

GDK 164:176.1 *Malus sylvestris* (L.) Mill. (497.4)(045)=163.6

Morfološka variabilnost lesnike (*Malus sylvestris* (L.) Mill.) v Sloveniji in smernice za njeno dolgoročno ohranitev

Morphological Variability of European Crab Apple (Malus sylvestris (L.) Mill.) in Slovenia and Guidelines for its Long-term Preservation

Kišek MATEJA¹, Kristjan JARNI², Robert BRUS³

Izvleček

Kišek, M., Jarni, K., Brus, R.: Morfološka variabilnost lesnike (*Malus sylvestris* (L.) Mill.) v Sloveniji in smernice za njeno dolgoročno ohranitev. Gozdarski vestnik, 73/2015, št. 9. V slovenščini z izvlečkom in povzetkom v angleščini, cit. lit. 43. Prevod avtorji, jezikovni pregled angleškega besedila Breda Misja, slovenskega Marjetka Šivic.

Lesnika (*Malus sylvestris* (L.) Mill.) je v Sloveniji domorodna, a razmeroma slabo raziskana drevesna vrsta. S pomočjo natančne morfometrijske analize smo proučili 97 dreves iz devetih populacij. Na podlagi najprimernejših morfoloških znakov za prepoznavanje lesnike – dlakavosti listov in premera plodov – smo le 44 % od vseh 36 analiziranih dreves, ki so obrodila, določili kot lesniko, druga drevesa pa so domnevno križanci med lesniko in žlahtno jablano (*Malus ×domestica* Borkh.), bodisi podivjani križanci žlahtnih jablan. Rezultati kažejo, da je v Sloveniji lesnika zaradi križanja potencialno ogrožena redka drevesna vrsta. Za njeno uspešno ohranitev je ključnega pomena njeno zanesljivo prepoznavanje. Kot najprimernejša znaka za njeno določanje sta se izkazala dlakavost listov (nič ali le malo dlakavi listi) in premer plodov, enak ali manjši od 35 mm. Značilna je tudi rumena barva plodov brez rdečih odtenkov. Za uspešno ohranitev bo lesniki treba nameniti več pozornosti pri gojitvenih ukrepih in pri zagotavljanju preverjenega in certificiranega gozdnega razmnoževalnega materiala.

Ključne besede: Lesnika, *Malus sylvestris* (L.) Mill., žlahtna jablana, *Malus ×domestica* Borkh., križanci, morfometrija, smernice za ohranjanje lesnike

Abstract

Kišek, M., Jarni, K., Brus, R.: Morphological Variability of European Crab Apple (*Malus sylvestris* (L.) Mill.) in Slovenia and Guidelines for its Long-term Preservation. Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry), 67/2009, vol. 7-8. In Slovenian, abstract and summary in English, lit. quot. 43. Translated by the authors, proofreading of the English text Breda Misja, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

European crab apple (*Malus sylvestris* (L.) Mill.) is indigenous and relatively poorly studied tree species in Slovenia. Through detailed morphometric analysis, we examined 97 trees from 9 populations. Based on the most appropriate morphological characters for identification of European crab apple, hairiness of leaves and diameter of fruits, only 44% of 36 analyzed trees represented European crab apple. Other trees are potential hybrids of European crab apple (*Malus ×domestica* Borkh.) or feral cultivars. Our results show that European crab apple is a rare and potentially vulnerable tree species in Slovenia. Reliable identification is the most important for successful preservation. The most appropriate traits for determination are hairiness of leaves (hairless leaves) and fruit diameter (equal or less than 35 mm). Typical are also yellow color of the fruit without red color. In order to successfully preserve European crab apple, more attention should be paid to cultivation measures. It is essential to provide verified and certified forest reproductive material.

Key words: European crab apple, *Malus sylvestris* (L.) Mill., cultivated apple, *Malus ×domestica* Borkh., hybrids, morphometry, guidelines for conservation of European crab apple

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Lesnika (*Malus sylvestris* (L.) Mill.) je po vsej Sloveniji razširjena drevesna vrsta iz rodu *Malus*. Dobro je prilagojena na naše rastišče in podnebne razmere. Zaradi njenega velikega pomena v ekosistemi je ena izmed drevesnih vrst, ki bi ji bilo treba nameniti več pozornosti. V devetdesetih letih

prejšnjega stoletja je bila v slovenskem prostoru opredeljena kot potencialno ogrožena drevesna

¹ M. K., mag. inž. gozd., UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, mateja.kisek@bf.uni-lj.si

² Dr. K. J., UL BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana

³ Prof. dr. R. B., UL BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana

vrsta (Brus, 1995), na seznamu IUCN ogroženih drevesnih vrst pa ima status »DD« (ang. »data deficient«) (Kik in sod., 2013).

Lesnika navadno raste posamično in nikjer ne gradi samostojnih sestojev (Brus, 2005). V zahodni Evropi se pogosto pojavlja v grmasti obliki na gozdnem robu (Stephan in sod., 2003), pri nas pa je pogostejša kot manjše drevo in lahko zraste do višine 10 m (Kotar in Brus, 1999) (Slika 1). Njeni cvetovi so dvospolni, beli, po zunanji strani nekoliko rožnati in imajo značilne rumene prašnice, listi so premenjalno nameščeni in enostavni (Brus, 2005). Zanje je značilno, da nikoli ne postanejo bronaste, rdeče ali vijolične barve (Erfassung ..., 2013). Dolžina listov je zelo različna, od 4 cm pa vse do 10 cm (Brus, 2005; Idžojić, 2009). Za lesniko so značilni tudi trni (mrtvi, posušeni ali zlomljeni poganjki), po katerih jo ločimo od žlahtne jablane (Petrokas, 2006). Pečkati plod je do 3 cm debelo, rumenkasto jabolko s kislim in trpkim mesom (Brus, 2005). Semena se širijo izključno prek endozoohorije, semena pa raznašajo predvsem predstavniki kopitarjev in rjavi medvedi (Schnitzler in sod., 2014). Raziskave lesnike v zahodni Evropi nakazujejo na bistvene težave, s katerimi se srečujemo pri njenem ohranjanju. V evropskem prostoru jo najbolj ogroža izginjanje primernih habitatov (Jacques in sod., 2009), drobljenje populacij (Larsen in sod., 2006; Reim in sod., 2012) in morebitno križanje z različnimi sortami žlahtne jablane (*Malus × domestica* Borkh.) (Stephan in sod., 2003, Reim in sod., 2013). Za vrste iz rodu *Malus* je značilna obligatorna allogamija, to je oprasitev, pri kateri vzkalijo samo pelodna zrna, prinesena z drugih osebkov iste vrste (Coart, 2003). Nekateri raziskovalci (Czarna in sod., 2013; Cornille in sod., 2013, Cornille in sod., 2014; Larsen in sod., 2008; Larsen in Kjær, 2009; Reim, 2009; Reim in sod., 2013) trdijo, da je križanje med lesniko in domačo jablano zelo pogosto in eden izmed glavnih dejavnikov, ki jo ogroža, po drugi strani pa nekateri drugi (Coart in sod., 2003; Coart in sod., 2006; Larsen in sod., 2006; Wagner, 2004, Wagner in sod., 2014) menijo, da je ta trditev vprašljiva; po njihovem mnenju naj bi bila večina dreves, ki jih na podlagi morfoloških znakov določimo za križance, v resnici podivjani križanci kultivarjev žlahtne jablane, pri katerih so



Slika 1: Cvetoča lesnika na Notranjskem (Foto: Brus, 1997).

Figure 1: Flowering European crab apple in Notranjska (Photo: Brus, 1997).

se odrazile lastnosti njihovih prednikov, le manjši del pa naj bi bili križanci z lesniko.

Lesnika je pomembna manjšinska drevesna vrsta, ki v primeru ekoloških motenj pripomore k hitrejši obnovi gozda (Spiecker, 2006). Spada med plodonosne drevesne vrste in je pomembna v prehrani divjadi in ptic, ki se v jeseni in pozimi rade prehranjujejo z zreliimi in umedenimi plodovi (Perušek in sod., 2012). Poleg tega je vir tudi zanimivega in kakovostnega lesa. Kot redka drevesna vrsta ima omejen genski sklad (Stephan in sod., 2003). Ohranjanje naravnih populacij lesnik, ki so največkrat šibke, ogrožene in posledično izpostavljene hudim pritiskom in stresu, bi bilo lahko pomembno tudi v različnih programih žlahtnjenja žlahtne jablane (Coart, 2003). Nekatere lastnosti, pomembne za sodobno pridelavo jabolka, namreč najdemo samo v divjih vrstah iz rodu *Malus* (Viršček Marn in Stopar, 1998).

V slovenskem prostoru doslej še ni bilo raziskav, ki bi natančno obravnavale lesniko, prav tako

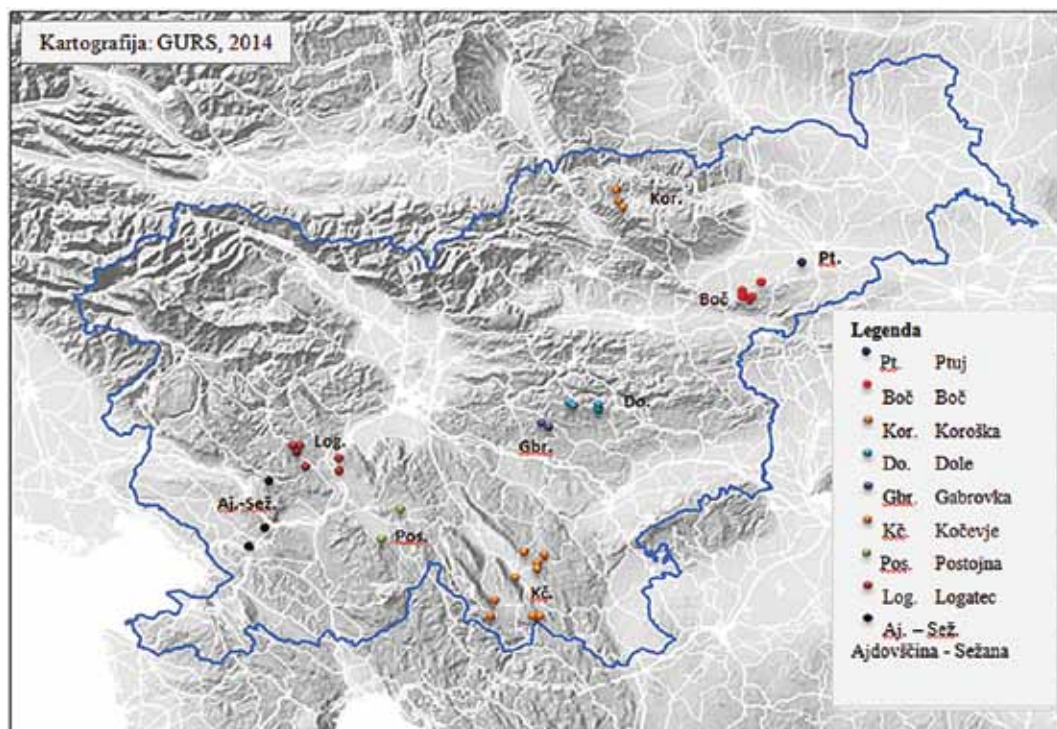
doslej ni bilo jasno, kakšno je stanje te drevesne vrste v Sloveniji. Njene dejanske razširjenosti ne poznamo, saj je zelo verjetno, da so ob rednih inventurah Zavoda za gozdove Slovenije kot lesnike pogosto označeni tudi nekateri podivjani križanci in sejanci žlahtne jabolane. Za uspešno ohranjanje lesnike je izredno pomembno zanesljivo prepoznavanje vrste in razlikovanje med čistimi lesnikami in križanci na podlagi morfoloških znakov (Jacques in sod., 2009). Glavni cilji naše raziskave so na podlagi analize devetih populacij (1) ugotoviti, kolikšna je morfološka variabilnost lesnike v Sloveniji, (2) ugotoviti, ali so v populacijah prisotni morfološki znaki, ki bi lahko nakazovali hibridizacijo, ter (3) oblikovati praktične smernice za ohranjanje te drevesne vrste v Sloveniji.

2 METODE

2 METHODS

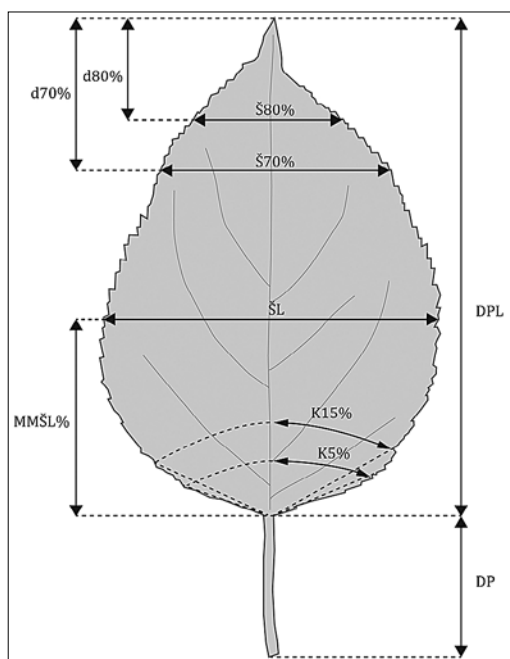
V raziskavo smo vključili drevesa, ki smo jih na podlagi obstoječega znanja o morfologiji ob

prvem pregledu opredelili za lesniko. Zelo verjetno je, da so znotraj vzorca tudi križanci med *M. sylvestris* in *M. ×domestica* ali podivjani križanci kultivarjev žlahtne jabolane, ki so lahko morfološko precej podobni lesniki. Vključenih je 97 dreves domnevne lesnike z 39 lokacij, združenih v devet prostorsko zaokroženih populacij (Slika 2). 51 % analiziranih dreves je bilo najdenih v gozdnem prostoru (gozd, gozdni rob, ob gozdnih cestah), 49 % pa v kmetijski krajini (travniki, zaraščajoča površina). S sončnega dela krošnje vsakega drevesa smo v juniju in juliju 2014 nabrali od 25 do 34 popolnoma razvitih listov s kratkih poganjkov in jih herbarizirali. Herbarizirane liste smo s pomočjo optičnega čitalnika Epson Expression 1680 prenesli v digitalno obliko. Poškodovane liste smo naknadno popravili s programsko opremo Adobe Photoshop CS, merjenje morfometrijskih znakov listov (Preglednica 1 in Slika 3) pa smo izvedli s programom Winfolia (različica: 2005), proizvajalca Regent Instruments Inc. Dlakavost listov smo ocenjevali z devetstopenjsko lestvico (Fellenberg, 2001; Wagner, 1995; Wagner, 1998),



Slika 2: Lokacije analiziranih dreves v devetih populacijah po Sloveniji.

Figure 2: Locations of analyzed trees in nine populations in Slovenia.



Slika 3: List lesnike z označenimi merjenimi morfološkimi znaki

Figure 3: Leaf with measured morphological characters.

pri čemer 1 pomeni spodnjo listno ploskev brez dlačic, 9 pa intenzivno dlakavost spodnje listne ploskve (Slika 4).

Od vseh dreves, ki so obrodila, smo v septembru 2014 pobrali 10–12 plodov z naključnih delov celotne krošnje. Plodove smo izmerili z milimetrsko natančnostjo in ocenili njihovo osnovno barvo, krovno barvo in obliko plodov (Preglednica 1). Podatke smo uredili v programu Excel (Microsoft Corporation), statistično pa smo jih ovrednotili s programoma SPSS 21.0 for Windows, proizvajalca SPSS Inc. in STATISTICA 7.0, proizvajalca Statsoft Inc. Na podlagi vzorca plodov smo za vsako proučevano drevo za merjene znake izračunali aritmetično sredino in koeficient variacije. Z morfološkimi znaki na listih smo izvedli PCA – metodo glavnih komponent (ang. »Principal components analysis«). To je multivariatna statistična metoda, ki se lahko/pogosto uporablja za razlikovanje rastlin na podlagi njihovih morfoloških znakov. V analizo smo vključili deset merjenih morfoloških znakov na listih (PL, DPL, ŠL, MMŠL %, Š70 %, Š80 %, K5 %, K15 %, DP, DLK). V analizo



Slika 4: Levo skoraj gol list lesnike (ocena 1), desno zelo dlakav list križanca (ocena 9) (Foto: Jarni, 2015).

Figure 4: Hairless leaf left (1), intensive hairy leaf right (9) (Photo: Jarni, 2015).

Preglednica 1: Merjeni ali ocenjeni morfološki znaki na listih in plodovih, njihove okrajšave in enote
Table 1: Measured or estimated morphological traits of leaves and fruits, their abbreviations and units.

	Okrajšava <i>Abbreviation</i>	Morfološki znak in enota <i>Morphological trait and unit</i>
Listi	PL	površina listne ploskve (mm ²) <i>lamina area (mm²)</i>
	Š/D	razmerje ŠL/DPL <i>lamina width/length ratio</i>
	DPL	dolžina listne ploskve (mm) <i>lamina length (mm)</i>
	ŠL	širina listne ploskve (mm) <i>lamina width (mm)</i>
	MMŠL %	mesto maksimalne širine listne ploskve (%) <i>position of max. lamina width (%)</i>
	Š70 %	širina na 70 % dolžine listne ploskve (mm) <i>width of lamina at 70% of lamina length from lamina base up (mm)</i>
	Š80 %	širina na 80 % dolžine listne ploskve (mm) <i>width of lamina at 80% of lamina length from lamina's base up (mm)</i>
	K5 % *	kot na 5 % dolžine listne ploskve (°) <i>angle at 5% of lamina length from lamina base up (°)</i>
	K15 % *	kot na 15 % dolžine listne ploskve (°) <i>angle at 15% of lamina length from lamina base up (°)</i>
	DP	dolžina peclja (mm) <i>length of leaf stalk (mm)</i>
	DLK	dlakavost lista (9-stopenjska lestvica, po Fellenberg, 2001; Wagner, 1995; Wagner, 1998) <i>leaf hairiness (9-level scale)</i>
Plo-dovi	PP	premer ploda (mm) <i>fruit diameter (mm)</i>
	VP	višina ploda (mm) <i>fruit height (mm)</i>
	DPP	dolžina peclja ploda (mm) <i>length of fruit stalk (mm)</i>
	DPP/VP	dolžina peclja ploda/višina ploda <i>length of fruit stalk/fruit height ratio</i>
	OP	oblika ploda (13-stopenjska lestvica, po Watkins in Smith, 1982) <i>fruit form (13 categories)</i>
	OBP	osnovna barva ploda (6-stopenjska lestvica, po Watkins in Smith, 1982) <i>fruit ground colour (6 categories)</i>
	KBP	krovnna barva ploda (6-stopenjska lestvica, po Watkins in Smith, 1982) <i>fruit over colour (6 categories)</i>

PCA nismo vključili znakov na plodovih zaradi majhnega deleža dreves z obrodod. Plodove smo premerili in naredili morfometrijsko analizo morfoloških znakov.

Z izračunano vrednostjo χ^2 smo preverili, ali v naši raziskavi obstaja asociacija oziroma povezanost med dvema dihotomnima spremenljivkama (Kotar, 2011) med lokacijo drevesa in obrodod drevesa.

3 REZULTATI

3 RESULTS

3.1 Morfometrijska analiza listov

3.1 Morphometrical analysis of leaves

Z morfometrijsko analizo smo ugotovili veliko variabilnost analiziranih listov (Preglednica 2). Povprečne vrednosti koeficientov variacije se gibljejo od 12,23 % (K15 %) do 25,18 % (DP). V povprečju ima najožje liste populacija Postojna

Preglednica 2: Povprečja ($\bar{x}$) in koeficienti variacije (KV %) za posamezne morfološke znake na listih, ločeno po populacijah.

Table 2: Mean values ($\bar{x}$) and coefficients of variation (KV %) for morphological traits on leaves, separately for each population.

Populacija		PL (mm ²)	Š/D	DPL (mm)	ŠL (mm)	MMŠL % (%)	Š70 % (mm)	Š80 % (mm)	K5 % (°)	K15 % (°)	DP (mm)	DLK
Ptuj	$\bar{x}$	1966,69	0,54	72,66	38,43	45,20	31,46	24,30	51,67	48,16	29,01	6,00
	KV	22,98	18,33	14,05	13,16	15,07	14,85	19,64	24,15	13,05	25,45	
Boč	$\bar{x}$	1775,32	0,65	62,31	39,89	45,71	32,73	25,38	62,15	54,84	30,31	4,22
	KV	22,02	18,78	14,36	12,67	14,47	16,41	23,60	17,81	10,80	21,78	
Dole	$\bar{x}$	1527,28	0,68	56,50	38,10	45,50	31,26	23,94	63,55	56,12	29,95	3,07
	KV	21,88	15,79	14,31	13,18	14,48	16,32	24,88	17,87	11,71	25,43	
Postojna	$\bar{x}$	1446,28	0,68	55,43	36,90	46,38	30,70	23,75	61,80	55,01	31,35	1,45
	KV	19,45	19,39	13,63	10,85	12,18	15,58	24,50	17,39	10,37	22,00	
Ajd. - Sež.	$\bar{x}$	1862,42	0,71	61,06	42,16	46,18	35,39	28,01	61,70	55,73	33,98	1,25
	KV	24,93	19,75	16,72	14,09	14,35	17,24	24,63	24,44	14,51	25,52	
Logatec	$\bar{x}$	1728,16	0,67	60,68	40,19	45,82	33,15	25,00	63,24	55,63	34,52	2,75
	KV	20,41	17,79	12,81	11,00	10,96	13,28	19,71	14,53	8,99	24,56	
Gabrovka	$\bar{x}$	2012,78	0,68	64,70	42,78	47,84	36,46	28,87	61,14	54,22	34,33	4,43
	KV	22,07	23,14	15,54	11,96	11,97	14,60	22,62	18,28	11,00	20,96	
Koroška	$\bar{x}$	1825,92	0,68	61,63	41,39	48,02	35,22	28,31	60,68	53,97	29,87	4,25
	KV	22,65	15,26	16,28	13,07	13,29	14,19	18,18	24,56	15,52	32,27	
Kočevje	$\bar{x}$	1594,41	0,69	57,21	38,46	46,45	32,38	25,29	62,07	55,23	30,99	3,04
	KV	27,03	23,63	15,39	17,29	12,17	20,43	27,52	20,71	14,13	28,64	
Skupaj	$\bar{x}$	1748,81	0,66	61,36	39,81	46,34	33,20	25,87	60,89	54,32	31,59	3,39
	KV	22,60	19,10	17,79	13,03	13,21	15,88	22,81	19,97	12,23	25,18	

Ajd.-Sež. = Ajdovščina - Sežana

(36,90 mm) in najširše populacija Gabrovka (42,78 mm), medtem ko ima najdaljše in nasploh največje liste populacija Ptuj. Ptujška populacija izstopa tudi z najmanjšim razmerjem med širino in dolžino listne ploskve ($\bar{S}/D = 0,54$), kar je posledica nekoliko ožjih listov, v nasprotju s populacijo Ajdovščina – Sežana, ki ima bolj okrogle liste. Drevesa populacije Ptuj imajo tudi manjše vrednosti kota na 5 % in 15 % dolžine listne ploskve, ki pomenijo bolj zašiljeno dno listne ploskve. Povprečna ocena dlakavosti vseh dreves je 3,39 in tudi pri tem znaku izstopa populacija Ptuj s povprečno oceno dlakavosti 6. Listi so najmanj dlakavi v populacijah Postojna (1,45) in Ajdovščina – Sežana (1,25).

Obrodilo je 36 (37 %) v analizo vključenih dreves, v vzorec pa so zajeta iz vseh populacij. V povprečju je na vzorčeno populacijo obrodilo

42 % dreves; tista z obrodом so v kmetijski krajini (51 %) in gozdnem prostoru (49 %). Pri testiranju neodvisnosti med dihotomnima spremenljivkama lokacija drevesa in obrod drevesa se povezuje med njima ni pokazala za statistično značilno ($\chi^2 = 0,08$; $\alpha = 0,77$), kar pomeni, da v naši raziskavi lokacija dreves in prisotnost obroda na drevesih nista bili značilno povezani.

3.2 Morfometrijska analiza plodov

3.2 Morphometrical analysis of fruits

Morfološka variabilnost plodov je razmeroma velika (Preglednica 3). Povprečne vrednosti koeficientov variacije za morfološke znake na plodovih se gibljejo od 16,84 (PP) do 34,97 (DPP/VP). Premer plodov (PP), ki se je pokazal kot najmanj variabilen morfološki znak na plodovih,

je tudi najprimernejši znak za določanje lesnike (Petrokas in Danusevičius, 2000; Jacques in sod., 2009; Schnitzler in sod., 2014). Na podlagi premera plodov smo ugotovili izstopanje populacije Ptuj, ki ima precej velike plodove (v povprečju 42,43 mm). Prav tako se veliki plodovi pojavljajo v koroški populaciji (premer v povprečju 43,00 mm), vendar pa je bilo v tem primeru v analizo vključeno malo plodov z le dveh dreves, zato moramo biti pri interpretaciji teh rezultatov nekoliko previdni. Nasprotno imata najmanjše plodove populaciji Postojna (28,00 mm) in Logatec (27,57 mm). Slika 5 prikazuje oblike analiziranih plodov; največ jih je (47,22 %) bilo sploščene okroglaste oblike. Druga pomembna znaka, ki smo ju ocenjevali na plodovih, sta njihova osnovna in krovna obarvanost (Slika 6); 58,23 % plodov je imelo rumeno osnovno barvo, 37,97 % rumeno-zeleno, 3,80 % pa zeleno. Plodovi so bili rumene, rumeno-zelene ali zelene barve brez krovne obarvanosti v 75 %, medtem ko je bilo 19,44 % plodov krovno obarvanih rdeče in 5,56 % rožnato.

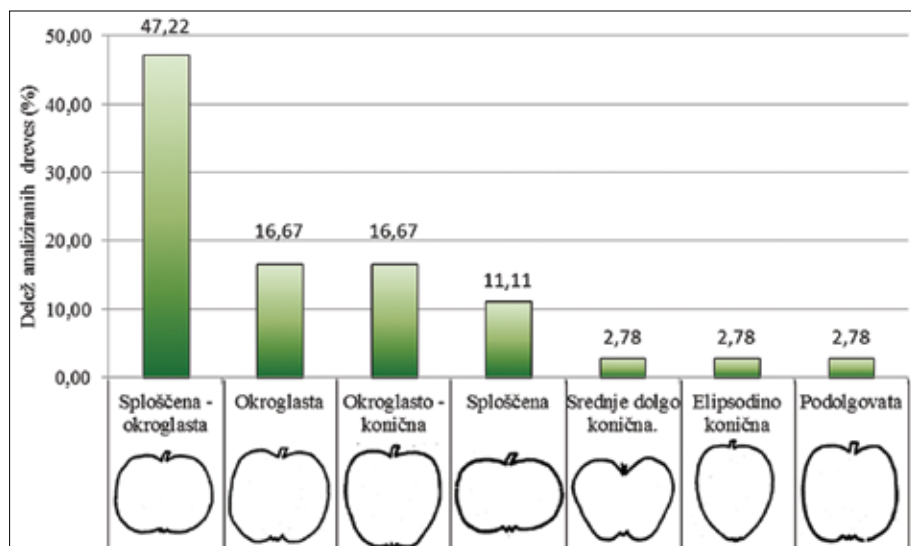
Na podlagi premera plodov in dlakavosti listov smo razvrstili drevesa z obrodod (Preglednica 4). Glede na dlakavost listov naj bi kot prave lesnike lahko določili drevesa s premerom plodov ≤ 35 mm in hkratno oceno dlakavosti od 1 do 4. Takšnih dreves je bilo v našem primeru 44 %.

Preglednica 3: Povprečja ($\bar{x}$) in koeficienti variacije (KV %) za premer plodov (PP), višino plodov (VP), dolžino pecljev plodov (DPP) in razmerje med dolžino pecljev plodov in višino plodov (DPP/VP), ločeno po populacijah.

Table 3: Mean values ($\bar{x}$) and coefficients of variation (KV %) for fruit diameter (PP), height of fruits (VP), length of fruit stalks (DPP) and length of fruit stalk/fruit height ratio (DPP/VP), separately for each population.

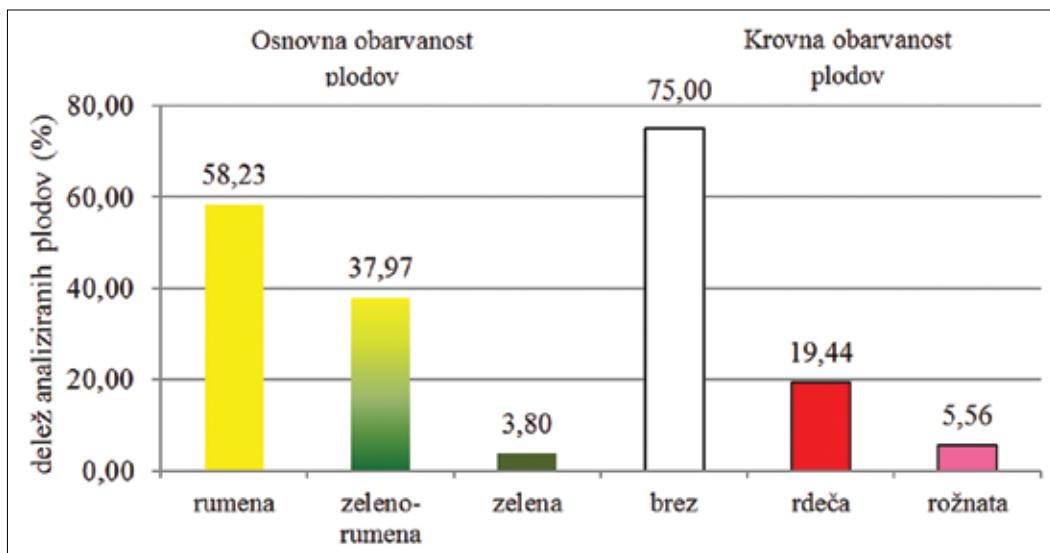
Populacija		PP (mm)	VP (mm)	DPP (mm)	DPP/VP
Ptuj	$\bar{x}$	42,43	33,43	15,30	0,47
	KV	16,16	18,84	18,75	18,28
Boč	$\bar{x}$	35,34	29,66	10,33	0,35
	KV	14,80	11,88	32,28	29,86
Dole	$\bar{x}$	32,17	29,69	14,23	0,51
	KV	19,20	23,36	33,32	40,74
Postojna	$\bar{x}$	29,33	26,50	16,17	0,62
	KV	13,27	19,29	27,86	27,26
Ajd. - Sež.	$\bar{x}$	32,25	32,04	17,67	0,55
	KV	11,47	10,35	22,87	21,47
Logatec	$\bar{x}$	29,50	27,50	17,50	0,63
	KV	16,78	2,57	60,61	58,49
Gabrovka	$\bar{x}$	38,46	46,40	12,89	0,39
	KV	21,69	163,49	39,07	44,56
Koroška	$\bar{x}$	43,00	39,75	6,25	0,16
	KV	21,82	18,64	24,00	35,45
Kočevje	$\bar{x}$	31,93	29,18	10,04	0,35
	KV	16,35	13,74	34,91	38,59
Skupaj	$\bar{x}$	34,935	32,683	13,374	0,448
	KV	16,84	31,35	32,63	34,97

Ajd. - Sež. = Ajdovščina - Sežana



Slika 5: Deleži posameznih oblik plodov, s skicami oblik (Watkins in Smith, 1982), (N = 36 dreves).

Figure 5: Proportion of each fruit shape with drawings of each shape (Watkins in Smith, 1982), (N = 36 trees).



Slika 6: Osnovna in krovna obarvanost analiziranih plodov (N = 36 dreves).

Figure 6: Ground and over colour of the analysed trees (N = 36 trees).



Slika 7: Značilni rumeno-zeleni plodovi lesnike (Foto: Jarni, 1997).

Figure 7: Typical yellow-green fruits (Photo: Jarni, 2015).

Preglednica 4: Razvrstitev analiziranih dreves na podlagi premera plodov (N = 36). Podčrtane vrednosti predstavljajo drevesa, ki so na podlagi omenjenih meril prepoznana kot lesnike.

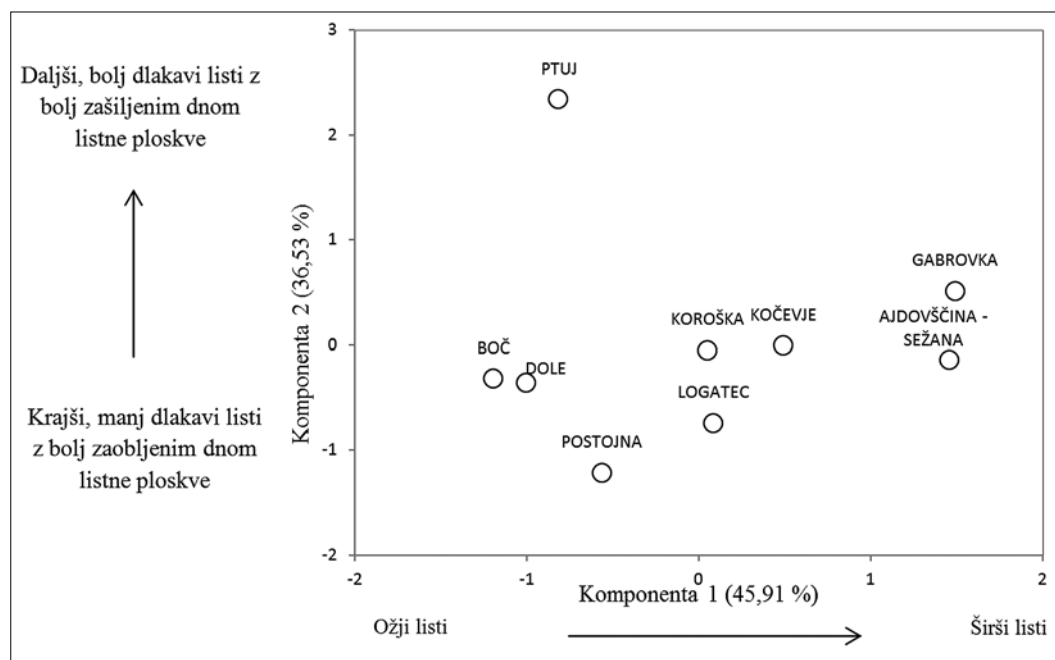
Table 4: The classification of trees, analysed on the basis of diameter of fruits and hairiness of leaves (N = 36). Underlined values represent trees, identified as European crab apple.

Premer plodov (mm)	Dlakavost listov								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
≤ 35	<u>6</u>	<u>6</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	2	2	1	0	0
> 35	0	1	2	1	4	5	2	0	0
Skupaj	6	7	4	3	6	7	3	0	0

3.3 PCA analiza listov

3.3 PCA analysis of leaves

Od skupno desetih komponent, kolikor jih je bilo sintetiziranih v analizi PCA, smo s prvima glavnima komponentama pojasnili 82 % celotne variance (Slika 8). S prvo komponento, ki pojasnjuje 45,92 % celotne variabilnosti, najbolj korelirajo širine listne ploskve (ŠL, Š70 % in Š80 %), z drugo komponento, ki pojasnjuje 36,53 % celotne variabilnosti, pa dolžina listne ploskve (DPL), polovična kota na 5 % (K5 %) in 15 % (K15 %) dolžine liste ploskve ter dlakavost listov (DLK)



Slika 8: PCA: Razpršenost populacij lesnike vzdolž prve in druge komponente.

Figure 8: The distribution of populations of European crab apple along the first and second components.

Preglednica 5: Korelacije med posameznimi morfološki-mi znaki in prvima dvema sintetičnima komponentama pri PCA analizi.

Table 5: Correlation between morphological traits and the first two synthetic components in PCA analysis.

Morfološki znak	Komponenta 1	Komponenta 2
PL	0,582	0,799
DPL	0,118	0,984
ŠL	0,983	0,081
MMŠL %	0,536	-0,286
Š70 %	0,994	-0,038
Š80 %	0,906	-0,117
K5 %	0,287	-0,910
K15 %	0,286	-0,944
DP	0,715	-0,151
DLK	0,241	0,803
Kumulativa pojasnjene variance (%)	45,92	82,45

(Preglednica 5). Druga komponenta razlikuje populacijo Ptuj od preostalih populacij. Zanje so značilni daljši, bolj podolgovati in dlakavi listi s krajšim listnim peceljem. Vzdolž prve komponente nastaja tudi kontinuiran raztros populacij. V populacijah Boč in Dole so drevesa z najožjimi listi, nasprotno pa imajo drevesa v populacijah Ajdovščina – Sežana in Gabrovka najširše liste. Geografsko pogojenega spreminjanja velikosti morfoloških znakov nismo odkrili.

4 RAZPRAVA

4 DISCUSSION

Ugotovljena morfološka variabilnost listov in plodov lesnike je zelo velika. Najbolj variabilni listni znak je dolžina listnega peclja (DP), najmanj pa polovični kot, ki ga omejuje rob lista na 15 % dolžine listne ploskve (K15 %). Dolžina listne ploskve (DPL) lesnike, ki je v literaturi definirana vse od 4 cm (Brus, 2005; Idžojtić, 2009; Šilić, 2005; Wagner, 1995;) pa do 10 cm (Brus, 2005; Idžojtić, 2009), v naši raziskavi v povprečju znaša 6,13 cm. Prav tako oblika plodov lesnike ni natančno določena (Reim in sod., 2012) in se spreminja od okroglaste,

okroglasto konične do sploščene in sploščeno okroglaste. Plodovi teh oblik predstavljajo večino analiziranih plodov v naši raziskavi (80,56 %). Nasprotno kot oblika pa sta osnovna (OBP) in krovna barva plodov (KBP) v literaturi opredeljeni kot razmeroma dobra razlikovalna znaka (Reim in sod., 2012). Osnovna barva plodov prave lesnike se lahko spreminja od rumene do rumeno-zelene, izrazito rdeče ali rožnato krovno obarvani plodovi pa so najverjetneje plodovi križancev (Wagner, 1995; Reim in sod., 2012). Najmanj spremenljiv znak na plodovih je premer ploda (PP) in čeprav je pod močnim vplivom dejavnikov iz okolja (Wagner, 1995), ga mnogi avtorji navajajo za najprimernejši določevalni znak za lesniko (≤ 35 mm) (Petrokas in Danusevičius, 2000; Jacques in sod., 2009; Schnitzler in sod., 2014). Drugi znak, na podlagi katerega tudi lahko razmeroma dobro določimo lesniko, je dlakavost listov. Čeprav je to dedna lastnost, nanjo pomembno vplivajo tudi dejavniki iz okolja, kot so starost, položaj drevesa, starost listov, jakost svetlobe in zato se od leta do leta nekoliko spreminja (Keulemans in sod., 2006). Glede na dlakavost listov naj bi kot prave lesnike lahko določili drevesa z oceno dlakavosti od 1 do 4 in s hkratnim premerom plodov ≤ 35 mm (Wagner, 1998; Keulemans in sod., 2006; Larsen in sod., 2006; Jacques in sod., 2009; Czarna in sod., 2013). Kombinacija opazovanja dlakavosti listov in premera plodov se izkaže za najprimernejši način za določanje lesnike v naravi (Wagner, 1998; Keulemans in sod., 2006; Larsen in sod., 2006; Jacques in sod., 2009; Czarna in sod., 2013). Toda Jacques in sod. (2009), Coart in sod. (2003) in Reim in sod. (2012) opozarjajo, da določanje lesnik na podlagi enega ali dveh morfoloških znakov še vedno ni v celoti zanesljivo. Tako kot v našem primeru se tudi v njihovih raziskavah pojavljajo drevesa, katerih premer plodov je > 35 mm, listi pa so popolnoma brez dlačic in obratno: premer plodov je ≤ 35 mm, listi pa so razmeroma zelo dlakavi. Na podlagi dlakavosti listov in premera plodov lahko le 44 % plodonosnih dreves iz naše raziskave opredelimo kot čisto lesniko, 56 % dreves pa so potemtakem lahko različni križanci. Le-ti morda nastanejo s križanjem med lesniko in žlahtno jablano in imajo izražene vmesne morfološke lastnosti (nekoliko debelejši plodovi

in bolj dlakavi listi, kot jih ima lesnika), lahko pa nastanejo tudi s križanjem kultivarjev žlahtnih jablan, ki so podivjali in pri katerih se kar v 95 % izrazijo lastnosti divjih prednikov (npr. majhni, drobni in neakovostni plodovi) (Viršček Marn in Stopar, 1998). Natančnejše odgovore na vprašanje, kakšnega nastanka so križanci v naši raziskavi, bomo poskusili dobiti tudi s pomočjo genetske analize dreves, ki že poteka. V Belgiji (Jacques in sod., 2009) sicer ugotavljajo, da je delež križancev znatno večji v kmetijski krajini. Drevesa v sestojih so namreč razmeroma dobro zaščitena pred križanjem z bolj oddaljenimi drevesi žlahtne jablane. V našem primeru je približno polovica vseh analiziranih dreves (49 %) v kmetijski krajini, zato bi velik delež dreves z vmesnimi morfološkimi znaki morda lahko delno pojasnili tudi z lokacijo dreves.

Na Poljskem so spontane križance med lesniko in žlahtno jablano opisali kot novo vrsto *Malus ×oxysepala* A. Czarna, sp. hybr. nova. (*M. ×domestica* Borkh. × *M. sylvestris* Mill.). (Czarna in sod., 2013). Glavni morfološki znaki, na podlagi katerih naj bi to novo opisano vrsto jasno ločili od starševskih vrst, so rahlo dlakavi listi, zelo nabrekla površina semen (vidno pod elektronskim mikroskopom) in od obeh starševskih vrst daljši čašni listi (v povprečju 8,7 mm). V Sloveniji je kot morda avtohtona vrsta omenjena še dlakavolistna jablana *Malus dasycphylla* Borkh. (Martinčič in sod., 1969; Martinčič in sod., 2007), ki po svojih morfoloških značilnosti prav tako spominja na križance med lesniko in žlahtno jablano in je tudi ena od izvornih vrst, udeleženih v križanjih, iz katerih so vzgajali žlahtne jablane. Dlakavolistna jablana je po svojem habitusu zelo podobna lesniki, prepoznali pa naj bi jo po dlakavih listih, od 4 do 5 cm debelih plodovih, rumene ali rdeče barve (Brus, 2005; Tutin in sod., 2010). Ob tem grobem opisu je utemeljeno vprašanje, ali domnevno prisotna drevesa dlakavolistne jablane v Sloveniji morda niso le spontani križanci. Za zanesljiv odgovor bodo vsekakor potrebne nadaljnje raziskave.

Obrod lesnike je na splošno od leta do leta zelo različen. Delež analiziranih dreves z obrodom (37 %) je podoben kot v raziskavah na Danskem (Larsen in sod., 2006) in v Belgiji (Jacques in sod., 2009), a precej manjši kot v Nemčiji, kjer je obrodilo kar 84 % dreves (Reim in sod., 2012).

Na splošno velja, da je obrod v strnjanih gozdovih redkejši in količinsko manjši kot obrod na prostem (Schnitzler in sod., 2014), vendar naši rezultati tega ne potrjujejo. Pogostnost in količina obroda se namreč spreminjata in sta odvisni od vremenskih razmer v času cvetenja, temperatur, dostopnosti hranil in vode (Kraigher, 1996), prisotnosti oprasevalcev (Larsen in sod., 2006), zdravstvenega stanja drevesa, semenskih let in onesnaženja. Kombinacije različnih dejavnikov lahko povzročijo neugodne razmere za cvetenje in tvorbo plodov v gozdnem prostoru in na prostem.

Na podlagi analize PCA smo ugotovili, da so populacije v prostoru razporejene brez geografsko pogojene strukture. Populacije, ki so si morfološko najbolj podobne (npr.: Boč in Dole ali pa Koroška, Logatec in Kočevje), nimajo jasnih skupnih habitatnih ali kakšnih drugih značilnosti, ki bi jih povezovale. Ugotovili smo močno izstopanje populacije Ptuj, ki je verjetno v celoti hibridnega izvora. Vsa drevesa iz te populacije so na Hajdini pri Ptuj in so bila nasajena pred okrog dvajsetimi leti. Nasad je načrtoval Zavod za gozdove Slovenije, za saditev pa je poskrbelo Gozdno gospodarstvo Maribor (Gerečnik, 2014). Na podlagi gozdnogojitvenega načrta je bil opravljen vnos sadik plodonosne drevesne vrste. Toda v gozdni prostor so bili nenamerno vneseni hibridni osebki, ki sicer izpolnjujejo zadane gojitvene smernice, toda za dolgoročen obstoj lesnike niso dobrodošli. Gozdni sestoji naj bi lesniko razmeroma dobro ščitili pred križanjem, v tem primeru pa umetno vneseni križanci pomenijo več možnosti za nadaljnje križanje in posledično izgubljanje genoma lesnike. V prihodnje bo treba vsekakor nameniti več pozornosti izvoru in sledljivosti sadik, ki jih vnesemo v gozdni prostor.

Ohranjanje genskega sklada minoritetnih drevesnih vrst je zahtevnejše od ohranjanja genskega sklada gospodarsko pomembnejših in pogostejših drevesnih vrst (Brus, 1995). Pri tem lahko največ storimo gozdarji sami z načinom gospodarjenja, ki čim večjemu številu vrst omogoča stalno prisotnost v gozdu (Brus, 1995). Z ohranjanjem vsake vrste posebej moramo v čim večji meri preprečiti osiromašenje naravne drevesne sestave, kar bi povzročilo zmanjševanje eko-fiziološkega prilagoditvenega potenciala gozdov za spremembe

ekoloških dejavnikov (Kotar, 1995). V gozdovih se lesnika pojavlja redko in zaradi omejenega genskega fonda, majhnega števila dreves in velikih razdalj med posameznimi drevesi nastaja genski zdr (Perušek in sod., 2012). Prav tako ni zagotovljeno naravno pomlajevanje, če pa se pojavi, ga ogroža objedanje divjadi (Perušek in sod., 2012). Za trajnostno ohranjanje lesnike v naših gozdovih bi bilo nujno treba upoštevati temeljne smernice, ki so bile že oblikovane v Tehničnih smernicah za ohranjanje in rabo genskih virov lesnike in drobnice (Perušek in sod., 2012), na podlagi novih raziskav in izsledkov pa smo jih sedaj še razširili in dopolnili. Temelj za uspešno ohranjanje lesnike je zanesljivo razlikovanje med lesnikami in križanci. Iz gozda je treba odstranjevati križance, saj le tako preprečujemo nadaljnje križanje z lesniko in izgubo njene genske pestrosti. Najprimernejša znaka za določanje lesnike v naravi sta dlakavost listov (dlačic je malo in so komaj vidne s prostim očesom) in premer plodov (≤ 35 mm). Plodovi lesnike so rumeno-zelene barve, brez krovne obarvanosti v rdečkastih ali rožnatih odtenkih, izjema je lahko rahel rdečkast nadih na sončni strani ploda (Brus, 2005). Ohranjamo tiste sestoje, kjer je lesnika naravno prisotna, vzdržujemo stopničast gozdni rob in dovolj zgodaj sproščamo krošnje lesnik, saj tako zagotavljamo ustrezne ekološke razmere za cvetenje in obrod (Perušek in sod., 2012). Za izboljšanje pomlajevanja odstranjujemo trnate grmovnice, saj le generativno razmnoževanje dreves v zadostni meri dolgoročno povečuje variabilnost (Brus, 1995) in s tem obstoj vrste. Ob ponovnem zasajanju gozdnih površin načrtujemo saditev lesnike v večjem deležu, pri tem pa je vedno treba preveriti izvor sadik in jih zaščititi pred objedanjem divjadi. Genetsko ustreznost in sledljivost gozdnega reprodukcijskega materiala bi bilo treba zagotoviti prek ustrezne mreže gozdnih semenskih objektov ali vsaj z mrežo gensko preverjenih dreves ali skupin semenjakov. Dobra, a žal draga rešitev bi bila osnivanje semenske plantaže lesnike. Če bi se kdaj odločili zanjo, bi morala biti dovolj oddaljena od površin, kjer se pojavljajo križanci ali sorte žlahtne jablane. Po izkušnjah z Danske (Graudal in sod., 1995) naj bi bila takšna plantaža od kultiviranih površin oddaljen vsaj 500 m, da bi preprečili neželeno

križanje z žlahtno jablano. Potencialno primerno območje za vzpostavitev semenske plantaže lesnike v Sloveniji bi bilo kočevsko območje, kjer je veliko zaraščajočih površin z ugodnimi ekološkimi razmerami za rast lesnike.

Lahko zaključimo, da je lesnika (*M. sylvestris*) v Sloveniji redka in potencialno ogrožena drevesna vrsta. Še posebno v gozdnem prostoru jo je razmeroma težko najti, na podlagi analize morfoloških znakov pa ugotavljamo, da je velik delež dreves verjetno križancev z žlahtno jablano ali pa so podivjani križanci kultivarjev žlahtne jablane. Menimo, da je tovrstno križanje eden pomembnejših dejavnikov, ki lahko resno ogrozijo lesniko. Drugi, prav tako pomemben dejavnik pa je premalo pozornosti pri gospodarjenju z gozdom. V Belgiji (Jacques in sod., 2009), na Danskem (Larsen in sod., 2006) in v Litvi (Petrokas, 2006) je velika težava tudi izginjanje primernih habitatov za lesniko, toda za Slovenijo to ne velja. V Sloveniji je se v zadnjih dvesto letih delež gozda povečal za četrtno (Hladnik in Žižek, 2012). Vse več je zaraščenih kmetijskih površin in s tem površin, ki so primerne za rast pionirskih in svetloлюбni drevesnih vrst. Z zaraščanjem nastajajo vedno nove razgibane strukture gozda, kjer so dobre ekološke razmere za uspevanje lesnike.

5 POVZETEK

5 SUMMARY

V Sloveniji je lesnika (*M. sylvestris*) redka in ogrožena drevesna vrsta. Čeprav trenutno ekonomsko ni med najzanimivejšimi vrstami, je njen pomen v ekosistemu izjemno velik in treba se je sistematično lotiti njenega ohranjanja. V raziskavi smo analizirali 97 dreves z 39 različnih lokacij, združenih v devet populacij. S pomočjo morfometrijske analize smo preverjali enajst znakov na listih in osem na plodovih. Rezultati kažejo, da je lesnika izjemno variabilna drevesna vrsta, pri kateri je oteženo natančno razmejevanje med čistimi osebki, križanci in podivjanimi križanci kultivarjev žlahtne jablane. Najprimernejši morfološki znaki, na podlagi katerih razmeroma zanesljivo prepoznamo lesniko, so premer plodov (≤ 35 mm), barva plodov (rumena ali rumeno-zelena) in dlakavost listov (nič ali zelo malo

dlakavi listi). Analizirane populacije se bistveno ne razlikujejo med seboj, izjema je le populacija Ptuj, ki je bila načrtno nasajena pred dvajsetimi leti in je verjetno v celoti hibridnega izvora. Geografsko pogojenega spreminjanja znakov nismo odkrili. Na podlagi dlakavosti listov in premera plodov smo le 44 % dreves od 36, ki so obrodila, določili kot čiste lesnike, preostalih 56 % pa so potencialni križanci z domačo jablano (*Malus × domestica* Borkh.) ali pa so podivjani kultivarji. Mogoče je, da v Sloveniji lesniko najbolj ogroža prav križanje z žlahtno jablano, vendar bomo to lahko zanesljivo potrdili šele z genetsko analizo dreves, ki poteka. V Sloveniji je zaradi vse več zaraslih kmetijskih površin sicer precej ustreznih habitatov z dobrimi razmerami za uspevanje lesnike, za njeno dolgoročno ohranitev pa bi bila nujno potrebna primerna obravnava lesnike pri gospodarjenju z gozdovi, k čemur lahko prispevajo tudi smernice iz tega prispevka.

6 SUMMARY

6 POVZETEK

European crab apple (*M. sylvestris*) is a rare and potentially endangered tree species in Slovenia. Economically it is not the most important species, but it is very important in the forest ecosystems. We analyzed 97 trees from 39 different locations, combined into 9 populations. We measured 11 morphological traits on leaves and 8 morphological traits on fruits. Our results show very high morphological variability of the European crab apple and consequently difficult distinction between the European crab apple and putative hybrids. The most distinctive morphological traits for determining European crab apple are fruit diameter (≤ 35 mm), fruit color (yellow or green-yellow) and hairiness of leaves (little or no hairs). Analyzed populations do not differ significantly and there is no clear geographical differentiation of the studied populations. Based on hairiness of leaves and fruit diameter only 44 % of the 36 studied trees were identified as European crab apple and the other 56 % are potential hybrids with cultivated apple (*Malus × domestica* Borkh.) or feral cultivars. European crab apple is the most endangered due to hybridization with

domesticated apple, but we will reliably confirm this with genetic analysis of trees. In Slovenia, there are actually enough appropriate habitats with suitable ecological conditions for European crab apple due to ever more overgrown farmland. This rare tree species should be taken into account to the greatest possible extent in forest management actions.

7 ZAHVALA

7 ACKNOWLEDGEMENTS

Zahvaljujemo se Pahernikovi Ustanovi za pomoč pri izvedbi raziskave in revirnim gozdarjem Zavoda za gozdove Slovenije, ki so sporočili lokacije lesnik: Jožetu Prahu, Zdenki Jamnik, Jerneji Čoderl, Janezu Skerlovniku, Janezu Kočniku, Janezu Šubicu, dr. Mateji Cojzer, Aleksandru Gerečniku, Boštjanu Ježu, Branki Gasparič, Edvinu Drobnjaku, Klavdiju Čoklu in Janezu Levsteku s Sklada kmetijskih zemljišč in gozdov Slovenije RS. Zahvala tudi dr. Gregorju Božiču za recenzijo članka in Tjaši Bavcon za ilustracijo lista.

8 VIRI

7 REFERENCES

Brus, R., 1995. Možnosti ohranjanja genofonda minoritetnih drevesnih vrst. V: Prezrte drevesne vrste. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 93–108.

Brus, R., 2005. Dendrologija za gozdarje. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 408 str.

Coart, E., 2003. Molecular contributions to the conservation of forest genetic resources in Flanders: Genetic diversity of *Malus sylvestris*, *Quercus* spp. and *Carpinus betulu*. Doktorska disertacija. (Ghent University, Faculty of Bioscience Engineering). Gent, samozal: 187 str.

Coart, E., Vekemans X., Smulders M. J. M., Wagner I., Huylenbroeck J., Bockstaele E., Roldán – Ruiz I. 2003. Genetic variation in endangered wild apple (*Malus sylvestris* (L.) Mill.) in Belgium as revealed by amplified fragment length polymorphism and microsatellite markers. *Molecular Ecology*, 12, 4: 845–857.

Coart, E., Glabeke, S., Loose, M., Larsen, A. S., Roldán – Ruiz, I., 2006. Chloroplast diversity in the genus *Malus*: new insight into the relationship between the European wild apple (*Malus sylvestris* (L.) Mill.) and the domesticated apple (*Malus ×domestica* Borkh.).

Molecular ecology, 15, 2: 2171 –2182.

Cornille, A., Giraud, T., Bellard, C., Tellier, A., Cam, B., Smulders, M. J. M., Kleinschmidt, J., Roldán – Ruiz, I., Gladieux, P. 2013. Postglacial recolonization history of the European crabapple (*Malus sylvestris* Mill.), a wild contributor to the domesticated apple. *Molecular ecology*, 22, 8: 2249–2263.

Cornille, A., Giraud, T., Smulders, M. J. M., Roldán – Ruiz, I., Gladieux, P., 2014. The domestication and evolutionary ecology of apples. *Trends in Genetics*, 30, 2: 57–65.

Czarna, A., Nowińska, R., Gawrońska, B., 2013. *Malus ×oxysepala* (M. domestica Borkh. ×M. sylvestris Mill.) – new spontaneous apple hybrid. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 82, 2: 147–156.

Erfassung und Dokumentation genetischer Ressourcen seltener und gefährdeter Baumarten in Deutschland. 2013. Eberswalde, Landesbetrieb Forst Brandenburg: 126 str.

Fellenberg, U., 2001. Beurteilung von Wildobst – Voraussetzung für geeignetes vermehrungsgut zur Erhaltung von Waldgenressourcen. *Forst und Holz*, 56, 2: 50–54.

Gerečnik, A., 2014. Nasad lesnik na Hajdini pri Ptuj. Ptuj, Zavod za gozdove (osebni vir, junij 2014).

Graudal, L., Kjær, E. D., Canger, S., 1995. A systematic approach to the conservation of genetic resources of trees and shrubs in Denmark. *Forest Ecology and Management*, 73, 1–3: 117–134.

Hladnik, D., Žižek, K. L., 2012. Ocenjevanje gozdnosti v osnovi gozdne inventure na Slovenskem. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 97: 31–42.

Idžojtić, M., 2009. Dendrologija list. Zagreb, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu: 903 str.

Jacques, D., Vandermijnsbrugge, K., Lemaire, S., Antofie, A., Lateur, M., 2009. Natural distribution and variability of wild apple (*Malus sylvestris*) in Belgium. *Belgian Journal of Botany*, 142, 1: 39–49.

Kik, C., Korpelainen, H., Vögel, R., Asdal, Å., Eliáš, P., Draper, D., Magos Brehm, J., 2013. *Malus sylvestris*. IUCN Red list of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org/details/172170/0> (5. 5. 2015)

Keulemans, W., Roldán – Ruiz, I., Lateur, M., 2006. Studying apple biodiversity: opportunities for conservation and sustainable use of genetic resources (Apple). *Belgian Science Policy*, Bruselj: 105 str.

Kotar, M., 1995. Bogastvo drevesnih vrst v gozdu in revščina drevesnih vrst pri ravnanju z gozdom. V: Prezrte drevesne vrste. Kotar M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 7–23.

Kotar, M., Brus, R., 1999. Naše drevesne vrste. Ljubljana, Slovenska matica v Ljubljani: 320 str.

- Kraigher, H., 1996. Kakovostne kategorije gozdnega reprodukcijskega materiala, semenske plantaže in ukrepi za izboljšanje obroda. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 51: 199–215.
- Larsen, A. S., Asmussen, C. B., Coart, E., Olrik, D. C., Kjær, E. D., 2006. Hybridization and genetic variation in Danish populations of European crab apple (*Malus sylvestris*). *Tree Genetics & Genomes*, 2, 2: 86–97.
- Larsen, A. S., Jensen, M., Kjær, E. D., 2008. Crossability between wild (*Malus sylvestris*) and cultivated (*M. ×domestica*) apples. *Silvae Genetica*, 57, 3: 127–130.
- Larsen, A. S., Kjær, E. D., 2009. Pollen mediated gene flow in a native population of *Malus sylvestris* and its implications for contemporary gene conservation management. *Conservation genetics*, 10, 6: 1637–1646.
- Martinčič, A., Sušnik, F., Mayer, E., Ravnik, V., Strgar, V., Wraber, T., 1969. Mala flora Slovenije. Ljubljana, Cankarjeva založba: 515 str.
- Martinčič, A., Wraber, T., Jogan, N., Podobnik, A., Turk, B., Vreš, B., Ravnik, V., Frajman, B., Strgulc Krajšek, S., Trčak, B., Bačič, T., Fischer, M. A., Eler, K., Surina, B., 2007. Mala flora Slovenije (4. dopolnjena in spremenjena izdaja). Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 967 str.
- Perušek, M., Božič, G., Brus, R., Kraigher, H., 2012. Tehnične smernice za ohranjanje in rabo genskih virov – Lesnika in drobnica. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije, Silva Slovenica: 8 str.
- Petrokas, R., Danusevičius, J., 2000. Variability of *Malus* trees in Lithuanian forests. *Baltic forestry*, 6, 2: 85–89.
- Petrokas, R., 2006. Phenotypic variability of wild apple and wild pear. Povzetek doktorske disertacije. Lithuanian University of agriculture, Lithuanian Forest research Institute. Kaunas, samozal.: 38 str.
- Reim, S., 2009. Erhaltung von *Malus sylvestris* unter *In-situ*-Bedingungen im Osterzgebirge. *Julius-Kuhn-Archiv*, 424: 38–40.
- Reim, S., Proft, A., Heinz, S., Höfer, M., 2012. Diversity of the European indigenous wild apple *Malus sylvestris* (L.) Mill. in the East Ore Mountains (Osterzgebirge), Germany: I. Morphological characterization. *Genetic resources and crop evolution*, 59, 6: 1101–1114.
- Reim, S., Hölten, A., Höfer, M., 2013. Diversity of the European indigenous wild apple (*Malus sylvestris* (L.) Mill.) in the East Ore Mountains (Osterzgebirge), Germany: II. Genetic characterization. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60, 4: 879–892.
- Schnitzler, A., Arnold, C., Cornille, A., Bachmann, O., Schnitzler, C., 2014. Wild European Apple (*Malus sylvestris* (L.) Mill.) Population Dynamics: Insight from Genetics and Ecology in the Rhine Valley. Priorities for a Future Conservation Programme. *PloS ONE*, 9, 5 (<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0096596>) (19. 9. 2014).
- Spiecker, H., 2006. Manjšinske drevesne vrste – izziv za večnamensko gozdarstvo. *Gozdarski vestnik*, 64, 3: 123–133.
- Stephan, B. R., Wagner, I., Kleinschmidt, J., 2003. Wild apple and pear. Technical guidelines for genetic conservation and use. Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 6 str.
- Šilić, M., 2005. Atlas dendroflоре (drveće i grmlje) Bosne i Hercegovine. Masna Luka, Matica hrvatska Čitluk: 575 str.
- Tutin, T. G., Heywood, V. H., Burges, N. A., Moore, D. M., Valentine, D. H., Walters, S. M., Webb, D. A., 2010. *Flora europaea* (Volume 2). New York. Cambridge University Press: 469 str.
- Viršček Marn, M., Stopar, M., 1998. Sorte jabolk. Ljubljana, Založba Kmečki glas: 211 str.
- Wagner, I., 1995. Identifikation von Wildapfel (*Malus sylvestris* (L.) Mill.) und Wildbirne (*Pyrus pyrastra* (L.) Burgsd.). *Forstarchiv*, 66, 2: 39–47.
- Wagner, I., 1998. Artenschutz bei Wildapfel. Die Blätbehandlung von 116 Apfelklonen auf zwei Samenplantagen. *Forst und Holz*, 53, 1: 40–43.
- Wagner, I., Schmitt, H. P., Maurer, W., Tabel, U., 2004. Isozyme Polymorphism and Genetic Structure of *Malus sylvestris* (L.) Mill. Native in Western Areas of Germany with respect to *Malus ×domestica* Borkh. *Acta Horticulturae*, 663: 545–550.
- Wagner, I., Maurer, W. D., Lemmen, P., Schmitt, H. P., Wagner, M., Binder, M., Patzak, P., 2014 Hybridization and Genetic iversity in Wild Apple (*Malus sylvestris* (L.) Mill.) from Various Regions in Germany and from Luxembourg. *Silvae Genetica*, 63, 3: 81–93.
- Watkins, R., Smith, R. A., 1982. Descriptor list for apple (*Malus*). Rome, International board for plant genetic resources: 49 str.