme biti zažgan, vretenca so lahko manj drobno členasta.
- IV. razred: je slabši, še uporaben hmelj, ki je lahko v prometu le ob pogojih, določenih s tem pravilnikom.

Hmelj, ki ni uvrščen v kakovostni razred, nima oznake slovenskega geografskega porekla (4. člen pravilnika).

V 7. členu so določene metode preizkušanja kakovosti hmelja in sicer metoda za odvzem vzorcev hmelja, metoda za določanje vsebnosti vlage (klasična metoda in metoda za hitro določanje vlage), metoda za določanje deleža listov in pecljev nad 2,5 cm, deleža krovnih in cvetnih lističev (pleve) ter deleža odpadkov v hmelju (majhni delci hmeljne rastline ali druge primesi, nastale pri strojnem obiranju) ter metoda za določanje hmeljnega semena.

17.4.4 Pravilnik o prevzemanju hmelja

Hmeljarska družba Slovenije d. o. o. Žalec (pravni naslednik je Hmeljarsko združenje Slovenije GIZ) je za svoje družbenike 25. julija 1993 sprejela Pravilnik o prevzemanju hmelja (Hmeljar, avgust 1993), ki v 6. členu kakovost hmelja označuje s kakovostnimi razredi in sicer: I. - prvovrsten hmelj, II. - prav dober hmelj, III. - srednje dober hmelj, IV. - manj dober hmelj. Opis razločevanja kakovostnih razredov je enak kot v pravilniku. Kakovostne razrede določi za vsak posamezni letnik hmelja posebna vzorčna komisija, ki jo imenuje Hmeljna komisija Slovenije. Ostali minimalni kakovostni pogoji so enaki kot v pravilniku, le delež listov in pecljev je manj kot 2 %. V 13. členu je še opredeljena kakovost hmelja po vsebini smol, v 14. členu pa ugotavljanje ostankov fitofarmaceutskih snovi v hmelju.

17.4.5 Certificiranje

Certificiranje hmelja je postopek, v katerem se potrdi geografsko poreklo in kakovost hmelja in hmeljnih proizvodov. Certificiranje obsega dokumentacijo o geografskem poreklu, kakovosti hmelja in hmeljnih proizvodov (prijava pridelka, potrditev prijave pridelka, ugotavljanje kakovosti) in izdajanje kontrolnega potrdila ter označevanje hmelja.

Kontrolno potrdilo oziroma spričevalo o izvoru blaga (certifikat) mora po predpisu Evropske unije EEC 890/78 z dopolnili, spremljati vsako pošiljko (tovorek) hmelja in hmeljnih proizvodov v prometu v državah Evropske unije. Ustrezati mora tudi minimalnim kakovostnim standardom in mora biti sledljiv od pridelave do proizvoda. Za izomeriziran ekstrakt in proizvode hmeljnega olja ni potrebno kontrolno potrdilo.

Kontrolno potrdilo vsebuje: oznako blaga, številko kontrolnega potrdila, bruto težo hmelja, za katerega je izdano kontrolno potrdilo in oznako števila posameznih tovorkov z označbo teže posameznih tovorkov, geografsko poreklo, leto pridelave. Za hmeljne proizvode pa je poleg navedenih podatkov potrebna še navedba predelovalca, kraj in čas pridelave.

Postopek certificiranja hmelja in hmeljnih proizvodov je opredeljen v Pravilniku o kakovosti hmelja (Ur. l. RS 53/1993).

Uporabniki (pivovarne) zahtevajo dodatno označevanje na embalaži vsakega tovorka in sicer za hmeljne brikete: ime predelovalca, leto pridelave, sorta, neto teža, vsebnost alfa kislin, tip briketov, vsebnost vlage in serijsko številko. Pri hmeljnem ekstraktu pa je potrebno še dodatno navesti ekstrakcijsko topilo.

17.5 LITERATURA

Hops and Hop Products: (Manual of Good Practice)/produced by the EBC Technology and Engineering Forum- Nürnberg: Carl, Hans, Getränke-Fachverlag, 1997.

Narziss, L. Die Technologie der Würzebereitung. Zweiter Band, 6. Aufgabe. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, 1985.

Foster, A. Trends in the production of non-isomerised hop products. E.B.C. Monograph XXI. E. B. C. Symposium on Hops, 1994.

Foster, A. Die Bedeutung des Jahrganges bei der qualitativen Bewertung von Hopfenprodukten. Brauwelt 2000, 18.

European Brewery Convention. Monograph XXII. EBC Symposium on Hops: Zoeterwoude/The Netherlands May/June 1994. Verlag Hans Carl Getränke-Fachverlag, Nürnberg 1994.

Hopsteiner: Guidelines for Hop Buying 2001. Mainburg, September 2001.

Foster, A. Die Deutschen verarbeitungswerker liegen weltweit an der spitze. Hopfenrundschau International, 1992.

Narziss, L. Abriss der Bierbrauerei. 6., neu bearbeitete Auflage. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1995.

Narziss, L. Aromahopfen: Definition und Einsatz in der Praxis. Brauwelt 1992, 36, s. 1664.

Narziss, L. Die Neuen Hopfen Sorten. Hopfen Rundschau International edition, 1992, s. 18-25.

Forster, A. Spezifische Probleme der deutschen Hopfenernte 1994. Brauwelt 1994, 44, s. 2312.

Foster, A. What happens to xanthohumol from hops during beer preparation. Brauwelt International 2000, 1, s. 35-37.

Brauwelt Brevier 2001. Fachverlag Hans Carl, Nürnberg, 2001.

Analytica EBC, European Brewery Convention, Issued by the EBC Analysis Committee-Nürnberg: Carl, Hans, Getränke-Fachverlag, 1998.

Methods of Analysis, Institute of Brewing, 1997, and updates, The Institute of Brewing, 33, Clarges Street, London W1Y 8EE, UK.

Methods of Analysis, American Society of Brewing Chemists, 8 th Edition, 1992, and updates; 3340 Pilot Knob Road, St. Paul, Minnesota, 55121-2097, USA.

Brautechnische Analysenmethoden, Mitteleuropäischen Brautechnischen Analysenkommission, Band I, 3. Auflage 1997, Band III, 1982, D-85350 Freising-Weihenstephan, Germany.

Virant, M. Kako ohraniti pivovarsko vrednost hmelja. Hmeljarski bilten 5, 1998, s. 53-56.

Virant, M. Pivovarska vrednost hmeljnih briketov tipa 45. Hmeljar 66, 1997, 10, s. 154-157.

Virant, M. Vpliv vsebnosti alfa kislin na odmere hmelja v pivu. Hmeljar 64, 1995, 9, s. 106.

Virant, M. Vpliv sestavin hmelja na kakovost piva. Hmeljar 63, 1993, 5-6, s. 96.

Virant, M. Prihodnost hmelja je v kakovosti. Hmeljar 65, 1996, 8-9, s. 146.

Virant, M. Pivovarska vrednost na rastlini posušenega hmelja. Hmeljarski bilten 4, 1996, s. 84-89.

Uradni list Republike Slovenije številka 53 od 17. 09. 1993.

Hmeljar, Žalec, leto 63, avgust 1993.

V hmeljarstvu kot kapitalno in delovno intenzivni kmetijski panogi je pri ugotavljanju gospodarske konkurenčnosti potrebno upoštevati različne vidike. V ožjem smislu se običajno osredotočimo le na analize stroškov pridelave oz. t.i input/output analize. Za panogo, ki pa je v mednarodnem prostoru že tradicionalno vezana na svetovni trg in ima doma utečeno organizacijsko in strokovno infrastrukturo pa je pomembno vključevati še druge vidike, ki posredno vplivajo na podjetniško konkurenčnost pridelovalcev. Tu so predvsem:

- odzivanje na ponudbe hmelja glede na svetovne tržne razmere,
- promocija primerjalnih prednosti hmelja,
- izmenjava tehnoloških in tržnih podatkov v okviru mednarodnih strokovnih združenj,
- učinkovita organiziranost hmeljarjev...

Za razmere na svetovnem hmeljnem trgu sta značilni ponavljajoči se obdobji izrazite krize in ugodnih cenovnih razmer. Ti se izmenjujeta v večletnih časovnih obdobjih in sta posledica neuravnoteženosti med ponudbo in povpraševanjem hmelja. V kolikor ponudba hmelja v svetu znatno presega povpraševanje, se cene znižujejo tudi do ravni, ko ne pokrivajo več vseh stroškov pridelave. In spet v obdobju, ko v svetu hmelja primanjkuje, se lahko dnevne cene hmelja za kratek čas skokovito dvignejo.

Zaradi vedno večjega deleža stalnih stroškov se pridelovalci hmelja kljub padanju cen običajno ne odzovejo takoj z zmanjšanjem pridelave, kot bi teoretično pričakovali. Dogaja se lahko celo obratno. V začetku še povečujejo pridelavo, da bi s tem bolje izkoristili osnovna sredstva, ki predstavljajo glavni delež (tudi do 50 %) stalnih stroškov in tako znižali svoje pridelovalne stroške.

18.1 ŠIRŠI VIDIKI GOSPODARSKE KONKURENČNOSTI V HMELJARSTVU

18.1.1 Splošne značilnosti hmeljskega trga

Gospodarske razmere v hmeljarstvu so v največji meri pogojene s tehnološkimi in tržnimi dogajanji v pivovarski industriji. Ta ob zasičenosti nekaterih največjih trgov, z lastnim tehnološkim razvojem, možnostmi vedno novih oblik predelave in skladiščenja hmelja in s tem zelenih tipov gojenih kultivarjev hmelja - kot tudi občasnih špekulacijah maloštevilnih trgovcev s hmeljem - vpliva na svetovne razmere v strukturi pridelave oz. ponudbi hmelja.

Povpraševanje po hmelju pogojuje:

- količina proizvedenega piva,
- tehnologija hmeljenja v pivovarnah, oz. odmerki in oblika uporabe hmelja,
- zaloge hmelja pri trgovcih in pivovarnarjih ...

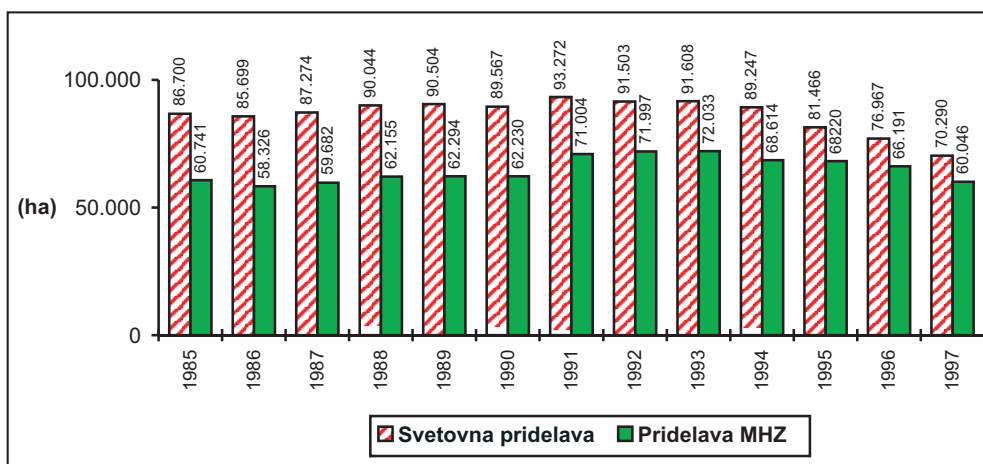
Na drugi strani pa je **ponudba hmelja** odvisna od:

- celotnih površin hmeljišč,
- skupnega pridelka hmelja in
- pridelanih količin grenčice oz. t.i. alfa kislin.

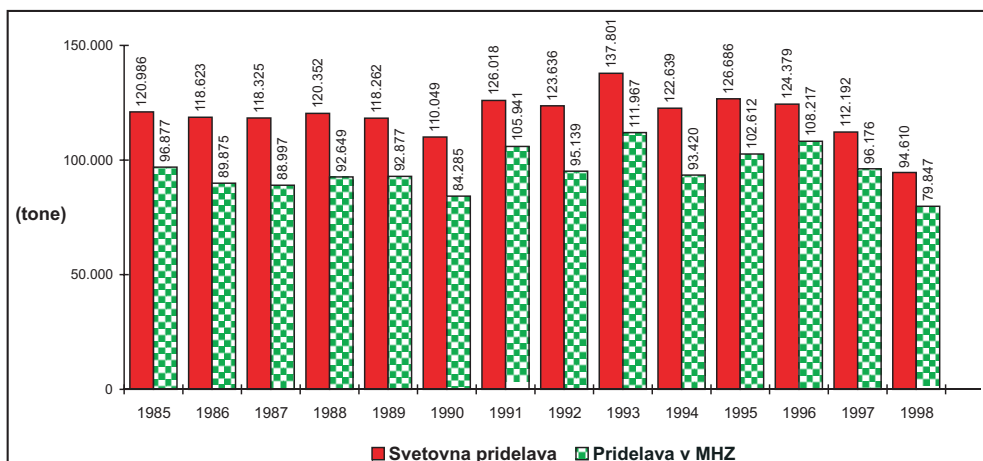
Pri ponudbi hmelja imajo pomemben vpliv sortna struktura hmeljišč, vremenske razmere v času rasti, tehnika pridelave, ter priprava hmelja za trg in njegovo skladiščenje.

V začetku devetdesetih let so se na trgu zopet pojavile prekomerne količine hmelja. Svetovne površine hmeljišč so leta 1991 celo presegle 93.000 ha. Kot posledica svetovnih tržnih razmer oz. hiperprodukcije se tako v desetletju podoba svetovnega hmeljarstva precej spremeni. To potrdijo tudi različni statistični podatki za časovno obdobje 1988 - 1998:

- ocenjen svetovni povprečni odmerek uporabe alfa kislin v pivu se zmanjša s 7,0 g/hl na 5,7 g/hl,
- povprečna vsebnost alfa kislin v hmelju v svetovnem merilu se poveča s 6,2 % na 7,7 %,
- svetovne površine hmeljišč se zmanjšajo za 43 %,
- število hmeljarjev v vseh pomembnejših državah pridelovalkah se zmanjšuje,
- površine hmeljišč na hmeljarskih posestvih se povečujejo,
- nadaljuje se koncentracija pridelave in kapitala v sektorju pivovarn in trgovine...



Slika 37: Površine hmeljišč v svetu in v deželah Mednarodne hmeljarske zveze v ha 1985 - 1998 (Vir: Sekretariat Mednarodne hmeljarske zveze (IHGC))



Slika 38: Pidelava hmelja v svetu in v deželah Mednarodne hmeljarske zveze v tonah 1985 - 1998 (Poročila Mednarodne hmeljarske zveze (IHGC) in EU)

Na slikah 37 in 38 ter v tabelah 46 in 47 so številčno predstavljeni pomembnejši elementi ponudbe hmelja - ločeno za celotno svetovno pridelavo ter za države, članice Mednarodne hmeljarske zveze (IHGC).

Tabela 46: Prikaz stanja svetovne bilance alfa kislin hmelja 1990 - 1998 (Joh. Barth & Sohn, 1992-1999)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Prid. alfa kislin (t) (n-1)	7.290	6.864	8.612	7.537	9.099	6.907	7.831	9.300	8.783
Odmerek h. (g alfa k./hl)	6,9	6,8	6,8	6,7	6,6	6,3	6,2	6,1	5,7
Poraba (t alfa)	7.877,3	7.924,0	7.909,9	7.984,0	8.015,2	7.865,5	7.850,1	7.839,3	7.619,0
'Alfa-preskrba' (t)	- 587,3	- 1.060,0	+702,1	-447,7	+1.083,8	-958,5	-19,1	+1.368	+1.164,7

Tabela 47: Razmere in možen scenarij na svetovnem trgu hmelja (Mednarodni hmeljarski simpozij v Hüllu, 1999 (*trgovska napoved razmer za leto 2008)).

	1988	1998	2008*
Svetovne količine piva	1,07 mrd. hl	1,31 mrd. hl	1,5 mrd. hl
Neto vsebnost alfa kislin v pivu	7,0 g alfa/hl	5,7 g alfa/hl	5,0 g alfa/hl
Svetovne potrebe po alfa kislinah	7.529 t	7.512 t	7.500 t
Vsebnost alfa kislin v hmelju	6,2 %	7,7 %	10,0 %
Povprečni pridelki hmelja na ha	1,31 t/ha	1,70 t/ha	1,85 t/ha
Pridelava alfa kislin na ha	81 kg alfa/ha	130 kg alfa/ha	185 kg alfa/ha
Potrebe po površinah hmeljišč	92.950 ha	57.785 ha	40.540 ha

18.1.2 Slovensko hmeljarstvo in mednarodne povezave

18.1.2.1 Evropska unija

Enotna zakonodaja EU je poleg skupnega proračuna, skupnih akcij in programov ter skupne politike eden od najpomembnejših vzvodov za uresničitev njenih ciljev. Prvo ali primarno raven sestavljajo *ustanovne pogodbe* - predvsem iz Rima in Maastrichta. Te opredeljujejo temeljna načela delovanja EU. Drugo ali sekundarno raven zakonodaje pa sestavljajo številni *pravni predpisi*, ki jih sprejemata Svet ministrov in Komisija. Ti pa določajo predvsem delovanje skupnega trga. Pri listanju pravnega reda naletimo na različne oblike predpisov.

- **Uredbe** (regulative) veljajo neposredno kot zakon na celotnem ozemlju EU. Z vstopom v EU sprejme država članica vse uredbe, ki so tedaj v veljavi. Vsa domača zakonodaja pa velja še naprej vendar le še v razmerju do dežel nečlanic.

- **Smernice** so obvezujoči pravni predpisi in jih morajo članice vgraditi v svoje zakonodajne sisteme.

- **Odločbe** se uporabljajo le za omejeno število članic ali celo za omejeno število pravnih oseb in je za njih v celoti zavezujoča.

- **Priporočila in mnenja** kot naslednji obliki pravnih predpisov pa niso zavezujoče.

Ukrepi skupne kmetijske politike EU (SKP) so pravno uokvirjeni znotraj različnih tržnih redov. Za hmeljarstvo je v osmih deželah pridelovalkah EU značilno zagotavljanje t.i. paritetnih dohodkov tudi z neposrednimi dohodkovnimi plačili v obliki različnih strukturnih podpor.

Pravni red s področja hmeljarstva je celovito predstavljen tudi na medmrežju pod naslovom: <http://europa.eu.int/eur-lex/en/lif/reg/en-register-036066.html>

Pri pripravi pogajalskih izhodišč za področje 7 'kmetijstvo' v letu 1999 za vstop RS v EU so sodelovali tudi predstavniki s področja hmeljarstva (Zupančič, Pavlovič). Dejavnost v delovni skupini je vključevala pregled in analizo številnih uredb z dopolnili v sklopu predpisanega gradiva na t.i. večdržavnem pregledu (multilateralnem screeningu) ter na t.i. dvostranskem (bilateralnem) pregledu zakonodaje s področja hmeljarstva. Po seznanitvi uradnikov EU z našo kmetijsko oz. hmeljarsko zakonodajo, so v vladi R Slovenije iz Bruslja dobili dodatne smernice za pripravo pogajalskih izhodišč. Ta so bila v decembru 1999 tudi pripravljena, večkrat javno predstavljena, potrjena s strani Državnega zbora ter posredovana v Bruselj.

Kljub doseganju potrebnih pravnih in kakovostnih standardov pri izvozu slovenskega hmelja pa je pri nas potrebno še ustrezno dopolniti zakonodajo na tem področju, za kar je pristojno MKGP. Sem sodijo:

- Zakon o kmetijstvu,
- Uredba o ureditvi kmetijskih trgov - Hmelj,
- Pravilnik o pogojih za delovanje in način priznavanja organizacij pridelovalcev hmelja in
- Pravilnik o evidenci sadovnjakov, hmeljišč in oljčnikov.

18.1.2.2 Mednarodna hmeljarska zveza (IHGC - IHB)

Povezovanje hmeljarjev na mednarodni ravni sega že v začetek 20. stoletja. Današnja oblika organiziranosti pa je bila zasnovana leta 1951, pri čemer so bili slovenski hmeljarji že med ustanovnimi člani zveze. Zaradi vse večjega pomena medsebojne obveščenosti se je tudi članstvo v organizaciji nenehno povečevalo. V letu 2001 povezuje MHZ že devetnajst najpomembnejših držav pridelovalk hmelja in sicer z vseh celin sveta. (Avstralija, Belgija, Bolgarija, Češka republika, Francija, Jugoslavija, Južnoafriška republika, Kitajska, Nova Zelandija, Poljska, Portugalska, Rusija, Slovaška, Slovenija, Španija, Velika Britanija, Ukrajina, ZDA, ZRN).

Izmenjava raziskovalnih, tehnoloških in tržnih informacij poteka v obliki različnih komisij znanstvene, tehnične in ekonomske, ki jim z večletnimi mandati dogovorno predsedujejo predstavniki držav članic. Predstavniki hmeljarjev, trgovci in raziskovalci pa se srečujejo na rednih sestankih komisij ter kongresih MHZ. Poslanstvo, organiziranost, članstvo ter aktivnosti organizacije so podrobneje predstavljene na spletnem naslovu <http://www.hmelj-giz.si/ihgc/>.

18.1.3 Organiziranost hmeljarjev

Učinkovita organiziranost hmeljarjev ni pomembna samo zaradi konkurenčnosti do ostalih kmetijskih panog v državi, ampak vse bolj tudi zaradi vseh izzivov in nujnosti v sklopu mednarodnega povezovanja. Oblike združenj hmeljarjev v svetu so običajno odraz pravnega reda, obsega pridelave in števila hmeljarjev ter tradicije hmeljarstva. Tako imajo države EU enoten predpis glede t.i. organizacij proizvajalcev (OP) za področje hmeljarstva s predpisano vlogo in dejavnostmi predvsem glede analiz in posredovanja statističnih podatkov ter izpolnjevanja finančnih obvez med EU in hmeljarji. V deželah Srednje in Vzhodne Evrope je še opaziti ostanke organiziranosti iz časa socializma. V deželah, kjer imajo pretežno lastništvo hmeljišč trgovci in pivovarne imajo hmeljarske organizacije zopet drugačno vlogo. Vsa združenja pa imajo nekaj skupnega. Povezujejo pridelovalce na nacionalni ravni z namenom doseganja pomembnejših skupnih interesov doma in v tujini.

Hmeljarsko združenje Slovenije - GIZ je skladno s slovensko zakonodajo od leta 1996 organizirano kot gospodarsko interesno združenje. Pomembna naloga združenja je v celovitem povezovanju slovenskih pridelovalcev hmelja oz. pravnih in fizičnih oseb, ki se širše ukvarjajo s hmeljarstvom. Podrobneje je bila Pogodba o ustanovitvi HZS objavljena v Hmeljarju (5-6/1998, s. 56-60).

Združenje kot naslednik predhodnih oblik organizacij slovenskih hmeljarjev je bilo osnovano z namenom, da zagotavlja enotnost slovenskih hmeljarjev, ustrezne ekonomske pogoje za pridelavo, olajša in pospešuje dejavnost svojih članov na področju pridelave, predelave, razvoja in raziskav ter trgovine s hmeljem ter usklajuje člane združenja pri opravljanju njihove dejavnosti. Na spletu je predstavljeno na naslovu <http://www.hmelj-giz.si>. Konec 90tih let pa se zaradi velikih lastninskih in strukturnih sprememb v Sloveniji, pa tudi zaradi spreminjajočih se svetovnih tržnih razmer, pojavi težnja po spremenjeni obliki organiziranosti slovenskih hmeljarjev.

Pomembno vlogo v hmeljarstvu predstavlja tudi **Hmeljna komisija Slovenije**, ki kot državni organ RS (<http://www.hmelj-giz.si/mp-pri.htm>) in sicer:

- spremlja površine, zasajene s hmeljem, količino pridelka in izvajanje zaščite pred boleznimi, škodljivci in pleveli in vodi o tem evidenco;
- potrjuje prijavo pridelka;
- ugotavlja, ali hmelj v storžkih izpolnjuje pogoje iz Pravilnika o kakovosti hmelja (1993);
- določa letne tipske vzorce po kultivarjih za razvrstitev v kakovostne razrede;
- razvršča hmelj v kakovostne razrede;
- ugotavlja izpolnjevanje pogojev za pridobitev oznake slovenskega oz. ožjega geografskega porekla hmelja;
- izdaja kontrolna potrdila (certifikate) oz. potrdila, da je bil hmelj pridelan v RS in nadzira oznamkovanje hmelja;
- preverja in ugotavlja, da prostori za skladiščenje oznamkovanega hmelja in prostori za oznamkovanje hmelja izpolnjujejo pogoje iz tega pravilnika.



18.2 OŽJIVIDIK GOSPODARSKE KONKURENČNOSTI V HMELJARSTVU

18.2.1 Pomen proizvodno-stroškovnih analiz

V kmetijski pridelavi se tesno prepletata tehnološki in ekonomski vidik presoje in odločitev. O prvem govorimo takrat, kadar proučujemo tehnološke postopke ločeno od ekonomskih učinkov njihovega uvajanja. Šele ekonomska presoja tehnoloških postopkov nam lahko pove, ali je njihova uvedba v prakso smiselna, oz. kakšne učinke lahko od nje pričakujemo. Predhodna ekonomska analiza nas torej opozori, v katerem delu pridelave in v katero smer je potrebno izboljšati tehniko analizirane kmetijske pridelave.

Proizvodno stroškovne analize so lahko bolj ali manj celovite. Običajno pa so večnamenske, pri čemer nam služijo:

- za ugotavljanje potrebnega materiala letne pridelave,
- za določanje lastne cene proizvodov,
- za stroškovno primerjavo posameznih posestev s standardnimi modelnimi izračuni,
- za primerjalne analize z ostalimi kmetijskimi panogami,
- za ugotavljanje dohodka na posestvih,
- kot osnova za ukrepe agrarne politike...

Stroške pridelave hmelja po različnih metodah spremljajo in analizirajo praktično v vseh deželah pridelovalkah. V posebnem vsakoletnem poročilu EU služijo kalkulacije celotnih stroškov pridelave hmelja za ugotavljanje višine podpore hmeljarjem.

18.2.2 Uporaba modelov pri podjetniških odločitvah

Zaradi lažjega študija problemov v kmetijstvu lahko posamezne sisteme ali njihove dele poenostavimo z različnimi modeli. Ti so lahko glede na izbrani sistem obravnave in s tem rabo modelov biološki, tehnološki, ekonomski... ali pa tudi kombinirani. Tudi v hmeljarstvu je že dalj časa v rabi tehnološko-ekonomski model.

S pomočjo študija stroškov posameznih postopkov pridelave lahko ugotovljamo, kakšen je delež posameznih faz in vrst stroškov (stroški osnovnih sredstev, materiala in dela) v skupnih stroških pridelave hmelja. Tistim, ki predstavljajo največji delež, je smiselno v postopku racionalizacije posvetiti največ pozornosti. Zato je tu potrebno medsebojno dopolnjevanje tehnološkega in ekonomskega znanja. Nesmiselne so tehnološke rešitve, ki niso ekonomsko upravičene in obratno.

18.2.2.1 Model izračuna neposrednih stroškov pridelave hmelja - izračuna pokritja

Pri izračunu pokritja upoštevamo le del stroškov, neposredno povezanih z določeno kmetijsko pridelavo. Pokritje dobimo, ko od prihodka odštejemo spremenljive stroške. Predstavlja prispevek za kritje stalnih stroškov in dobička. Metoda pokritja ni celovita, še posebej pa ni ustrezna za stroškovne analize kapitalno intenzivnih kmetijskih panog, kot je npr. hmeljarstvo. Je pa po drugi strani enostavna in omogoča površno primerjavo med posameznimi panogami pridelave.

Podatki ter postopek za izračun pokritja (F), kot tudi poslovnega rezultata (I) so prikazani v zasenčenem okvirju.

- Pridelek (kg/ha)
- Prihodek od prodaje (SIT/kg)
- Intervencije (SIT/ha)
- Prihodek (SIT/ha)
- Spremenljivi stroški (SIT/ha)
- **Pokritje (SIT/ha)**

$$D = A * B + C$$

$$F = D - E$$

$$I = F - (G + H)$$

- Obračun delovnih ur (ur/ha)
- Amortizacija (SIT/ha)
- **Poslovni rezultat (SIT/ha)**

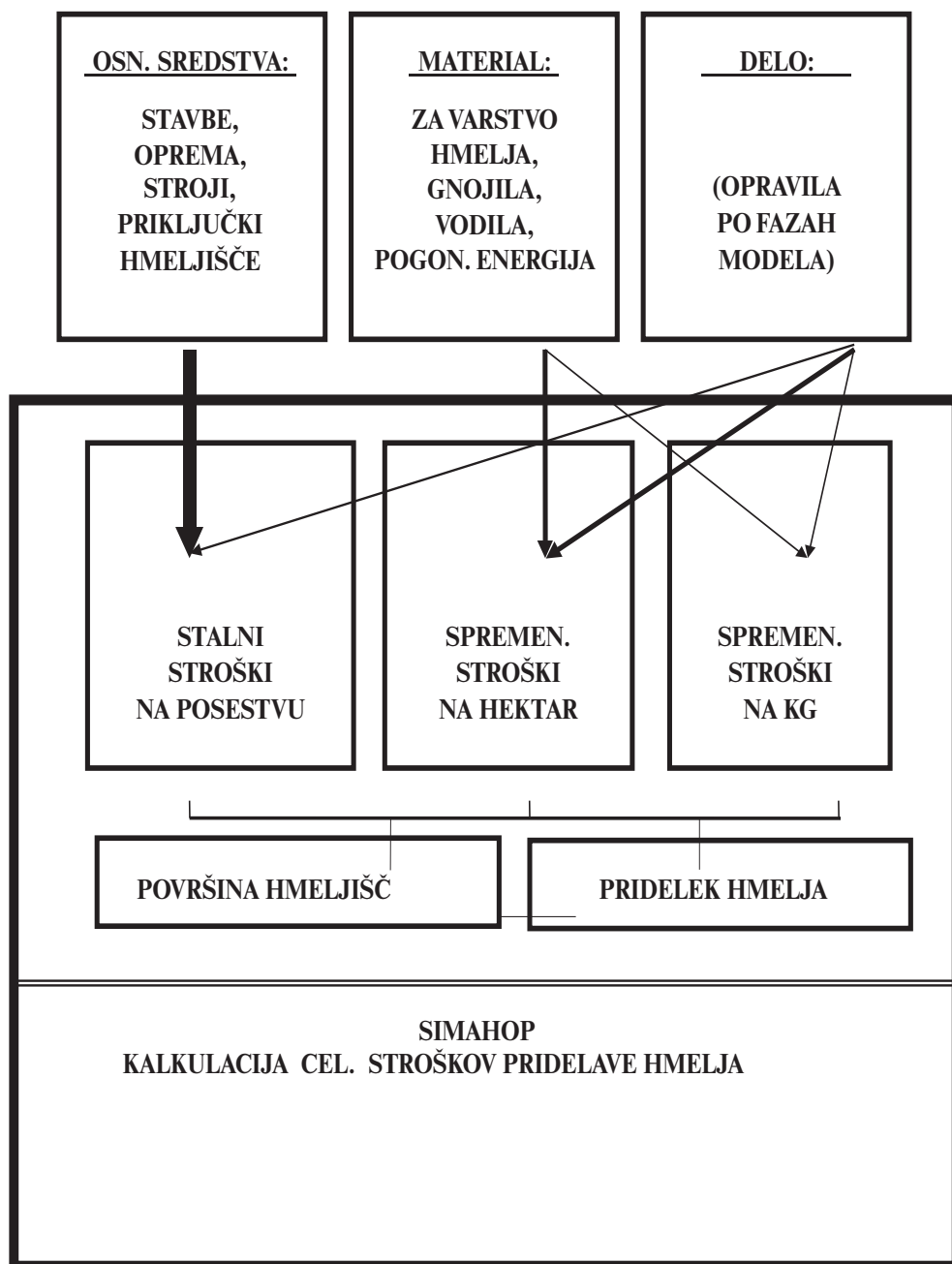
18.2.2.2 Model izračuna celotnih stroškov pridelave hmelja

V tabeli 48 je predstavljeno modelno izhodišče za izračun celotnih stroškov pridelave hmelja, ki je v rabi na IHP Žalec. Namen uporabe je predvsem v spremljanju stroškov po enoti površine (SIT/ha) in s tem tudi za primerjavo modelno izračunane lastne cene s tržno.

Tabela 48: Primer kalkulacije modelnih stroškov za hmeljarstvo (IHP Žalec, 1999)

Faze	Ročno delo SIT/ha	Strojne storitve SIT/ha	Stroški materiala SIT/ha	Neposredni stroški SIT/ha
1. Temeljna obdelava	5.063,68	19.028,93		24.092,61
2. Gnojenje s hlevskim gnojem	10.825,74	60.381,25	36.000,00	107.206,99
3. Odgrinjanje in rez	22.145,90	34.478,12		56.624,02
4. Napeljava vodil	45.478,41	12.716,00	22.987,70	81.182,11
5. Oskrba rastlin	106.056,26			106.056,26
6. Gnojenje z mineralnimi gnojili	1.580,26	4.749,08	13.356,00	19.685,34
7. Letna obdelava - dognojevanje	6.645,72	30.111,99	28.196,00	64.953,71
8. Varstvo hmelja (FFS)	8.830,32	51.100,81	60.320,00	120.251,13
9. Namakanje	11.454,60	14.036,71		25.491,31
10. Spravilo pridelka	224.243,34	84.220,29	56.208,00	364.671,63
SKUPAJ (1-10)	442.324,23	310.823,18	217.067,70	970.215,11
11. Zavarovanje pridelka				43.008,00
12. Stroški osnovnih sredstev				543.095,00
Amortizacija osnovnih sredstev (OS)				362.167,00
Investicijsko vzdrževanje OS				155.145,00
Zavarovanje OS				25.783,00
SKUPAJ stroški (1-12)				1.556.318,11

Za podrobnejše raziskovalno in svetovalno delo pa je v nadaljevanju predstavljen tudi simulacijski model SIMAHOP (slika 39, tabela 49). Sestavljata ga proizvodni in ekonomski podmodel. Prvi podmodel vsebuje tehnološke podatke o osnovnih sredstvih, materialu in tehniki pridelave. Drugi, ekonomski, pa omogoča prikaz treh skupin stroškov. Oba modela sta podatkovno med sabo povezana, s čimer je omogočen izračun celotnih stroškov pridelave hmelja na enoto pridelka (SIT/kg).



Slika 39: Vsebinski prikaz sestave simulacijskega modela SIMAHOP

Tabela 49: Primer izračuna delovnih ur po fazah pridelave hmelja s pomočjo simulacije modela SIMAHOP za izbrano posestvo (SIMAHOP, 1997)

Oznaka	Opravila v hmeljišču (po modelu)	Strojne ure/ha	Traktorske ure/ha	Ročne ure/ha	Strojne ure %	Traktor. ure %	Ročne ure %
2	Obdelava tal (3x)	-	2,9	2,9	0,00	4,62	0,44
3	Spomladanska dela	-	10,9	255,7	0,00	17,36	38,38
3/A	Odoravanje hmelja	-	1,5	10,9	0,00	2,39	1,64
3/B	Rez hmelja	-	2,7	5,8	0,00	4,30	0,87
3/C	Napeljava vodil	-	5,6	67,0	0,00	8,92	10,06
3/D	Čiščenje in navijanje	-	-	155,1	0,00	0,00	23,28
3/E	Dosajevanje	-	-	15,8	0,00	0,00	2,37
3/F	Ogolitev spod. dela trt	-	1,1	1,1	0,00	1,75	0,17
4	Gnojenje (2x)	1,2	5,0	6,1	2,93	7,96	0,92
5	Varstvo hmelja (4x)	2,9	5,1	5,7	7,09	8,12	0,86
6	Namakanje (2x)	16,5	16,9	17,6	40,34	26,91	2,64
7	Spravo hmelja	20,3	22,0	378,2	49,63	35,03	56,77
7/A	Obiranje	13,3	21,2	296,3	32,52	33,76	44,48
7/B	Sušenje	7,0	0,8	81,9	17,11	1,27	12,29
Skupaj		40,9	62,8	666,2	100,0	100,0	100,0

Pri podjetniških odločitvah v hmeljarstvu veljajo nekatera splošna načela:

- (1) Kratkoročno velja ohraniti proizvodnjo tako dolgo, dokler pokriva vsaj neposredne spremenljive stroške.
- (2) Zaradi racionalizacije dela pri sodobni tehnologiji pridelave hmeljarski delavci v delovnih konicah niso več omejitveni dejavnik za povečanje obsega proizvodnje (1 delavec (PDM) naj bi obdelal 2-4 ha hmeljišč).
- (3) Povečan obseg pridelave pogojno znižuje pridelovalne stroške. Vedno bolj mehanizirana tehnika pridelave, s katero smo zamenjali pretežen del hmeljarskih delavcev zahteva sedaj večji kapitalni vložek, s tem pa zveča stroške osnovnih sredstev. Le s povečanjem obsega proizvodnje do meje optimalnega izkoriščanja osnovnih sredstev (posamezne kmetije ali več kmetij s skupno rabo osnovnih sredstev) je mogoče to vrsto stalnih stroškov preračunanih na enoto pridelka zmanjšati tudi do 50 %.

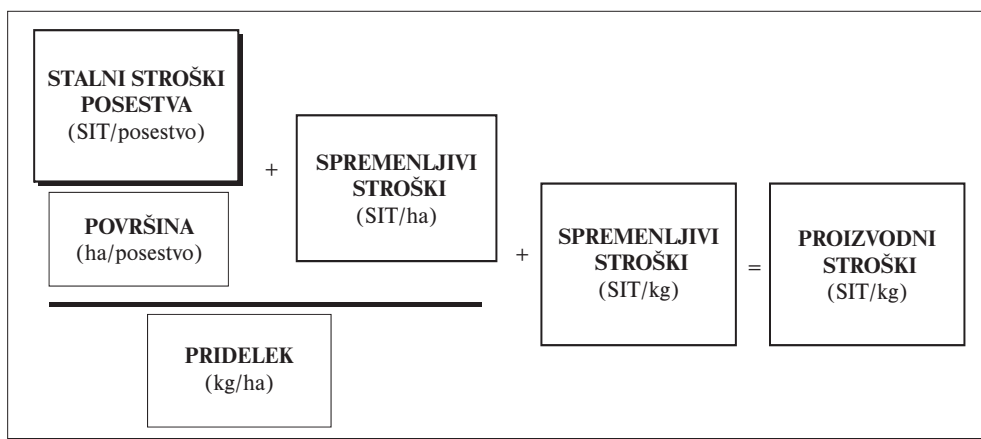
Iz navedenega sledi potreba po pravilni ekonomski presoji. Najprej kvalitativno s pomočjo logičnih povezav problemov in možnih rešitev s kvalitativnimi modeli. Te uporablja metoda sistemskega inženiringa. Nato pa še kvantitativno s proizvodno-ekonomskimi modeli, ki ustrezno upoštevajo obseg pridelave (velikost kmetij, hektarske pridelke). Taki ekonomski modeli pa zahtevajo členitev stroškov glede na obseg pridelave. Ne le na stalne in spremenljive stroške. Še natančnejša delitev upošteva 3 skupine stroškov:

1. Prva skupina stroškov so *stalni* (relativno stalni) *stroški*, ki so opredeljeni že z odločitvijo za hmeljarsko usmeritev in z izbiro tehnike pridelave. V to skupino spadajo predvsem stroški osnovnih sredstev (amortizacija, vzdrževanje, zavarovanje, stroški vloženega kapitala) ter nekateri splošni stroški, kamor sodi tudi plačilo stalno zaposlenih na posestvu. Značilno zanje je, da niso neposredno odvisni od obsega pridelave in da glede na obseg (velikost posestva) določajo meje optimalnega obsega pridelave. S pomočjo modelne simulacije je možno te meje natančneje določiti, predvsem z vidika teže vpliva posameznih skupin osnovnih sredstev nanje. To je zelo pomembno vprašanje, če vemo, da lahko predstavljajo stroški osnovnih sredstev tudi okoli 40 - 50% vseh stroškov pridelave hmelja.

Tovrstne študije služijo lahko tudi za določanje optimalne površine hmeljišč na kmetiji, oz. v okviru strojnih krožkov.

- Druga skupina stroškov so **spremenljivi stroški na enoto površine** (ha). Sem uvrščamo večji del stroškov dela, materiala, strojnih storitev in drugih stroškov, katerih obseg je odvisen od površine in jih računamo na hektar. V hmeljarstvu lahko predstavljajo okrog 30% od skupnih stroškov. Stroške gnojenja na primer zaenkrat uvrščamo v to skupino stroškov (tako so navadno podani tudi tehnološki podatki o porabi gnojil na hektar) seveda pod predpostavko, da gnojimo za določen optimalni pridelek. Po logiki pa so to tipična vlaganja, ki vplivajo na pridelek in bi jih po določenem funkcijskem input-output razmerju morali računati na enoto pridelka.
- Tretja skupina stroškov so **spremenljivi stroški na enoto pridelka**. V hmeljarstvu predstavljajo od 20 - 25% vseh stroškov. Sem spada del stroškov spravljjanja pridelka, kurivo za sušenje, zavarovanje pridelka ter prispevki in ostali stroški vezani na enoto pridelka. Z razvojem tehnike pridelave se je delež teh stroškov zelo zmanjšal na račun povečanja deleža stalnih stroškov na kmetijo. Prav to dejstvo odločilno vpliva na podjetniške odločitve hmeljarjev glede zmanjšanja pridelave zaradi znižanja cen na trgu.

Tak način razvrščanja stroškov je pomemben za razumevanje gibanja stroškov v zvezi s strukturnimi spremembami, oz. za ekonomiko obsega pridelave (po površini in hektarskih pridelkih). Za vrsto ekonomskih presoj - posebno za smotrnost dodatnih vlaganj in alternativnih odločitev - je smiselno tudi ugotavljanje mejnih in t.i. oportunitetnih stroškov (stroškov zamujenih priložnosti).



Slika 40: Obrazec izračuna skupnih stroškov pridelave hmelja po modelu SIMAHOP

V okviru sistemske analize hmeljarske panoge je potrebno torej nenehno pozornost posvečati področjem:

- spremljanje in odzivanje na svetovne tržne razmere v trženju, raziskavah, svetovanju in pridelavi hmelja,
- promocijo hmelja, še posebej njegovih primerjalnih prednosti tako doma kot v tujini,
- učinkovito organiziranost hmeljarjev glede za uspešno lobiranje in
- aktivno sodelovanje z različnimi mednarodnimi organizacijami in združenji.

Za ohranitev panožne gospodarske konkurenčnosti je nujno, da se - glede na svoje poslanstvo - aktivno vključujejo prav vsi člani slovenske hmeljarske infrastrukture.

18.3 LITERATURA

Barth Report. Hops. 1990-2000. Joh.Barth&Sohn, Nürnberg, BRD.

Četina, A., Pavlovič, M. Ekonomska presoja pridelave hmelja. Hmeljar (Žalec), 67, 1998, 7, s. 94-97.

Gradivo sekretariata Mednarodne hmeljarske zveze (IHGC), <http://www.hmeljgiz.si/ihgc>

Pavlovič, M. Systemanalyse internationaler Hopfenwirtschaft und Entwicklung des Simulationsmodells für die technologisch-ökonomische Analyse auf Hopfenanbaubetrieben in Slowenien. Verlag Dr. Kovač, Hamburg 1997, 184 S., ISBN: 3-86064-524-2.

Pavlovič, M. Elementi povpraševanja in ponudbe hmelja. Hmelj. bilt., 5, 1998, s. 5-14.

Pavlovič, M. Nadaljevanje koncentracije svetovne trgovine s hmeljem: (poročilo s spomladanskih sej komisij Mednarodne hmeljarske zveze v letu 1999). Hmeljar (Žalec), 68, 1999, 5-7, s. 51-53.

