

Oznaka poročila: ARRS-CRP-ZP-2013-01/1

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH CILJNEGA RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	V4-1072
Naslov projekta	Kombinacijske sposobnosti genotipov koruze iz genske banke na gospodarsko pomembne lastnosti.
Vodja projekta	4578 Ludvik Rozman
Naziv težišča v okviru CRP	5.09.01 Analiza avtohtonega genskega materiala pri najpomembnejših kmetijskih rastlinah in ocena primernosti za širšo uporabo v spreminjajočih se podnebnih razmerah
Obseg raziskovalnih ur	560
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	10.2010 - 01.2013
Nosilna raziskovalna organizacija	481 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	4 BIOTEHNIKA 4.01 Gozdarstvo, lesarstvo in papirništvo
Družbeno-ekonomski cilj	

2. Raziskovalno področje po šifrantu FOS¹

Šifra	4.01
- Veda	4 Kmetijske vede
- Področje	4.01 Kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo

3. Sofinancerji²

	Sofinancerji	
1.	Naziv	Ministrstvo za kmetijstvo in okolje
	Naslov	Dunajska 22, 1000 Ljubljana

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

4. Povzetek projekta³

SLO

Glavni cilj projekta je bil iz vrednotiti splošno (SKS) in specifično oz. posebno (PKS) kombinacijsko sposobnost 50 novih Lj- križancev koruze za ranost, višino pridelka, nekatere lastnosti storža, tolerantnost na glivo *Fusarium subglutinans*, fotosintetsko aktivnost in učinkovitost izrabe vode. Križanci so bili vzgojeni iz samooplodnih linij iz genske banke koruze na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani po metodi nepopolnega dialela, kjer smo 10 linij uporabili kot materine linije (P1–P10), 5 linij pa kot očetne linije (P12–P16). Poleg 50 novih Lj- križancev smo v poskus vključili še 6 standardov Uradne sortne komisije. Poljski poskus je potekal na poskusnem polju Biotehniške fakultete v Jablah pri Trzinu. Poskus je bil postavljen po shemi nepopolnega naključnega bloka v treh ponovitvah. Osnovna parcelica je zajemala 4 vrstice, od katerih sta zunanji dve vrstici služili za umetno okužbo storžev z glivo *Fusarium subglutinans* (Wollenweb. et Reink./ PE Nelson, TA Toussoun et Marasas) (FS) in za merjenje fotosinteze. Notranji dve vrstici pa sta služili kot obračunska parcelica za ugotavljanje pridelka in drugih lastnosti. Na vsaki parcelici smo umetno okužili 5 storž z 1 ml suspenzije glive FS 10 dni po opravitvi skozi ličje v sredino storža. Okuženost storžev smo ocenjevali ob spravilu po skali od 1 do 7 (Reid in sod., 1999). Merjenje fotosintetske aktivnosti (FA) smo izvedli z aparatom za merjenje fotosinteze znamke Licor Li-6400, kjer smo enotno za vse meritve nastavili svetlobni vir $1500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, s CO_2 cilindrom referenčni $\text{CO}_2=380 \text{ ppm}$, temperaturo lista $23 \text{ }^\circ\text{C}$ ter 40 % vlago. Meritve smo opravili v času metličenja na sredini prvega lista nad storžem na 3 rastlinah med 8.30 in 12.00 uro. Učinkovitost izrabe vode smo računali na podlagi razmerja med neto sprejemom CO_2 in transpiracijo. Za ugotavljanje pridelka smo ob zrelosti na notranjih dveh vrsticah ročno pobrali vse storže in na podlagi suhih storžev in zrnja izračunali pridelek zrnja pri 14 % vlagi ter ostale lastnosti storža in zrnja. Za pripravo in statistično obdelavo podatkov smo uporabili statistična programa Microsoft Excel in Statgraphics Centurion. Kombinacijsko sposobnost (KS) smo računali po metodi Griffinga (1956) s programom Agrobases Gen II[®]. Za vse proučevane lastnosti smo dobili statistično značilne razlike med SKS in med PKS vključenih genotipov, razen za tolerantnost na glivo FS za SKS očetnih linij v l. 2011 in PKS v l. 2012, kjer ni bilo razlik, medtem ko smo za FA ugotovili majhne razlike (samo 2 homogeni skupini) za SKS materinih linij in PKS. Potrdili smo, da so v več primerih nekatere linije z dobro SKS pokazale tudi dobre PKS, hkrati pa smo potrdili tudi ugotovitve iz literature, da ni nujno, da linije z dobro SKS izražajo vedno tudi dobre PKS. Linije z dobrimi PKS in njihovim medsebojnim križanjem so lahko dobra osnova za kopičenje željenih genov v žlahtniteljski material in uspešno žlahtnjenje.

ANG

The main aim of our project is to evaluate general (GCA) and specific (SCA) combining ability of 50 new Lj- maize hybrids of earliness, yield, some ear traits, tolerance to fungus *Fusarium subglutinans* (Wollenweb. et Reink./ PE Nelson, TA Toussoun et Marasas) (FS), photosynthesis activity (FA) and of water use efficiency (WUE). The hybrids were developed by using the scheme of incomplete diallel, and involved 15 inbreds (P1–P10 as female parents and P12–P16 as male parents). The material was maintained in the maize gene bank of the Biotechnical Faculty in Ljubljana. The field trial was conducted on the experimental station of the Biotechnical Faculty at Jable near Ljubljana in 2011 and 2012, and was based on the randomized complete blocks and 3 replications. Four rows with 20 plants per rows consist the parcel, among them the first row we used for artificial infected with fungus FS and 4th rows we used for measuring the FA, but the inner two rows we used for yield measuring. The inoculation by the fungus took place in the middle of 5 randomly chosen ears on each plot, 7-10 days after pollination. The disease assessment was performed during the harvest time according to the ranking scale from 1 to 7 (Reid et al., 1999). The FA we measured with Licor Li-6400 machine adjusted at the

same parameter: light source $1500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, with reference $\text{CO}_2=380$ ppm, leaf temperature at 23°C and 40 % moisture. The measuring we made at tasseling on the middle of above ear leaf of 3 plants from 8.30 to 12.00 a.m. The WUE we calculated using relation between FA and evapotranspiration. For evaluation of the yield and other ear traits we used the inner two rows, all ears of the inner rows were hand picked up and on the base of dried grain the grain yield to 14 % grain moisture adjusted. Statistical analysis and CA were calculated using Microsoft Excel, Statgraphics Centurion and Agrobases Gen II[®] programs. No significant differences were found for tolerance to FS for GCA of tester in 2011 and for SCA in 2012. Weak significant differences (only 2 homogenous groups) we found for FA for GCA of lines and for SCA. For all others investigated traits the significant differences of GCA and SCA were found. In many cases the inbreds with good GCA confirmed also the good SCA and, on the other hand, our results confirmed the finding of other authors that the inbreds with good SCA not always express the good SCA. However, we found out the some good inbreds regarding to CA, which could be a good source for further successful breeding.

5. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu⁴

Proučevanje kombinacijskih sposobnosti (KS) je na področju žlahtnjenja rastlin najbolj razširjena metoda za preizkušanje žlahtniteljskega materiala. Za to so potrebna dialelna križanja, ki pa pri velikem številu genotipov ne pride v poštev, saj že samo pri 50 linijah dobimo 1.225 križancev (brez recipročnih križanj). Zato se poslužujemo testerjev, s katerimi križamo linije, ki jih hočemo preizkusiti. Tako dobimo oceno o splošni kombinacijski sposobnosti (SKS). Samo linije z najboljšimi vrednostmi SKS potem nadalje med sabo križamo po metodi dialelnega križanja, da dobimo oceno o specifični oz. posebni kombinacijski sposobnosti (PKS). Izraza SKS in PKS sta prva predlagala Sprague in Tatum (1942), Griffing (1956) je predlaga 4 metode, odvisno od tega, če v proučevanje KS, poleg križancev F1 generacije, vključimo še starševske linije in recipročna F1 križanja, medtem ko Hallauer in Miranda (1988) ugotavljajta da SKS predstavlja aditivno genetsko varianco, medtem ko PKS predstavlja neaditivno genetsko varianco, predvsem z dominantnim in epistatičnim učinkom.

Namen in cilji projekta

Glavni cilj projekta je bil iz vrednotiti splošno (SKS) in specifično oz. posebno (PKS) kombinacijsko sposobnost 50 novih Lj- križancev korusze, vzgojenih po metodi nepopolnega dialelnega križanja 15 samooplodnih linij, hranjenih v genski banki korusze na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani za ranost, višino pridelka, nekatere lastnosti storža, tolerantnost na glivo *Fusarium subglutinans* (Wollenw. et Reinking./ P.E. Nelson, Toussoun et Marasas) (FS), fotosintetsko aktivnost (FA) in učinkovitost izrabe vode (UIV).

Pridelek je pri vsaki novovzgojeni končni cilj in za pridelovalca kot končnega uporabnika tudi najvažnejši. Na pridelek imajo neposredni vpliv lastnosti storža (dolžina in debelina storža, število vrst zrnja). Kakovost pridelka lahko močno zniža močnejši pojav bolezni. Pri korusi je v Sloveniji najbolj razširjena gliva FS, ki izloča škodljive mikotoksine. Ob vse pogostejših ekstremnih sušnih razmerah pa sta pomembni FA ter UIV, ki jo ima rastlina v danih rastnih razmerah na razpolago.

Material in metode dela

V poskus smo vključili 50 novih križancev korusze, vzgojenih iz samooplodnih linij po metodi nepopolnega dialela, kjer smo 10 linij uporabili kot materine linije (P1–P10), 5 linij pa kot očetne linije (P12–P16). Poleg 50 novih Lj- križancev smo v poskus vključili še 6 uradnih standardov Sortne komisije RS.

Poskus je bil postavljen po metodi naključnega bloka v 3 ponovitvah na

poskusnem polju Biotehniške fakultete v Jablah pri Trzinu v letih 2011 in 2012. Osnovna parcelica je zajemala 4 vrstice, od katerih sta zunanji dve vrstici služili za umetno okužbo storžev z glivo FS in za FA. Notranji dve vrstici pa sta služili kot obračunska parcelica za ugotavljanje pridelka in drugih proučevanih lastnosti. V času rastle dobe smo beležili najpomembnejše fenofaze ter pojav bolezni in škodljivcev.

Za umetno okuževanje storžev z glivo FS smo v vsaki parcelici v 4. vrstici na naključno izbranih 5 rastlinah okužili vrhnji storž koruze. Storž smo okuževali 10 dni po opraitvi skozi ličje v sredino storža z 1 ml suspenzije omenjene glive. Okuženost storžev smo ocenjevali ob sprailu po skali od 1 (brez okužbe) do 7 (močna okužba) (Reid in sod., 1999)

Merjenje fotosintetske aktivnosti (FA) smo izvedli z aparatom za merjenje fotosinteze znamke Licor Li-6400, kjer smo za vse meritve nastavili enotno svetlobni vir $1500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, s CO_2 cilindrom referenčni $\text{CO}_2=380 \text{ ppm}$, temperaturo lista $23 \text{ }^\circ\text{C}$ ter 40 % vlago. Meritve smo opravili v času metličenja na sredini prvega lista nad storžem na 3 naključno izbranih rastlinah v prvi vrsti vsake parcelice času med 8.30 in 12.00 uro. Za proučevanje UIV smo uporabili fotosintetske parametre (razmmerje med neto sprejemom CO_2 in transpiracijo).

Za ugotavljanje pridelka in statistično obdelavo smo ob zrelosti na notranjih dveh vrsticah ročno pobrali vse storže, jih v laboratoriju posušili na 14 % vlage v zrnju, analizirali lastnosti storžev, zlušili in stehali zrnje.

Za pripravo in statistično obdelavo podatkov smo uporabili statistična programa Microsoft Excel 2010 in Statgraphics Centurion XV. Kombinacijsko sposobnost (KS) pa smo računali s programom Agrobase Gen II®.

Rezultati

Poleg osnovne analize variance s pomočjo katere lahko ugotovimo statistično značilne razlike samo med križanci, za računanje kombinacijskih sposobnosti potrebujemo še razčlenjeno analizo variance, pri kateri križance razdelimo na SKS materinih linij, SKS očetnih linij in PKS. Tako lahko ugotovimo statistično značilne razlike tudi med SKS linij, med SKS testerjev in med PKS za posamezne lastnosti.

Za vse proučevane lastnosti smo dobili statistično značilne razlike med SKS in med PKS vključenih genotipov, razen za tolerantnost na glivo FS za SKS očetnih linij v l. 2011 in PKS v l. 2012, kjer ni bilo razlik, medtem ko smo za FA ugotovili majhne razlike (samo 2 homogeni skupini) za SKS materinih linij in PKS. Potrdili smo, da so v več primerih nekatere linije z dobro SKS pokazale tudi dobre PKS (npr. dolžina storža) ali da linije z dobro SKS dajo križance z najboljšimi absolutnimi vrednostmi za to lastnost (npr. pri UIV). Hkrati pa smo potrdili tudi ugotovitve iz literature, da ni nujno, da linije z dobro SKS izražajo vedno tudi dobre PKS. V primerjavi standardi smo ugotovili, da so nekateri novi križanci ranejši od standardov. Glede tolerantnosti na glivo FS je pri novih križancih večji razpon in so nekateri tudi bolj tolerantni. Pri pridelku so sicer nekoliko slabši, ker so večinoma trdinke ali poltrdinke, ima pa najboljši križanec statistično značilno večji pridelok od standarda z najnižjim pridelkom. Glede FA in UIV v povprečju ni razlik med novimi križanci in standardi. So pa razlike pri največjih vrednostih, pri UIV celo statistično značilno boljša UIV najboljšega novega križanca od najboljšega standarda.

Podrobnejši rezultati so prikazani v priponki tega poročila.

Prvi rezultati tega projekta so bili javno objavljeni šele pred kratkim, zato interesa v zvezi z uporabo rezultatov tega projekta še ni. Preko semenarske hiše Agrosaat pa že tržimo tri slovenske hibride koruze, dva od teh sta na seznamu avtohtonih

sort.

Ker je to 2-letni, ki se nanaša na domač genski material, mednarodne objave v zvezi s tem projektom pa še nimamo, sodelovanja v zvezi s tem projektom do sedaj še ni bilo. Pričakujemo pa odziv ob objavi rezultatov tega projekta v tuji reviji, ki jo načrtujemo.

6. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem in zastavljenih raziskovalnih ciljev⁵

Glede na program in predvidene raziskovalne hipoteze v prijavi projekta je bila stopnja realizacije v skladu s programom dela na projektu in izpolnjena v celoti. Raziskovalne hipoteze so se z rezultati potrdile, saj smo ugotovili, da za vse glavne proučevane lastnosti, predvidene v programu (pridelek, tolerantnost, fotosintetski parametri, ...) obstajajo statistično značilne razlike med vključenimi genotipi koruze, tako v splošni kot specifični kombinacijski sposobnosti in da so nekateri križanci in njihove starševske linije perspektivne za vključevanje v nadaljnje žlahtniteljske procese v smeri proučevanih lastnosti, ki so bile vključene v proučevanje v tem projektu.

7. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁶

Predlagan program ob prijavi projekta se v času trajanja projekta ni spreminjal, zato so vsa dela potekala v skladu s programom in ni bilo bistvenih odstopanj oz. sprememb programa.

8. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁷

Znanstveni dosežek		
1.	COBISS ID	7008121 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Preliminarni rezultati sproščanja hlapljivih substanc različnih kultivarjev koruze kot posledica umetnih poškodb korenin
		<i>ANG</i> Preliminary results of variability in mechanical-induced volatile root-emissions of different maize cultivars
	Opis	<i>SLO</i> V raziskavi smo preučevali hlapljive substance, ki jih sproščajo korenine različnih linij in hibridov koruze (<i>Zea mays</i>). V poskus smo vključili 12 evropskih (3 genotipi so iz Genske banke koruze na BF) in 5 ameriških genotipov. Rezultati naše raziskave so pokazali, da korenine evropskih in ameriških genotipov koruze izločajo različne količine linalola, alfa-kariofilena in beta-kariofilena, predvsem kot posledica predhodnega mehanskega poškodovanja korenin.
		<i>ANG</i> The current study was conducted to obtain more information on the specificity and variation of the volatile compounds, which are released from the root system of different lines and hybrids of <i>Zea mays</i> . European (12 genotypes – 3 of them are originated from Slovenian maize gene bank) and North American (5 genotypes) genetic material was included (15 maize hybrids and 2 maize inbreds). The results of our study have shown that roots of European and American maize genotypes secrete different relative amounts of linalool, α -caryophyllene and β -caryophyllene, which depend on genotype and on the pretreatment of the roots (various mechanical damages).
	Objavljeno v	Istituto sperimentale per la cerealicoltura; Maydica; 2011; Vol. 56, No. 4; str. 343-350; Impact Factor: 0.395; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.225; WoS: AM, DE; Avtorji / Authors: Laznik Žiga, Košir Iztok Jože, Rozman Ludvik, Kač Milica, Trdan Stanislav
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

2.	COBISS ID	7400057	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Genska banka koruze v Sloveniji	
		<i>ANG</i> The Slovenian maize gene bank	
	Opis	<i>SLO</i> Genska banka koruze na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani je ena od najstarejših in najboljsežnejših genskih bank kmetijskih rastlin v Sloveniji. Prve populacije, ki jih hranimo so bile nabrane že v začetku 50. let. Trenutno hranimo v genski banki skupno 587 genotipov koruze, od katerih je največ domačih populacij trdink ter iz njih vzgojenih samooplodnih linij z različno stopnjo homozigotnosti. Njen glavni namen je ohraniti živost oz. kalivost hranjenega genskega materiala. Ker ga hranimo na srednjeročni način (pri temp. 4-6 °C, z do 8 % vlage v zrnju), ki zagotavlja ustrezno kalivost približno 20 let, je za dolgoročno ohranjanje živosti genskega materiala, le-tega potrebno kontinuirano obnavljati in razmnoževati na selekcijskem polju z ročno izolacijo in oprraševanjem. Z obnavljanjem genotipov poteka istočasno tudi opis in vrednotenje po deskriptorjih IPGRI ter v sklopu drugih projektov še dodatno proučevanje na druge gospodarske lastnosti, pomembne za visok in kakovosten pridelek. Rezultati vrednotenja in proučevanja dokazujejo, da hranimo vreden material, ki bi ga v bodoče bilo potrebno intenzivneje vključiti v žlahtnjenje novih kultivarjev	
		<i>ANG</i> The maize gene bank at the Agronomy Department of the Biotechnical Faculty in Ljubljana is one of the oldest and the most comprehensive plant gene banks in Slovenia. The first maize populations were collected in early 1950s. Presently, in our gene bank, there are 587 maize genotypes. Most of the materials represent domestic flint landraces of maize and selected inbreds with different levels of homozygosity. The main objective of our activity is preservation and maintenance of the accessions. The moisture of the stored material (kernels) is 8 % and the storage temperature is 4-6 °C. In order to maintain viability and sufficient amount of seeds, we are permanently multiplying genotypes in our breeding nursery, based on hand isolation and pollination. At the same time, we are also characterising and evaluation the materials according to the IPGRI descriptors. Evaluation of these traits is taking place every year. For the stored gene bank materials it is also important to have data about agronomic and breeding traits, such as yield, kernel quality, and resistance against diseases and pests. Results indicate that our accessions may represent a very useful genetic material for further breeding as well as for direct use.	
	Objavljeno v	Biotehniška fakulteta; Acta agriculturae Slovenica; 2012; Letn. 99, št. 3; str. 317-328; Avtorji / Authors: Rozman Ludvik	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	COBISS ID	7424633	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	<i>SLO</i> Kombinacijske sposobnosti za pridelek in lastnosti storža nekaterih novih Lj- križancev koruze	
		<i>ANG</i> Combining ability of yield and ear traits of some new Lj- maize hybrids	
	Opis	<i>SLO</i> Cilj raziskave je bil ugotoviti splošno (SKS) in specifično (PKS) KS 15 linij in njihovih križancev iz genske banke koruze na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani. Vključenih je bilo 50 novih Lj- križancev koruze, vzgojenih po metodi nepopolnega dialela. Poskus je bil izveden v letu 2011 na poskusnem polju Biotehniške fakultete v Jablah pri Trzinu. Za vse proučevane lastnosti smo ugotovili značilne razlike v SKS med linijami ter med PKS križancev. Od linij je najboljša očetna linija P16 (SKS za pridelek, premer storža, število vrst zrnja); druga najboljša je materina linija P10 (SKS za pridelek in dolžino storža). Linija P2 ima najboljšo SKS za premer storža, P6 za število vrst zrnja in P13 za dolžino storža. Križanca P2×P12 in P1×P15 imata najboljšo PKS za pridelek. Križanca z najboljšim	

		pridelkom (P10×P16 in P10×P13) sta po PKS za pridelek na 5. oz. 7. mestu. Nekateri križanci z dobro PKS za dolžino in premer storža imajo tudi dobro PKS za pridelek.
	ANG	The aim of our investigation was to determine general (GCA) and specific (SCA) combining ability of 15 maize inbreds and evaluate their F1 hybrids, maintained in maize gene bank of the Biotechnical Faculty in Ljubljana. Fifty new F1 hybrids were developed by using the scheme of incomplete diallel and involved 15 inbreds (P1–P10 as female parents and P12–P16 as male parents). The field trial was conducted on the experimental station of the Biotechnical Faculty at Jable near Ljubljana in 2010 based on randomized complete blocks and 3 replications. For all investigated traits significant differences were estimated for GCA and SCA. The male parent P16 had the highest GCA for yield, ear diameter and number of kernel rows; while the female parent P10 for yield and ear length. P2 had the highest GCA for ear diameter, and P13 for ear length. The hybrids P2×P12 and P1×P15 had the highest SCA for yield. The hybrids with the highest yield were on the 5th and on the 7th place regarding SCA for yield. Some of the hybrids with good SCA for ear length and ear diameter also had a good SCA for yield.
	Objavljeno v	V: ČEH, Barbara (ur.), DOLNIČAR, Peter (ur.), MIHELIČ, Rok (ur.). Novi izzivi v agronomiji 2013 : zbornik simpozija : proceedings of symposium, Zreče, [24. in 25. januarja] 2013. Ljubljana: Slovensko agronomsko društvo, 2013, str. 98-104; Avtorji / Authors: Rozman Ludvik
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
4.	COBISS ID	7424889 Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO Tolerantnost nekaterih novih Lj- križancev koruze na glivo Fusarium subglutinans in njihove kombinacijske sposobnosti
	ANG	Tolerance of some new Lj- maize hybrids to Fusarium subglutinans and their combining ability
	Opis	SLO subglutinans (FS), vzgojenih na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani ter kombinacijsko sposobnost za tolerantnost starševskih linij. Poljski poskus je bil postavljen po metodiki slučajnega bloka v letih 2011 in 2012. Z glivo FS smo umetno okužili 5 naključno izbranih storžev na vsaki parcelici. V obeh letih smo ugotovili statistično značilne razlike med novimi križanci v tolerantnosti na FS ter za splošno kombinacijsko sposobnost (SKS) materinih linij. Za SKS testerjev (očetne linije) smo signifikantne razlike dobili samo v letu 2012, za specifično kombinacijsko sposobnost (PKS) pa le v 2011. Nekatere linije so se glede tolerantnosti med leti različno odzivale.
	ANG	The aim of our investigation was to determine tolerance of some new Lj- maize hybrids to Fusarium subglutinans (FS). Fifty new F1 hybrids were developed by using the scheme of incomplete diallel on the Biotechnical Faculty in Ljubljana. The field trial was conducted on the experimental station of the Biotechnical Faculty at Jable near Ljubljana in 2011 and 2012. The artificial inoculation by the fungus took place in the middle 5 randomly chosen ears, on each plot, 7-10 days after pollination. In both years, significant differences in tolerance to FS were determined for hybrids and for general combining ability (GCA) of female lines. Regarding testers (male parents) significant differences in GCA were determined only in 2012, while significant differences for specific combining ability (SCA) were established only in 2011. In our investigation some inbreds showed different response to the existing growing conditions in association with the scored tolerance to FS.
	Objavljeno v	V: ČEH, Barbara (ur.), DOLNIČAR, Peter (ur.), MIHELIČ, Rok (ur.). Novi izzivi v agronomiji 2013 : zbornik simpozija : proceedings of symposium, Zreče, [24. in 25. januarja] 2013. Ljubljana: Slovensko agronomsko

		društvo, 2013, str. 296-303. Avtorji / Authors: Rozman Ludvik, Franci Aco Celar
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
5.	COBISS ID	7069049 Vir: COBISS.SI
	Naslov	Vpliv različnih fungicidov na smrtnost entomopatogenih ogorčic (Rhabditida) vrst <i>Steinernema feltiae</i> , <i>S. carpocapsae</i> in <i>Heterorhabditis downesi</i> v laboratorijskih pogojih
		The effects of different fungicides on the viability of entomopathogenic nematodes <i>Steinernema feltiae</i> (Filipjev), <i>S. carpocapsae</i> Weiser, and <i>Heterorhabditis downesi</i> Stock, Griffin & Burnell (Nematoda: Rhabditida) under laboratory condition
	Opis	V laboratorijskem poskusu smo preučili kompatibilnost štirih ras entomopatogenih ogorčic (Rhabditida) vrst <i>Steinernema feltiae</i> , <i>S. carpocapsae</i> in <i>Heterorhabditis downesi</i> s 15 izbranimi kemičnimi fungicidi. Vpliv direktnega izpostavljenja infektivnih ličink fungicidom smo preverjali po 24, 48 in 72 urah v petrijevkah pri 15, 20 in 25 °C. V našem poskusu smo ugotovili kompatibilnost vrste <i>S. feltiae</i> s pripravkom Quadris (a. s. azoxystrobin), medtem ko smo do podobne ugotovitve pri vrsti <i>S. carpocapsae</i> (rasa C67) prišli z vsemi fungicidi, z izjemo pripravkom Falcon (a. s. tebukonazol in spiroksamin), Dithane (a.s. mancozeb), Sabithane (a.s. dinokap) in Ridomil (a.s. bakreni oksiklorid in metalaksil-M). Pri ogorčici <i>H. downesi</i> (rasa 3173) smo ugotovili signifikantno najvišjo smrtnost infektivnih ličink pri mešanju s pripravkom Falcon (a.s. tebukonazol in spiroksamin).
		In the laboratory experiment we tested the compatibility of four strains of entomopathogenic nematodes <i>Steinernema feltiae</i> , <i>S. carpocapsae</i> and <i>Heterorhabditis downesi</i> to 15 chemical fungicides. The effect of direct IJs exposure to fungicides for 24, 48 and 72 hours was tested in Petri dish experiment at 15, 20 and 25 °C. Our experiment showed the compatibility of <i>S. feltiae</i> with fungicide Quadris (a.i. azoxystrobin), on the other hand we concluded the compatibility of <i>S. carpocapsae</i> (strain C67) with all fungicides tested in the experiment, without the exception Falcon (a. i. tebukonazol and spiroksamin), Dithane (a. i. mancozeb), Sabithane (a. i. dinokap) and Ridomil (a. i. copper oxichlorid and metalaksyl-M). With EPN species <i>H. downesi</i> (strain 3173) we found the significantly highest mortality of infective juveniles with fungicide Falcon (a. i. tebukonazol and spiroksamin).
	Objavljeno v	Instituto de Investigaciones Agropecuarias; Chilean journal of agricultural research; 2012; Vol. 72, No. 1; str. 62-67; Impact Factor: 0.447; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.782; Avtorji / Authors: Laznik Žiga, Vidrih Matej, Trdan Stanislav
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

9. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine⁸

	Družbenoekonomsko relevantni dosežki	
1.	COBISS ID	6627705 Vir: COBISS.SI
	Naslov	V sortno listo Republike Slovenije se vpiše sorta koruze (razen pokovke in sladke koruze) (<i>Zea mays</i> L. (partim)), z odobrenim imenom Lj 220w, registrska številka sorte ZEA663
		In National List of Varieties the new maize hybrid (<i>Zea mays</i> L. (partim)) Lj 220w was entered, reg. number ZEA663.
		Na podlagi 3-letnega uradnega preizkušanja Sortne komisije Slovenije v

Opis	SLO	poljskih poskusih ter na podlagi 2-letnega testiranja na RIN (Bundesamt und Ernährungssicherheit, Institut für Sortenwesen, Institut Pflanzenbau, Postfach 400, AT – 1226 Dunaj, WIEN, Avstrija), je bila v letu 2011 v Sortno listo Slovenije in v Skupni katalog sort poljšin in vrtnin EU vpisana nova sorta/nov hibrid bele koruze, vzgojena s križanjem dveh domačih linij koruze iz Genske banke koruze Oddelka za agronomijo BF v Ljubljani.
	ANG	On the base of 3-year field testing of Official Variety Commission and on the base of 2-year DUS testing in Austria (Bundesamt und Ernährungssicherheit, Institut für Sortenwesen, Institut Pflanzenbau, Postfach 400, AT – 1226, WIEN, Avstria), the new Slovenian variety/hybrid of white maize in the National list of varieties of agricultural and vegetables crops and in the Common Catalogue of varieties list of EU, was entered.
Šifra	F.06	Razvoj novega izdelka
Objavljeno v	RS Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano; 2011; 2 str.; A": 1;A': 1; Avtorji / Authors: Rozman Ludvik, Trdan Stanislav	
Tipologija	2.22	Nova sorta

10. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁹

Mentorstvo pri diplomskih nalogah:

JERŠE, Katarina. Vsebnost klorofila v listih koruze (*Zea mays* L.) nekaterih novih Lj-križancev : diplomsko delo = Leaf chlorophyll content of some new maize (*Zea mays* L.) 'Lj' hybrids : B. Sc. thesis, (Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija - 1. stopnja, 37). Ljubljana: [K. Jerše], 2012. VI, 22 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 7264121]

ŠKODA, Tanja. Pridelek in druge gospodarsko pomembne lastnosti nekaterih novih Ljkrižancev koruze (*Zea mays* L.) : diplomsko delo = Yield and some agronomic important traits of new maize (*Zea mays* L.) Lj hybrids : B. Sc. thesis, (Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Diplomski dela, 11). Ljubljana: [T. Škoda], 2011. VII, 36 f., preglednice, ilustr. [COBISS.SI-ID 6833529]

GORŠE, Mateja. Možnosti pridobivanja hibridnega semena pri samoprašnih in tujeprašnih kmetijskih rastlinah : diplomski projekt = The possibility of obtaining hybrid seed in self- and crosspollinated crops : B. Sc. thesis, (Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Diplomski projekt univerzitetnega študija - 1. stopnja Agronomija, 62). Ljubljana: [M. Gorše], 2012. VI, 21 str., ilustr., preglednice. [COBISS.SI-ID 7252857]

ZUPAN, Helena. Primernost genotipov koruze (*Zea mays* L.) iz Kitajske za pridelovanje v slovenskih rastnih razmerah : diplomsko delo : [Prešernova nagrada BF za leto 2011] = Suitability of maize (*Zea mays* L.) genotypes from China for cultivation in Slovenian growing conditions : B. Sc. thesis, (Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija - 1. stopnja, 5). Ljubljana: [H. Zupan], 2011. IX, 27 f., ilustr., preglednice. [COBISS.SI-ID 6728313]

11. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine¹⁰

11.1. Pomen za razvoj znanosti¹¹

SLO

Proučevanje kombinacijskih sposobnosti (KS) je najbolj razširjena metoda preizkušanja genskega materiala na področju žlahtnjenja rastlin. Ker so za to potrebna dialelna križanja s tem načinom sistematično proučujemo in med seboj križamo določene genotipe. Zaradi velikega števila linij, ki jih ima žlahtnitelj na razpolago, se za ugotavljanje splošne kombinacijske sposobnosti (SKS) običajno uporabljajo testerji. Dobri testerji za posamezno lastnost so med žlahtnitelji zelo iskani, saj se z njimi zelo dobro oceni SKS. Informacije o SKS nam dajo dokaj

realno oceno o žlahtniteljskem materialu, ki ga na podlagi vrednosti SKS vključujemo v nadaljnje žlahtniteljske postopke. Pri vrstah, kjer so v pridelavi kultivarji tipa hibridov, kot je npr. koroza, pa nam linije z dobro SKS služijo direktno za vzgojo novih kultivarjev. Zato je v tem primeru informacija o KS žlahtniteljskega materiala osnova za nadaljnjo uspešno vzgojo novih kultivarjev. Rezultati pričujočega projekta bodo pomembno prispevali k poznavanju KS dela žlahtniteljskega materiala v genski banki koroze in širše k poznavanju aditivne in neaditivne genetske variance, ki je pomembna pri heritabilnosti ter tudi k povezavi med SKS in PKS za proučevane lastnosti. Še posebej je pomembno, da so v projektu, poleg pridelka, ki je v kmetijski pridelavi najpomembnejši, obravnavane tudi lastnosti, ki prispevajo k bolj kakovostnim pridelkom (tolerantnost na fuzarioze, ki izločajo škodljive mikotoksine) ter fotosintetska aktivnost in učinkovitost izrabe vode v procesu fotosinteze, kar je izrednega pomena v vse bolj ekstremnih (sušnih) razmerah. Že samo na podlagi 2-letnega preizkušanja samo 15 linij iz genske banke koroze na AO BF v Ljubljani; s pomočjo katerih smo na podlagi nepopolnega dialelnega križanja (10 linij kot materine linije in 5 linij kot očetne linije-testerji) vzgojili 50 novih križancev; smo za večino proučevanih lastnosti ugotovili statistično značilne razlike med SKS posameznih linij in med PKS njihovih križancev. Posamezne linije so izkazale dobro SKS tudi za več lastnosti, nekateri novi križanci so izkazali dober potencial za pridelek, po vrednosti učinkovite izrabe vode pa je najboljši križanec dosegel celo $8,7 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$, kar je bistveno več, kot je po podatkih iz literature običajno za korozo ($3\text{--}5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$). Dobljeni rezultati so potrdili zastavljeno hipotezo o različnem genskem materialu in o dobrih KS nekaterih linij za proučevane lastnosti in so lahko kot vzpodbuda za nadaljnja proučevanja v zastavljeni smeri.

ANG

Investigation of combining ability based on diallel crosses are widespread in testing the value of breeding materials. On this way, the breeders systematically evaluate and cross some genotypes. Because of the large number genotypes, that the breeders have on available, the first step of evaluating is the investigation the general combining ability (GCA) using testers. The good testers is much requested on the breeders area. Information about GCA is the rather real good evaluation of the genotypes. Only the genotypes with good GCA are suitable for further successful breeding. In maize, where the F1 hybrids are using as cultivars, the knowledge about GCA of inbreds is very important. Results of our project will contribute to better knowledge of gene material in maize gene bank at Biotechnical Faculty in Ljubljana, knowledge of additive and non-additive genetic variance and relationship between GCA and specific combining ability (SCA) of investigated traits. On the other hand, in our project are included the traits, important for better quality grain (tolerance to fungus *Fusarium*, which release mycotoxins), photosynthesis (FA) and water use efficiency (WUE). WUE is very important under drought conditions. Only on 2-years field experiments and only 15 inbreds of our maize gene bank (10 inbreds as female parents and 5 inbreds as male parents), which we used for developing 50 new maize hybrids; for almost all investigated traits the significant differences for GCA and SCA were found. Some inbreds shown the good GCA for several traits, some hybrids shown good SCA for yield, also the better hybrid for WUE express the $8,7 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$, that is the more than data cited in literature ($3\text{--}5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$). Our results confirmed the hypothesis that in our maize gene bank exist some good materials, which will be as stimulation for further investigation in this direction.

11.2. Pomen za razvoj Slovenije¹²

SLO

V genski banki koroze na AO, BF, ki je vključena v nacionalni program »Slovenska rastlinska genska banka«, je več kot 580 različnih genotipov koroze, od tega je skoraj polovico bolj ali manj homozigotnih linij, ki jih z medsebojnim križanjem kot starševske linije lahko direktno uporabimo za vzgojo novih F1 križancev. Torej je za vzgojo novega kultivarja pri korozi potrebno samo križanje dveh linij, kar predstavlja že nov kultivar. Da dobimo homozigotne linije pa je potrebno vsaj 10 generacij samooplodnje in skrbne selekcije na polju in v laboratoriju. Namen naloge na genski banki je predvsem vzdrževanje in opisovanje genskega materiala; podrobnejšega proučevanja, predvsem linijskega materiala, ki ga lahko direktno koristimo za vzgojo novih kultivarjev pa v zadnjem času ni bilo. Pričujoči projekt bo tako prispeval majhen, a pomemben delež k sistematičnemu proučevanju domačega genskega materiala, predvsem kombinacijskih sposobnosti (KS) linij na zelo pomembne lastnosti. Proučevanje KS linij, ki ga v Sloveniji vsaj zadnjih 40 let ni bilo, je teoretska osnova za nadaljnje uspešno žlahtnjenje in

vzgojo novih kultivarjev. Pri koruzi, ki je v Sloveniji najpomembnejša poljščina, se v glavnem sejejo tuji uvoženi hibridi, tudi iz razloga, ker vsaj pri koruzi s strani odgovornih institucij ni bilo podprto namensko in kontinuirano žlahtnjenje domačih sort. Čeprav je bil glavni cilj pričujočega projekta proučevanje KS domačega genskega materiala, smo v proučevanje za primerjavo z novimi križanci vključili še 6 uradnih standardov (tuji hibridi) Komisije RS za potrjevanje novih sort, z namenom, da proučimo tudi možnost vpisa novega križanca (kultivarja) v sortno listo. Nekateri novi križanci so po pridelku; ki je zaenkrat poleg ranosti, žal še edini kriterij za vpis v sortno listo; dosegli vsaj nekatere standarde, po drugih (ranost, tolerantnost, učinkovita izraba vode) pa celo presegli. Da ne omenjam kakovosti zrnja, ki v poročilu ni prikazana, saj je večina novih križancev po tipu zrnja kakovostnih trdink ali poltrdink, ki so že v osnovi manj rodovitni, a imajo zrnje z veliko več beljakovin. Standardi so večinoma zobanke ali kvečjemu polzobanke. Za predlog za vpis nove sorte v sortno listo pa je 2-letno preizkušanje premalo, zato bi bilo potrebno nove križance še preizkusiti v več letih ali celo na več lokacijah. Lahko pa že obstoječim dvolinjskim križancem, na podlagi rezultatov dosedanjega preizkušanja in drugih poznanih lastnosti, dodamo še tretjo linijo za vzgojo trilinijskih križancev.

ANG

In maize gene bank of Biotechnical Faculty in Ljubljana, which is included in national program »Slovenian plant gene bank«, the more than 580 genotypes, were stored. Almost half of them are the inbreds. Most of them are rather homozygous, which could be ready for developing the new cultivars as F1 hybrids. This is the very simple way, but for developing inbreds, the many generations (up to 10) of selfing and careful selection is needed. The main aim of work on the gene bank is only the maintaining and characterisation of gene bank material, but not for investigation for other agronomic or breeders purpose. Results of our project could be contribute small, but important part to systematical investigation of domestic maize gene bank material, special the combining ability (CA) for important agronomic traits. Investigation the CA of inbreds, which in Slovenia at least the last 40 years have not been investigated, is only the contribution to theoretical knowledge and base for further successful breeding and developing of new cultivar. Although in Slovenia, the maize is the most important field crops, only the introduced maize hybrids are sowing. One of the reasons is none financial support for maize breeding Slovenian for last 20 years. Although, the main aim of our project have been the investigation CA of domestic maize gene material, in our experiments also the 6 official standards (foreign hybrids) were included. Some of the new hybrids have the significant equal yield as standards, but according to tolerance to *Fusarium subglutinans* some new hybrids are better than standards. Almost all new hybrids have also the flint or semiflint type of kernel, but the standards have dent or semident type of kernel. For the entering on the Official variety list, only the 2-years testing on one location is not enough, however the further investigation of the best genotypes is needed.

12. Vpetost raziskovalnih rezultatov projektne skupine.

12.1. Vpetost raziskave v domače okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- v domačih znanstvenih krogih
- pri domačih uporabnikih

Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?¹³

Glede na to, da so prvi rezultati tega projekta bili javno objavljeni šele pred kratkim, interesa v zvezi s tem projektom še ni. Preko semenarske hiše Agrosaat pa že tržimo tri slovenske hibride koruze, dva od teh sta na seznamu avtohtonih sort.

12.2. Vpetost raziskave v tuje okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- v mednarodnih znanstvenih krogih
- pri mednarodnih uporabnikih

Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujini raziskovalnimi inštitucijami:¹⁴

Sodelovanje z Univerzo v Tesaliji (prof. Athanassiou),
Inštitutom za fitopatologijo Benaki (dr. Kavallieratos),
Biološko fakulteto v Beogradu (prof. Tomanović),
Inštitutom Julius Kühn iz Berlina (dr. Adler).

Kateri so rezultati tovrstnega sodelovanja:¹⁵

Ker je to 2-letni, ki se nanaša na domač genski material, mednarodne objave v zvezi s tem projektom pa še nimamo, sodelovanja v zvezi s tem projektom do sedaj še ni bilo. Pričakujemo pa odziv ob objavi rezultatov tega projekta v tuji reviji, ki jo načrtujemo.

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino letnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta
- bomo sofinancerjem istočasno z zaključnim poročilom predložili tudi elaborat, skladno z zahtevami sofinancerjev

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Univerza v Ljubljani, Biotehniška
fakulteta

Ludvik Rozman

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana	31.1.2013
-----------	-----------

Oznaka prijave: ARRS-CRP-ZP-2013-01/1

¹ Zaradi spremembe klasifikacije je potrebno v poročilu opredeliti raziskovalno področje po novi klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science). Prevaljalna tabela med raziskovalnimi področji po klasifikaciji ARRS ter po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science) s kategorijami WOS (Web of Science) kot podpodročji je dostopna na spletni strani agencije (<http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/preslik-vpp-fos-wos.asp>). [Nazaj](#)

² Podpisano izjavo sofinancerja/sofinancerjev, s katero potrjuje/jo, da delo na projektu potekalo skladno s programom, skupaj z vsebinsko obrazložitvijo o potencialnih učinkih rezultatov projekta obvezno priložite obrazcu kot priponko (v skeniranem PDF formatu) in jo v primeru, da poročilo ni polno digitalno podpisano, pošljite po pošti na Javno agencijo za raziskovalno dejavnost RS. [Nazaj](#)

³ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

⁴ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11) [Nazaj](#)

⁶ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v

zadnjem letu izvajanja projekta (obrazložitev). V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁷ Znanstveni in družbeno-ekonomski dosežki v programu in projektu so lahko enaki, saj se projektna vsebina praviloma nanaša na širšo problematiko raziskovalnega programa, zato pričakujemo, da bo večina izjemnih dosežkov raziskovalnih programov dokumentirana tudi med izjemnimi dosežki različnih raziskovalnih projektov.

Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

⁸ Znanstveni in družbeno-ekonomski dosežki v programu in projektu so lahko enaki, saj se projektna vsebina praviloma nanaša na širšo problematiko raziskovalnega programa, zato pričakujemo, da bo večina izjemnih dosežkov raziskovalnih programov dokumentirana tudi med izjemnimi dosežki različnih raziskovalnih projektov.

Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

Družbenoekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen, kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno ekonomsko relevantnega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. v preteklem letu vodja meni, da je izjemen dosežek to, da sta se dva mlajša sodelavca zaposlila v gospodarstvu na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovila svoje podjetje, ki je rezultat prejšnjega dela ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁹ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹⁰ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja [Nazaj](#)

¹¹ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

¹² Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

¹³ Največ 500 znakov vključno s presledki (velikosti pisave 11) [Nazaj](#)

¹⁴ Največ 500 znakov vključno s presledki (velikosti pisave 11) [Nazaj](#)

¹⁵ Največ 1.000 znakov vključno s presledki (velikosti pisave 11) [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-CRP-ZP/2013-01 v1.00c
0A-BE-6B-7A-14-10-E7-53-4B-A6-69-35-2F-64-5B-95-EB-B6-3F-74

PRILOGA K TOČKI B5

Točka B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

5. Poročilo o realizaciji predloženega programa na raziskovalnem projektu

1 UVOD

Proučevanje kombinacijskih sposobnosti (KS) je najbolj razširjena metoda za preizkušanje genskega materiala v žlahtnjenju rastlin. Za ugotavljanje KS so potrebna sistematična dialelna križanja, ki so lahko popolna dialelna križanja, kjer vsak genotip križamo z vsakim. Pri tem načinu dobimo 10 kombinacij oz. križancev, če vključimo v proučevanje samo 5 starševskih linij, brez recipročnih križanj. Število kombinacij pri takem načinu brez recipročnih križanj in brez staršev se izračuna po formuli $n(n-1)/2$, kjer je n število starševskih linij. Metode računanja KS za različne načine dialelnih križanj je podal že Griffing (1956), po katerem se imenujejo »4 Griffingove metode«, odvisno od tega, če v proučevanje KS, poleg križancev F1 generacije, vključimo še starševske linije in recipročna F1 križanja. Pri večjem številu linij pa se, zaradi preobsežnega dela, ki ga zahteva popolni dialel (pri samo 50 linijah brez recipročnih križanj in starševskih linij, dobimo 1.225 novih križancev), lahko odločimo za nepopolna dialelna križanja, kjer del genotipov uporabimo kot materine starše, del pa kot očetne starše, ki služijo kot testerji. Tako dobimo dokaj realno oceno o vrednosti posamezne linije oz. splošno kombinacijsko sposobnost (SKS). Samo najboljše linije potem medsebojno križamo po metodi dialelnega križanja, da dobimo oceno o specifični kombinacijski sposobnosti (PKS) vseh medsebojnih križanj (Stoskopf, 1993). Izraza SKS in PKS sta prva predlagala Sprague in Tatum (1942). SKS predstavlja aditivno genetsko varianco, medtem ko PKS predstavlja neaditivno genetsko varianco, predvsem z dominantnim in epistatičnim učinkom (Hallauer in Miranda, 1988). V našem projektu smo se odločili za metodo nepopolnega dialela, več načinov te metode navaja oz. priporoča Warghese s sod. (1976). S pomočjo dialelnih križancev je možno ugotoviti tako SKS kot PKS ter nadalje vlogo oz. razmerje aditivnega in neaditivnega genskega učinka, ki je pomembno pri proučevanju heritabilnosti lastnosti.

Vivek s sod. (2010) je ugotovil negativno korelacijo za SKS med višino pridelka in stopnjo okuženosti storža koruze z glivo *Fusarium* spp. pri dialelnih križancih koruze ter za PKS med pridelkom in nekaterimi boleznimi koruze, kot so rja, prašnata snet in koruzna pegavost. Tako za PKS kot za SKS ni ugotovil signifikantnih korelacij. Poudarja, da je s proučevanjem KS za določene lastnosti v inbridirane linije možno kopičenje genov za odpornost na določen patogen in posledično istočasno iz njih vzgojiti nove genotipe oz. hibride s hkratno odpornostjo na več bolezni. Vendar pa moramo pri vzgoji genotipa z odpornostjo na več bolezni v proces žlahtnjenja vključiti take genotipe, ki že vsebujejo gene za želeno odpornost in priporoča tudi vključevanje »farming participatory« pristopa, sploh če žlahtnimo za določeno območje pridelave ali za bolj specifične namene.

Tako Vivek s sod. (2010) kot Mavere s sod. (2006) poudarjata izreden pomen umetnega okuževanja za proučevanje odpornosti genotipov, še posebej za bolezni v določenih rastnih ali klimatskih razmerah, ki niso vedno dovolj ugodne za razvoj patogena. Mavere s sod. (2006) še posebej poudarja, da z umetno okužbo dobimo zanesljivo oceno odpornosti, ki je nujno potrebna pri proučevanju heritabilnosti odpornosti na patogene ali za že prej omenjeno proučevanje kombinacijskih sposobnosti.

Logrieco s sod. (2002) poroča, da glive iz rodu *Fusarium* v Evropi povzročajo 10-30 % nižje pridelke pri koruzi, poleg tega pa nekatere vrste te glive izločajo škodljive toksine, specifične za posamezen patogen. Charmley in sod. (1995) poročajo, da je v svetu okrog 25 % pridelane koruze okužene z mikotoksini. Eriksen in Aleksander (1998) ter Bullerman (1996) pa poročajo, da je za nekatere vrste toksinov, kot sta 'deoxynivalenol' in 'fumonisin B1' ta odstotek občutno višji. Podrobnejši seznam mikotoksinov, ki jih izločajo glive iz rodu *Fusarium* in so najbolj razširjene v Evropi, je podal Logrieco s sod. (2002). Vrsta *Fusarium subglutinans* (Wollenw. et Reinking./ P.E. Nelson, Toussoun et Marasas), ki je v Sloveniji najbolj razširjena (Milevoj, 1981; 1996) in je vključena v naš projekt, izloča mikotoksine 'beauvericin', 'moniliformin' in manj pomemben 'fusaproliferin' (Logrieco in sod., 2002). Po ugotovitvah Ledoux-a s sod. (1995) in Harvey-a s sod. (1997) moniliformin povzroča hipertrofijo srčnih mišic, krvne motnje, smrtnost glodalcev, piščancev, rac in prašičev. Medtem, ko beauvericin povzroča toksičnost žuželk (Gupta in sod., 1991) ter različne poškodbe celic mišičnih tkiv glodalcev in človeka (Macchia in sod., 1995; Krska in sod., 1997). Zaradi tega je žlahtnjenje novi rodovitnih in kakovostnih (vsaj brez škodljivih snovi v krmi ali hrani) sort kmetijskih rastlin kompleksna naloga, saj je pridelek od setve do končnega skladiščenja oz. porabe podvržen številnim dejavnikom.

Poleg višine pridelka in odpornosti na fuzarioze storža in zrnja je eden od glavnih ciljev projekta tudi proučevanje fotosintetske aktivnosti (FA). Kot poroča Hirasawa (1999) se ob pomanjkanju talne vlage stopnja FA sredi dneva občutno zmanjša. S poskusi na koruzi je ugotovil, da je bila stopnja FA zjutraj (ob 7.00 26. julij) nižja in je dosegla maximum ob 10.00; medtem, ko je bila ob meritvah 20. avg. njihova maksimalna FA ob 11.00, ki je kasneje pojemala. Obakrat pa je ugotovil korelacije med FA in epidermalno prevodnostjo. Z meritvami 26. avg. je dobil nižje vrednosti, kar je povezal s staranjem listja pri koruzi. Glede na ugotovitve Hirasawe (1999) je najprimernejši čas merjenja fotosinteze v času najintenzivnejše rasti in sicer tik pred in v času metličenja. Pri nenamakanih rastlinah se je stopnja FA in epidermalne prevodnosti močno zmanjšala sredi dneva (kmalu po 11.30) in zgodaj popoldan, medtem ko je pri namakanih to zmanjšanje bilo komaj opazno.

Torej je FA močno odvisna od vlage, ki jo ima rastlina na razpolago. Blum (2005) povezuje višino pridelka najbolj z odpornostjo rastline na sušne razmere, zato navaja povezavo med potencialom pridelka, odpornostjo na sušo ter učinkovito izrabo vode kot ključne dejavnike, ki naj bi vplivali na žlahtniteljske programe za boljše pridelke v sušnih razmerah. Za to uporabi izraza Levitta (1972) »toleranca na dehidracijo« in/ali »izogibanje dehidraciji«.

Chaves s sod. (2009) poudarja, da je fotosinteza skupaj z rastjo celic eden od primarnih procesov v rastlini, ki je najbolj pod vplivom vode in slanosti tal. Vpliv stresa je lahko direktni (omejena difuzija skozi listne reže in mezofil ali spremembe v fotosintetski aktivnosti) ali sekundarni, kot je oksidacijski stres, povzročen zaradi kopičenja večih stresov. Fotosintetski odziv na sušo in slanost je zelo kompleksen, saj je odvisen od razvojne faze rastline, intenzivnosti, časa pojava in trajanja stresa.

Munns (2002) navaja, da so začetni odzivi na stres, povzročen zaradi suše ali stresa, večinoma identični; po daljšem trajanju stresa pa rastlina reagira še z dodatnimi metabolnimi mehanizmi. Pomanjkanje vode v listih samih pa ni sproženo samo zaradi pomanjkanje vode v tleh, ampak lahko tudi zaradi atmosferskega pomanjkanja zračne vlage ob veliki vročini, ki sproži povečano evaporacijo.

V primerjavi z vodnim stresom je stres, povzročen zaradi slanosti tal, pogojen z večjim številom genov in bolj intenziven, verjetno zaradi kombinacije vplivov dehidracije in osmotskih stresov rastlin, ki so podvržene stresu zaradi slanosti tal. Po ocenah UNESCO-a (Chavez in sod., 2009)

je na svetu od celotne površine 6 % površin podvržene stresu zaradi slanosti tal, od namakanih površin pa celo 30 %. Tako bo v bodoče mogoče stres zaradi slanosti predstavljal večji problem kot vodni stres. Širitev kmetijske pridelave na aridna in semi-aridna območja z intenzivnim namakanjem pa še povečuje sekundarno slanost tal.

Aklimatizacijski odziv rastline na sušo, ki indirektno vpliva na fotosintezo, vključuje povezave z zaviranjem rasti ali sušenjem listov, z omejitvijo razpolaganja z vodo, vse z enim ciljem, da rastlini pomaga vzdrževati vodni status ter z njim povezano asimilacijo. Razumevanje, kako rastlina reagira napram suši, slanosti in drugim spremljajočim stresom ima pomembno vlogo pri vrednotenju rastlin pod stresnimi pogoji ter tudi varovanju naravne vegetacije. Pri tem pa lahko ima odločilno vlogo žlahtnjenje rastlin, ki bi z vzgojo rastlin z učinkovitejšo izrabo vode ali z manjšo občutljivostjo na slanost tal pomembno prispevali k zmanjšanju vpliva stresa na same rastline in posredno na njihov pridelek.

Še posebej je pomembna vzgoja celotne rastline in vrednotenje njene kompleksne končne vrednosti, kot je npr. pridelek, še posebej, če vzamemo v obzir tezo, ki jo postavlja Chavez in sod (2009), ki pravi, da se pojavlja nova paradigma in sicer, da se odziv rastline na stres nasplošno pojavi preko serije fizioloških, celičnih in molekulskih reakcij vzporedno in zelo hitro. To aktivira celoten proces metabolizma v smeri aklimatizacije in preživetja rastlin. Po njegovem izgublja na pomenu poskus identificiranja prvotnih vplivov suše ali drugih stresnih razmer na metabolizem rastlin nasploh in direktno na fotosintezo. Pa vendar je veliko raziskav in objav, ki poskušajo ugotoviti vpliv posamičnih metabolnih procesov ali drugih npr. fotosintetskih parametrov, ki vplivajo na različen odziv rastline na stresne razmere.

Vpliv suše in slanosti tal na fotosintezo se lahko odrazi z omejeno difuzijo CO₂ v kloroplaste, z omejeno odprtostjo listnih rež in z mezofilnim transportom CO₂, pa vse do sprememb v fotokemičnih procesih lista in metabolizmu ogljika. To vse je odvisno od intenzivnosti in trajanja stresnih razmer kot tudi od starosti lista (starejši listi so bolj občutljivi) oz. same rastline in rastlinske vrste (Galmes in sod., 2007; Flexas in sod., 2004; Lawlor in Cornic, 2002). Predvsem moramo upoštevati, da je pomembna tudi starost rastlin oz. lista; saj je za proučevanje fotosintetske aktivnosti, ki je močno odvisna od razpoložljivosti tako talne kot od zračne vlage; da bomo meritve fotosinteze, ki bodo v izvedene v naravnih poljskih razmerah, izvajali za vse proučevane križance ob enaki razvojni fazi (enaka starost rastline oz. listov) in hkrati zagotovili enake ali vsaj čimbolj podobne zunanje razmere (osončenost in temperatura).

Chaves s sod. (2009) poudarja, da že samo znanje o fizioloških, celičnih in molekulskih odzivih rastline na stres (suša ali slanost), vključujoč signale, ki se ob tem pojavijo, dopušča velik napredek pri pridelavi ali žlahtnjenju novih sort rastlin. Za nadaljnje razumevanje kompleksnosti odziva na sušo in slanost, vključujoč vplive fotosinteze, je potrebno povečati večnivojske genomske in fiziološke študije, vključiti različno intenzivnost in čas trajanja stresa ter vključiti večje število genotipov z različno tolerantnostjo na stres.

Shinozaki in Yamaguchi-Shinozaki (2007) pa navajata, da sta z vnosom genov za odpornost na stres na modelnih rastlinah že dobila nekatere modelne rastline, tolerantnejše za stres.

Echarte s sod. (2008) je s primerjanjem starejših (potrjeni v l. 1959) in novejših (potrjeni v l. 2004) hibridov koruze ugotovil, da imajo novejši hibridi poleg boljšega pridelka tudi višjo stopnjo akumulacije suhe snovi v času polnjenja zrnja, počasnejše sušenje listov oz. večjo zelenost rastline ob zrelosti, tudi višjo toleranco za stres ter višjo vsebnost klorofila v listu v fazi polnjenja zrnja. Predvsem višja toleranca za stres in večja vsebnost klorofila v listih novejših hibridov nakazuje, da je šla smer žlahtnjenja tudi v to smer, k čemur je ob kompleksnosti samega pridelka, odvisnega od več dejavnikov, prispevalo tudi izboljšanje teh dveh parametrov.

Namen in cilji projekta

Glavni cilj projekta je bil izrednotiti splošno (SKS) in specifično oz. posebno (PKS) kombinacijsko sposobnost 50 novih Lj- križancev koruze, vzgojenih po metodi nepopolnega dialelnega križanja 15 samooplodnih linij, hranjenih v genski banki koruze na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani za ranost, višino pridelka, nekatere lastnosti storža, tolerantnost na glivo *Fusarium subglutinans*, fotosintetsko aktivnost in učinkovitost izrabe vode.

2 MATERIAL IN METODE DE LA

2.1 Material

V poskus smo vključili 50 novih križancev koruze, vzgojenih iz samooplodnih linij po metodi nepopolnega dialela, kjer smo 10 linij uporabili kot materine linije (P1–P10), 5 linij pa kot očetne linije (P12–P16). Prvi križanec med linijama P1 in P12 je označen kot P1×P12, zadnji pa med P10 in P16, označen kot P10×P16 (Pregl. 1).

Preglednica 1: Križanje 15 starševskih linij po metodi nepopolnega dialelnega križanja

Starševske linije		Očetne linije				
		P12	P13	P14	P15	P16
Materine linije	P1	P1×P12	×	×	×	×
	P2	×	×	×	×	×
	P3	×	×	×	×	×
	P4	×	×	×	×	×
	P5	×	×	×	×	×
	P6	×	×	×	×	×
	P7	×	×	×	×	×
	P8	×	×	×	×	×
	P9	×	×	×	×	×
	P10	×	×	×	×	P10×P16

Starševske linije križancev izhajajo iz genske banke koruze na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani. Vse linije so bile odbrane na podlagi predhodnih rezultatov temeljnega raziskovalnega projekta »Tolerantnost domačega genskega materiala koruze na nekatere patogene« (1997-99, nosilec Rozman L.) in so se izkazale kot najbolj tolerantne na glivo *Fusarium subglutinans*, imajo pa tudi dobre druge agronomske lastnosti (ranost, kakovost zrnja, ...) (Rozman, Kragl 2003; Rozman, 2003; Rozman, 2004a; Rozman 2004b; Rozman 2007). Poleg 50 novih Lj- križancev smo v poskus vključili še 6 standardov, ki jih Sortna komisija RS uporablja kot standarde pri potrjevanju novih hibridov koruze za vpis v sortno listo. Tako je bilo v poskus vključenih skupno 56 križancev oz. poskusnih členov (PČ).

2.2 Metode in načrt setve

Pri žlahtnjenju rastlin se pri preizkušanju novih sort pogosto srečujemo s poskusi z velikim številom PČ. Da se poveča natančnost poskusa, se v takih primerih uporablja metoda nepopolnih blokov, pri kateri se lahko zaradi specifične razporeditve PČ poskus izvede z manj ponovitvami. Zaradi naključne razporeditve se pri popolnih blokkih, kjer blok običajno predstavlja ponovitev, lahko določen PČ naključno razporedi na en del parcele v vseh ponovitvah. Da bi se verjetnost take razporeditve zmanjšala (in povečala natančnost poskusa) je potrebno večje število ponovitev, kar poveča velikost poskusa in omejuje fizično in finančno zmogljivost izvedbe poskusa. Z metodo nepopolnih blokov se temu izognemo. Skupno število PČ razdelimo na več enakih manjših blokov, zato mora skupno število PČ biti enako večkratniku nekega števila (npr. v našem primeru 8×7 – 8 blokov s po 7 PČ, ali 6×7, 7×7, 8×8,...). V naš poskus je bilo vključenih 56 PČ (različnih križancev). Poskus je bil zasnovan po metodi naključnega nepopolnega bloka v treh ponovitvah, v vsaki ponovitvi je bilo 8 nepopolnih blokov s po 7 PČ. Načrt poskusa je prikazan na sliki 1.

zaščita								zaščita															
	56	55	54	53	52	51	50	54	25	4	40	18	11	47	11	56	44	42	29	2	19		
	168	167	166	165	164	163	162	161	160	159	158	157	156	155	154	153	152	151	150	149	148	blok 8,16,24	
	43	44	45	46	47	48	49	33	19	48	26	55	5	12	4	52	21	30	13	22	46		
	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	blok 7, 15,23	
	42	41	40	39	38	37	36	52	9	2	45	38	24	31	3	37	20	28	12	45	50		
	126	125	124	123	122	121	120	119	118	117	116	115	114	113	112	111	110	109	108	107	106	blok 6,14,22	
	29	30	31	32	33	34	35	23	51	37	30	44	16	1	31	23	5	54	14	15	39		
zaščita	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	blok 5,13,21	
	28	27	26	25	24	23	22	6	56	20	13	27	34	41	10	27	47	35	36	1	55		
	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64	blok 4,12,20	
	15	16	17	18	19	20	21	43	36	8	29	22	15	50	9	41	17	49	25	33	51		
	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	blok 3,11,19	
	14	13	12	11	10	9	8	14	21	49	42	7	35	28	48	6	8	24	40	16	32		
	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	blok 2,10,18	
Komb	1	2	3	4	5	6	7	32	10	3	46	39	17	53	43	18	7	53	34	38	26		
Zap. št. parc.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	blok 1,9,17	
	zaščita														zaščita								
	1. ponovitev							2. ponovitev							3. ponovitev								

Slika 1: Načrt setve poskusa novih križancev v Jablah, 2011 in 2012.

2.3 Velikost poskusne parcelice, setev in oskrba

Poljski poskus je potekal na poskusnem polju Biotehniške fakultete, ki ga imamo v najemu na Centru za razvoj podeželja in kmetijstva v Jablah. Poskus je bil postavljen po shemi nepopolnega naključnega bloka v treh ponovitvah. Osnovna parcelica posameznega poskusnega člena (v našem primeru križanca) je zajemala 4 vrstice, od katerih sta zunanji dve vrstici služili za umetno okužbo storžev z glivo *Fusarium subglutinans* (prva zunanja vrstica) in za merjenje fotosinteze (četrti zunanja vrstica). Notranji dve vrstici (druga in tretja) pa sta, z namenom zmanjšanja medsebojne kompeticije, služili kot obračunska parcelica za ugotavljanje pridelka in drugih proučevanih lastnosti.

Praktični del izvedbe poljskega poskusa:

- Priprava seznama vključenih genotipov (križancev F1 generacije in standardov) in načrta setve
- Priprava točno določenega števila zrn za vsako posamezno parcelico
- Priprava seznama preostale količine semena po setvi
- Ročna setev poljskega poskusa
- Standardna oskrba poskusa (škropljenje, gnojenje, okopavanje, redčenje)
- Potrebna bonitiranja in meritve, ki so podrobneje opredeljena v nadaljevanju poročila
- Ročno spravilo vseh storžev 20 rastlin iz obračunske parcelice
- Po spravi analize, meritve in tehtanja storžev in zrnja v laboratoriju

Osnovni podatki o poskusu

1. Poskusna shema: pravokotna mrežasta razporeditev, naključni nepopolni bloki v 3 ponovitvah
2. Velikost poskusne parcelice:
 - a. osnovna parcelica – 4 vrste po 20 rastlin
 - b. obračunska parcelica – 2 vrsti po 20 rastlin
3. Gostota posevka: 79.400 rastlin/ha, razdalja setve: 70×18 cm
4. Datum setve: 27. april 2011; 27. april 2012
5. Datum vznika: 9. maj 2011, 4. maj 2012
6. Datum škropljenja proti plevelom: 27. maj 2011 (Laudis); 10. maj 2012 (Lumax)
7. Datum oskrbe (dognojevanje, okopavanje, redčenje): 10. in 14. junij 2011
8. Gnojenje: 170 kg/ha N-a v 2 obrokih, 100 kg/ha P₂O₅, 150 kg/ha K₂O
9. Kraj/lokacija poskusa: Poskusno polje BF v Jablah

2.4 Bonitiranja med rastno dobo koruze

V času rastne dobe smo beležili najpomembnejše fenofaze ter pojav bolezni in škodljivcev. Po setvi smo beležili datum in % vznika, v času cvetenja pa začetek (10%) in 50 % metličenja in svilanja vseh križancev, vključenih v poskus. Glede na čas cvetenja smo prilagodili tudi čas merjenja FA in umetnega okuževanja z glivo *Fusarium subglutinans*. Po cvetenju in vse do zrelosti oz. spravila smo beležili pojav in intenzivnost pojava bolezni in škodljivcev, lom in poleganje ter izenačenost in splošni izgled križancev. Stopnjo okuženosti storžev, ki smo jih umetno okužili z glivo *Fusarium subglutinans* smo ocenili ob spravilu, na ostalih storžih pa še naravno okuženost.

2.5 Umetno okuževanje storžev koruze z glivo *Fusarium subglutinans*

Za umetno okuževanje storžev smo v vsaki parcelici v 4. vrstici na naključno izbranih 5 rastlinah okužili vrhnji storž koruze. Za okužbo smo uporabili glivo *Fusarium subglutinans* (/Wollenweb. et Reink./ PE Nelson, TA Toussoun et Marasas), ki smo jo izolirali iz storžev naravno okužene koruze iz predhodnega leta. Glivni inokulum je bil v obliki suspenzije trosov in micelija. Za okuževanje smo uporabili veterinarsko injekcijsko pištolo z injekcijsko iglo premera 1,8 mm ter v storž koruze vbrizgali 1 ml suspenzije omenjene glive. Storž smo okuževali 10 dni po opraitvi skozi ličje v sredino storža. Po ugotovitvah Milevoj-eve (1994) je to najoptimalnejši čas za okuževanje storža z omenjeno glivo, to je v času, ko se začne svila sušiti. Okuženost storžev smo ocenjevali ob spravilu po skali od 1 do 7 (Reid in sod., 1999), kjer vsaka ocena pripada odgovarjajočemu % okuženega zrnja na storžu (Pregl. 2).

Preglednica 2: Lestvica za ocenjevanje okuženosti storžev z glivo *Fusarium subglutinans*

Ocena	% okuženega zrnja na storžu
1	brez znakov okužbe
2	1-3 %
3	4-10 %
4	11-25 %
5	26-50 %
6	51-75 %
7	> 75 %

2.6 Merjenje fotosintetske aktivnosti (FA) ter drugih parametrov, ki so povezani oz. vplivajo na FA

Merjenje fotosintetske aktivnosti (FA) smo izvedli z aparatom za merjenje fotosinteze znamke Licor Li-6400, kjer smo za vse meritve nastavili enotno svetlobni vir $1500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, s CO_2 cilindrom referenčni $\text{CO}_2=380 \text{ ppm}$, temperaturo lista $23 \text{ }^\circ\text{C}$ ter 40 \% vlago. S tem smo poskusili zagotoviti enake razmere za vse merjene rastline. Meritve smo opravili v času metličenja na sredini prvega lista nad storžem na 3 naključno izbranih rastlinah v prvi vrsti vsake parcelice v vseh treh ponovitvah. Zaradi zagotovitve vsaj minimalno enakih zunanjih razmer smo meritve izvajali samo v času med 8.30 in 12.00 uro. Ker je FA močno odvisna tudi od razpoložljive talne vlage (Hirasawa, 1999) smo v času meritev pri vsaki rastlini izmerili tudi količino talne vlage z merilnikom znamke Delta-T Devices tip HH2. Pomemben vpliv na FA ima tudi vodni potencial (VP) rastline (Chaves s sod., 2009; Munns, 2002), zato smo istemu listu, na katerem smo merili FA, izmerili še VP s tlačno (Scholandrovo) komoro. Liste, katerim smo izmerili FA in VP, smo odrezali ter kasneje posušili na zračno suho snov in spravili za morebitne kasnejše analize.

Za proučevanje učinkovitosti izrabe vode vključenih genotipov bomo v našem projektu uporabili fotosintetske parametre (neto sprejem CO_2 in transpiracijo) kot jih predlagajo Baldochi (1994) in Sinclair s sod. (1984).

2.7 Pridelek in lastnosti storža

Za ugotavljanje pridelka in statistično obdelavo smo ob zrelosti na notranjih dveh vrsticah ročno pobrali vse storže, jih v laboratoriju posušili na 14 \% vlage v zrnju. Vse storže iz parcele smo prešteli, stehali pred luščenjem, po luščenju pa še samo zrnje, da smo določili še odstotek klasinca. Ob tem smo z vlagomerom določili še odstotek vlage v zrnju ter težo zrnja preračunali na 14 \% vlage v zrnju. Izmerili smo tudi dolžino in premer storža ter število vrst zrnja na storžu. Te tri lastnosti najbolj vplivajo na količino pridelka.

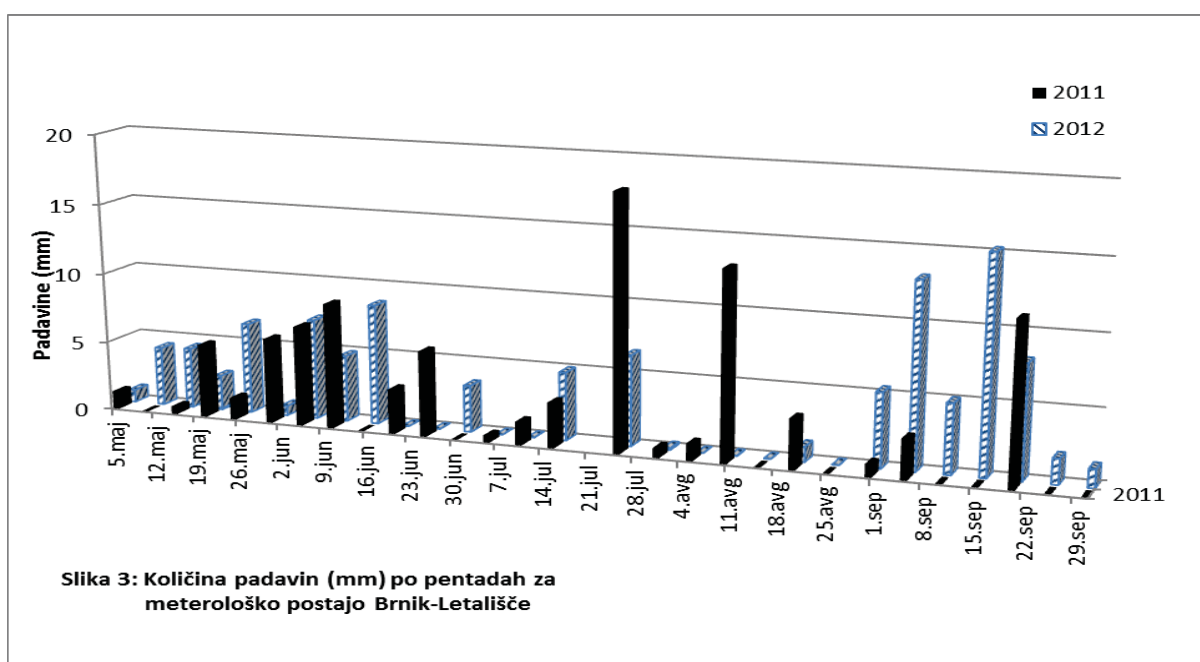
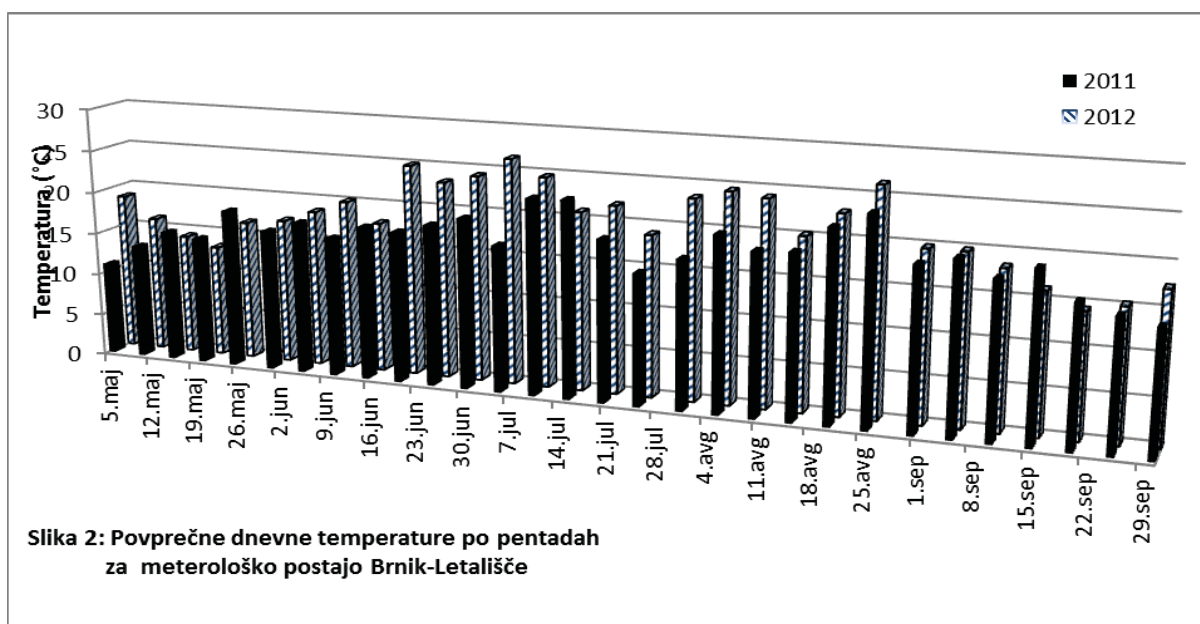
2.8 Metode statistične obdelave

Za pripravo in statistično obdelavo podatkov smo uporabili statistična programa Microsoft Excel 2010 in Statgraphics Centurion XV. Kombinacijsko sposobnost (KS), ki smo jo računali na podlagi povprečij F1 generacije po Griffingu (1956), metodi 4, ki upošteva samo križance F1 generacije, brez starševskih linij in brez recipročnih križanj, pa smo računali s programom Agrobase Gen II[®].

3 REZULTATI

3.1 Meteorološki podatki

Vremenske razmere v času poskusa so bile v obe letih (2011 in 2012) glede temperature precej enake in nad dolgoletnim povprečjem, v l. 2012 so bile še nekoliko višje kot v l. 2011 (Sl.2). V obeh letih je bilo v prvi polovici junija zadosti padavin (Sl. 3). Ker so na polju, kjer izvajamo poskuse, srednje težka, meljasta tla, ki dobro zadržujejo talno vlago, prevelikega pomanjkanja talne vlage zaradi suše ni bilo, saj so v poletnih mesecih, predvsem v l. 2011, posamezne dnevne plohe in nevihte nadoknadile pomanjkanje vode.



3.2 Kombinacijska sposobnost

Poleg osnovne analize variance (Pregl. 3), s pomočjo katere lahko ugotovimo statistično značilne razlike samo med križanci, za računanje kombinacijskih sposobnosti potrebujemo še razčlenjeno analizo variance, pri kateri križance razdelimo na SKS materinih linij (♀ linij), SKS očetnih linij (♂) in PKS (Pregl. 4). V preglednicah 3 in 4 so kot primer prikazani samo podatki za pridelek zrnja (Pregl. 3) in lastnosti storža (Pregl. 4) za leto 2011. Iz preglednice 3 (osnovna ANOVA) lahko razberemo le, da so statistično značilne razlike med križanci, medtem ko iz preglednice 4 lahko ugotovimo tudi to, da so statistično značilne razlike ($p < 0,05$ oz. $p < 0,01$) tudi med SKS linij, med SKS testerjev in med PKS za lastnosti, prikazane v tej preglednici. Samo v primerih, ko smo z analizo variance ugotovili statistično značilne razlike, so upravičene nadaljnje statistične analize, da ugotovimo med katerimi obravnavanji te razlike obstajajo.

Preglednica 3: Osnovna ANOVA za pridelek zrnja (dt/ha) pri 14 % vlagi.

Vir variabilnosti	SP	SP	VKO	Varianca	F-vrednost	<i>p</i> -vrednost
Ponovitve	p-1	2	181,6	90,8	1,12	0,3313
Križanci	k-1	49	24560,0	501,2	6,17	0,0000
Ostanek	(p-1)×(k-1)	98	7964,5	81,3		
Skupaj	(p×k)-1	149	32706,1			

Preglednica 4: Razčlenjena ANOVA za specifično (PKS) in splošno (SKS) kombinacijsko sposobnost linij, vključenih v nove križance ter *p*-vrednosti za pridelek zrnja in lastnosti storža.

Vir variabilnosti	SP	SP	<i>p</i> -vrednost			
			Pridelek	Dolžina storža	Premer storža	Število vrst zrnja
SKS linij	l-1	9	0,000	0,000	0,000	0,000
SKS testerjev	t-1	4	0,000	0,000	0,000	0,000
PKS	(l-1)×(t-1)	36	0,013	0,000	0,001	0,000
Ostanek	(p-1)×(k-1)	98				
Skupaj	(p×k)-1	149				

3.3 Število dni od vznika do 50 % metličenja

Kombinacijsko sposobnost (KS) za ranost smo izračunali za število dni od vznika do 50 % metličenja. Glede na to, da se križanec s čim manjšim številom dni smatra kot najranejši, je starševska linija s čim nižjo vrednostjo splošne kombinacijske sposobnosti (SKS) najboljša za vzgojo novih križancev v smeri ranosti. Iz podatkov v preglednicah 5 in 6 so razvidne statistično značilne razlike v SKS med starši. Najranejše linije so P2, P3 in P4 med materimi linijami ter P12 med očetnimi linijami, ki imajo najboljšo SKS za ranost. Vrednosti posameznih starševskih linij so med leti zelo podobne, razpored med linijami je enak. Po ranosti še najbolj odstopa linija P12. Iz podatkov v preglednici 7, kjer so prikazane vrednosti PKS za proučevane lastnosti, je razvidna PKS za vsakega od 50 križancev posebej. Poleg vsake vrednosti PKS so podane še dejanske vrednosti križanca za posamezno lastnost ter njihove homogene skupine glede na statistično značilnost. Statistično značilne razlike za to lastnost smo dobili tudi za vrednosti posebne kombinacijske sposobnosti (PKS), kar je razvidno tudi za število dni od vznika do 50 % metličenja, saj je razpon 12 dni, od 50 do 62. Čeprav je iz literature znano, da linije z dobro SKS ne dajo vedno tudi križance z dobro PKS, se vendar nekatere dobre linije pojavljajo v križancih z dobro PKS oz. z nižjim številom dni do 50 % metličenja.

Preglednica 5: Vrednosti splošne kombinacijske sposobnosti (SKS) za število dni od vznika do 50 % metliččenja materinih linij novih križancev koruze v letih 2011 in 2012.

Rang po SKS	Materina linija	SKS za število dni od vznika do 50 % metliččenja		Povprečje
		2011	2012	
1	P2	-1,92 a*	-1,99 a*	-1,96
2	P3	-1,59 ab	-1,66 a	-1,63
3	P4	-1,26 bc	-1,53 ab	-1,39
4	P8	-0,39 de	-0,66 c	-0,53
5	P9	-0,73 cd	-0,26 ce	-0,49
6	P5	-0,26 de	-0,46 c	-0,36
7	P7	-0,06 e	0,54 ef	0,24
8	P1	0,94 f	0,67 fg	0,81
9	P6	2,07 g	1,81 g	1,94
10	P10	3,21 h	3,54 h	3,37
LSD _{p=0,05}		0,59	0,88	

Opomba: * - linije z enakimi črkami se med sabo statistično značilno ne razlikujejo.

Preglednica 6: Vrednosti splošne kombinacijske sposobnosti (SKS) za število dni od vznika do 50 % metliččenja očetnih linij novih križancev koruze v letih 2011 in 2012.

Rang po SKS	Očetna linija	SKS za število dni od vznika do 50 % metliččenja		Povprečje
		2011	2012	
1	P12	-4,23 a*	-3,79 a*	-4,01
2	P14	-1,53 b	-1,23 b	-1,38
3	P15	1,34 c	1,54 c	1,44
4	P13	2,07 d	1,71 c	1,89
5	P16	2,34 d	1,77 c	2,06
LSD _{p=0,05}		0,54	0,62	

Opomba: * - linije z enakimi črkami se med sabo statistično značilno ne razlikujejo.

3.4 Pridelek zrnja

Med materinimi linijami ima za pridelek zrnja najboljšo 2-letno povprečno SKS linija P10 (Pregl. 8), v letu 2011 je statistično značilno boljša od vseh ostalih. Druga najboljša je linija P2. Od očetnih linij sta po SKS najboljši liniji P16 in P13, obe sta v posameznih letih na prvem oz. drugem mestu (Pregl. 9). Vrednosti SKS so pri materinih linijah med leti zelo različne, čeprav ima linija P10 v l. 2011 najvišjo vrednost SKS, je v l. 2012 šele na 4. mestu.

Velike razlike med leti so tudi v vrednosti PKS pri posameznih križancih (Pregl. 10), prav tako so velike medletne razlike tudi v samem pridelku (Pregl. 10 in Sl. 4). Očitno so se nekateri križanci močneje odzivali na vremenske razmere, predvsem na količino in razporeditev padavin. Križanca P10×P13 z dobro PKS (10. po rangju PKS) in ima najboljši absolutni pridelek, tvorita liniji z dobro SKS; medtem ko je križanec z najboljšo PKS (P9×P12) po rangju pridelka na 12. mestu, njegovi starševski liniji pa nimata najboljših SKS..

Preglednica 7: Vrednosti posebne kombinacijske sposobnosti (PKS) za število dni od vznika do 50 % metličjenja za nove križance koruze v letih 2011 in 2012.

Rang po $\bar{\sigma}$ PKS	Križanec	PKS			Število dni od vznika do 50 % metličjenja		
		2011	2012	Povpr.	2011	2012	Povpr.
1	P3 x P15	-2,74 a*	-2,11 a-b*	-2,42	53,0 g-h*	56,67 f-g*	54,83
2	P5 x P12	-1,51 b-d	-2,41 a	-1,96	50,0 a	52,00 a	51,00
3	P9 x P14	-1,41 b-d	-2,17 a-b	-1,79	52,3 e-g	55,00 c-e	53,67
4	P10 x P14	-1,67 b-c	-1,64 a-c	-1,66	56,0 k-m	59,33 j-l	57,67
5	P4 x P13	-1,81 b	-1,34 a-d	-1,57	55,0 i-k	57,33 g-i	56,17
6	P8 x P12	-1,37 b-e	-1,21 a-e	-1,29	50,0 a	53,00 a-b	51,50
7	P2 x P14	-1,54 b-c	-0,77 a-h	-1,16	51,0 a-d	54,67 c-d	52,83
8	P9 x P13	-1,67 b-c	-0,61 b-j	-1,14	55,7 j-m	59,33 j-l	57,50
9	P6 x P13	-1,14 b-f	-1,01 a-g	-1,07	59,0 r-s	61,00 m-r	60,00
10	P3 x P13	-1,14 b-f	-0,87 a-g	-1,01	55,3 j-l	57,67 g-i	56,50
11	P5 x P16	-0,41 b-i	-1,57 a-c	-0,99	57,7 o-p	58,33 h-j	58,00
12	P1 x P12	-1,37 b-e	-0,54 b-k	-0,96	51,3 b-e	55,00 c-e	53,17
13	P7 x P12	-1,04 b-g	-0,74 b-i	-0,89	50,7 a-c	54,67 c-d	52,67
14	P4 x P14	-1,21 b-e	-0,24 c-m	-0,72	52,0 d-g	55,67 d-f	53,83
15	P7 x P15	-0,61 b-h	-0,64 b-j	-0,62	56,7 m-o	60,33 l-o	58,50
16	P10 x P15	-0,54 b-h	-0,64 b-j	-0,59	60,0 s-t	63,33 s	61,67
17	P2 x P16	0,26 f-m	-1,04 a-g	-0,39	56,7 m-o	57,33 g-i	57,00
18	P1 x P16	0,06 e-k	-0,71 b-j	-0,32	59,3 s-t	60,33 l-o	59,83
19	P1 x P14	0,59 h-n	-1,11 a-f	-0,26	56,0 k-m	57,00 f-h	56,50
20	P6 x P15	0,26 f-m	-0,57 b-j	-0,16	59,7 s-t	61,67 o-s	60,67
21	P7 x P16	-0,27 c-j	0,09 d-n	-0,09	58,0 p-r	61,00 m-r	59,50
22	P8 x P14	0,26 f-m	-0,44 c-l	-0,09	54,3 i	56,33 e-g	55,33
23	P2 x P15	-0,41 b-i	0,23 d-n	-0,09	55,0 i-k	58,67 i-k	56,83
24	P3 x P16	-0,07 d-k	-0,04 c-n	-0,06	56,7 m-o	58,67 i-k	57,67
25	P6 x P16	-0,41 b-i	0,49 f-n	0,04	60,0 s-t	62,67 s	61,33
26	P9 x P16	0,06 e-k	0,23 d-n	0,14	57,7 o-p	60,33 l-o	59,00
27	P10 x P13	0,39 g-m	-0,07 c-n	0,16	61,7 u	63,67 s-t	62,67
28	P8 x P16	0,06 e-k	0,29 d-n	0,18	58,0 p-r	60,00 k-n	59,00
29	P6 x P12	0,16 f-l	0,33 e-n	0,24	54,0 h-i	57,00 f-h	55,50
30	P7 x P14	-0,07 d-k	0,69 h-n	0,31	54,3 i	58,67 i-k	56,50
31	P1 x P15	-0,61 b-h	1,23 m-p	0,31	57,7 o-p	62,33 r-s	60,00
32	P4 x P12	1,16 j-n	-0,34 c-m	0,41	51,7 c-f	53,00 a-b	52,34
33	P3 x P12	0,49 h-m	0,46 f-n	0,48	50,7 a-c	53,67 b-c	52,17
34	P4 x P16	0,26 f-m	0,83 i-o	0,54	57,3 n-p	59,67 j-m	58,50
35	P8 x P13	0,33 g-m	0,79 h-o	0,56	58,0 p-r	60,33 l-o	59,17
36	P8 x P15	0,73 h-n	0,56 g-n	0,64	57,7 o-p	60,33 l-o	59,00
37	P5 x P13	0,53 h-m	0,93 j-p	0,73	58,3 p-r	60,67 l-p	59,50
38	P9 x P15	1,39 l-n	0,16 d-n	0,78	58,0 p-r	60,33 l-o	59,17
39	P2 x P12	0,49 h-m	1,13 l-p	0,81	50,3 a-b	54,00 b-c	52,17
40	P5 x P15	0,93 i-n	0,69 h-n	0,81	58,0 p-r	60,67 l-p	59,33
41	P2 x P13	1,19 k-n	0,46 f-n	0,83	57,3 n-p	58,67 i-k	58,00
42	P6 x P14	1,13 j-n	0,76 h-o	0,94	57,7 o-p	60,00 k-n	58,84
43	P10 x P16	0,46 h-m	1,43 n-p	0,94	62,0 u	65,33 t	63,67
44	P10 x P12	1,36 k-n	0,93 j-p	1,14	56,3 l-n	59,33 j-l	57,83
45	P1 x P13	1,33 k-n	1,13 l-p	1,23	60,3 t	62,00 p-s	61,17
46	P7 x P13	1,99 n	0,59 g-n	1,29	60,0 s-t	61,33 n-s	60,67
47	P4 x P15	1,59 l-n	1,09 k-p	1,34	57,7 o-p	60,00 k-n	58,84
48	P5 x P14	0,46 h-m	2,36 o-p	1,41	54,7 i-j	59,33 j-l	57,00
49	P9 x P12	1,63 m-n	2,39 o-p	2,01	52,7 f-g	57,00 f-h	54,84
50	P3 x P14	3,46 o	2,56 p	3,01	56,3 l-n	58,33 h-j	57,33
LSD _{p=0,05}		1,44	1,64		1,21	1,39	

Opomba: * - križanci z enakimi črkami se med sabo statistično značilno ne razlikujejo, $\bar{\sigma}$ – 2-letno povprečje .

Preglednica 10: Specifična kombinacijska sposobnost (PKS) ter pridelek zrnja.

Rang po ø PKS	Križanec	PKS			Pridelek zrnja pri 14 % vlagi (dt/ha)			Rang ø prid.
		2011	2012	Povpr.	2011	2012	Povpr.	
1	P9×P12	9,40 a-c*	11,03 a-c*	10,22	85,2 f-o*	89,59 a-b*	87,42	12
2	P8×P15	6,28 a-g	8,68 a-e	7,48	83,8 g-o	74,17 g-r	78,96	28
3	P3×P16	2,29 a-l	12,16 a-b	7,23	100,0 b-e	79,66 c-l	89,83	8
4	P1×P15	10,46 a-b	3,34 a-j	6,90	88,9 d-l	73,55 h-s	81,23	22
5	P6×P13	5,35 a-i	7,87 a-g	6,61	98,9 d-f	92,77 a	95,85	2
6	P2×P12	11,67 a	1,26 b-j	6,46	99,8 b-e	84,34 a-f	92,09	5
7	P5×P16	-0,07 a-n	12,67 a	6,30	94,6 c-h	87,57 a-d	91,06	6
8	P1×P14	3,78 a-k	7,96 a-f	5,87	78,2 k-p	81,29 b-i	79,74	26
9	P7×P13	7,43 a-f	3,91 a-j	5,67	99,0 b-f	89,66 a-b	94,32	3
10	P4×P16	5,83 a-h	3,24 a-j	4,53	102,2 b-d	75,66 f-r	88,94	10
11	P10×P13	6,50 a-g	1,96 a-j	4,23	111,1 a-b	85,80 a-e	98,45	1
12	P3×P13	1,38 a-m	6,78 a-h	4,08	93,2 c-i	79,70 c-l	86,44	16
13	P5×P14	6,29 a-g	1,52 a-j	3,90	73,8 m-p	71,60 j-s	72,69	39
14	P4×P14	4,29 a-j	3,36 a-j	3,82	73,5 n-p	70,97 k-t	72,25	40
15	P9×P15	4,18 a-j	2,10 a-j	3,14	71,9 o-p	70,75 l-t	71,35	42
16	P6×P14	8,96 a-d	-3,44 g-l	2,76	81,3 h-p	71,23 k-s	76,26	35
17	P5×P15	-1,73 b-n	5,45 a-i	1,86	69,8 p	72,41 i-s	71,11	43
18	P7×P14	5,29 a-i	-1,72 d-l	1,79	75,6 l-p	73,80 g-r	74,71	36
19	P6×P12	1,14 a-m	1,43 a-j	1,28	85,6 f-o	82,88 b-h	84,25	19
20	P8×P16	4,50 a-j	-1,99 d-l	1,26	105,1 a-c	71,44 j-s	88,24	11
21	P3×P12	3,51 a-k	-1,13 d-j	1,19	86,2 e-n	68,35 n-t	77,28	34
22	P2×P13	-0,93 b-n	2,45 a-j	0,76	96,3 c-g	88,97 a-c	92,66	4
23	P10×P15	-7,77 i-n	9,20 a-d	0,72	79,6 i-p	79,70 c-l	79,66	27
24	P8×P12	2,19 a-m	-0,80 d-j	0,70	87,7 e-m	74,60 g-r	81,17	23
25	P10×P14	-4,58 f-n	5,10 a-i	0,26	78,8 k-p	78,72 d-m	78,75	30
26	P4×P12	-2,81 d-n	2,47 a-j	-0,17	78,6 k-p	76,87 e-o	77,72	32
27	P10×P12	-2,56 c-n	0,66 c-j	-0,95	92,9 c-j	81,06 b-j	86,99	13
28	P4×P15	2,24 a-m	-5,14 i-l	-1,45	75,5 l-p	59,35 u-v	67,45	46
29	P9×P13	-1,78 c-n	-1,55 d-l	-1,66	83,2 g-p	80,45 b-k	81,81	21
30	P2×P14	-2,46 c-n	-1,19 d-j	-1,83	73,6 n-p	75,10 f-r	74,34	37
31	P7×P15	1,41 a-m	-5,12 i-l	-1,85	75,8 l-p	67,28 o-t	71,53	41
32	P7×P16	-6,01 h-n	1,88 a-j	-2,06	91,5 c-k	82,21 b-h	86,83	14
33	P5×P13	2,28 a-l	-6,70 j-m	-2,21	91,0 d-k	73,61 h-r	82,31	20
34	P2×P15	-4,09 f-n	-1,17 d-j	-2,63	76,0 l-p	72,01 i-s	74,00	38
35	P2×P16	-4,19 f-n	-1,35 d-k	-2,77	99,0 b-f	79,75 c-l	89,36	9
36	P8×P14	-3,62 e-n	-2,25 e-l	-2,94	69,8 p	66,36 r-v	68,08	45
37	P1×P16	-5,30 g-n	-1,12 d-j	-3,21	96,2 c-g	77,03 e-n	86,63	15
38	P6×P16	-5,52 g-n	-1,25 d-j	-3,39	94,0 c-h	78,23 d-m	86,09	17
39	P7×P12	-8,12 k-n	1,04 b-j	-3,54	74,3 m-p	83,34 a-g	78,84	29
40	P9×P16	0,04 a-n	-7,33 j-m	-3,65	90,9 d-k	69,25 m-t	80,07	25
41	P1×P13	-1,30 b-n	-7,16 j-m	-4,23	94,3 c-h	76,40 e-p	85,37	18
42	P10×P16	8,41 a-e	-16,92 m	-4,25	118,9 a	61,51 t-v	90,20	7
43	P1×P12	-7,64 i-n	-3,01 f-l	-5,33	78,9 k-p	77,11 e-n	78,00	31
44	P3×P14	-6,12 h-n	-5,08 i-l	-5,60	64,4 p-q	57,61 v	61,03	48
45	P8×P13	-9,36 l-n	-3,64 h-l	-6,50	85,3 f-o	75,19 f-r	80,25	24
46	P4×P13	-9,56 l-n	-3,92 h-l	-6,74	80,9 h-p	73,92 g-r	77,42	33
47	P3×P15	-1,05 b-n	-12,74 k-m	-6,89	73,6 n-p	46,83 z	60,20	49
48	P6×P15	-9,94 m-n	-4,61 h-l	-7,28	66,5 p	66,93 p-u	66,70	47
49	P9×P14	-11,85 n	-4,25 h-l	-8,05	51,9 q	67,52 n-t	59,69	50
50	P5×P12	-6,77 i-n	-12,94 l-m	-9,86	72,8 n-p	63,93 s-v	68,39	44
	LSD _{p=0,05}	12,20	11,39		13,9	9,63		

Opomba: * - križanci z enakimi črkami se med sabo statistično značilno ne razlikujejo, ø – 2-letno povprečje.

3.4 Lastnosti storža

Pridelek je zelo kompleksna lastnost, pogojena s kvantitativnimi lastnostmi, ki so močno odvisne od okolja. Na pridelek pa močno vplivajo tudi lastnosti storža, kot so dolžina in premer storža, število vrst zrnja in število zrnja na storžu, zato so v proučevanje kombinacijskih lastnosti vključene tudi te lastnosti.

Materina linija P10 ima najboljšo SKS tudi za dolžino storža (Pregl. 11), za obe lastnosti ima statistično značilno boljše SKS od vseh ostalih materinih linij. Za premer storža ima v obeh letih najboljšo SKS linija P2, druga po rangi SKS za pridelek; za število vrst zrnja pa linija P6, ki je po rangi SKS za pridelek na petem mestu.

Od očetnih linij ima linija P16 najboljšo SKS (poleg SKS za pridelek zrnja) še za premer storža in za število vrst zrnja na storžu; v vseh teh lastnostih se od ostalih statistično značilno razlikuje (Pregl. 15 in 18). Za dolžino storža ima najboljšo SKS linija P13 (Pregl. 12), za pridelek pa drugo najboljšo SKS; medtem ko ima za premer storža in število vrst zrnja drugo najslabšo oz. najslabšo SKS.

Najboljšo PKS za dolžino storža imata križanca P1×P14 in P7×P13 (Pregl. 13),, oba sta med križanci z daljšimi storži. Križanec z najdaljšimi storži (P10×P13) je tretji po rangi PKS (zelo izenačene PKS med leti) je križanec z linijama, ki imata najboljše SKS za dolžino storža

Križanec z najboljšo PKS za premer storža (P8×P12; Pregl. 16),) ima samo linijo P8 z dobro SKS, glede premera storža je samo v l. 2011 med boljšimi, v l. 2012 pa med srednjimi za premer storža. Križanec z največjim premerom storža (P2×P16) je po rangi PKS na 9. mestu (sicer v homogeni skupini z najboljšimi PKS), njegove starševske linije pa imajo najboljše SKS.

Pri materinih linijah ima najboljšo povprečno SKS za število vrst zrnja linija P4, ki pa v nobenem letu ni bila najboljša, druga (P6) in tretja (P7) po vrednosti SKS sta bili najboljši v letu 2012 oz. 2011 (Pregl. 17). Od očetnih linij ima v obeh letih signifikantno najboljšo SKS linija P16.

Najboljšo PKS za število vrst zrnja na storžu ima v obeh letih križanec P6×P16 (Pregl. 19), obe njegovi liniji imata dobro SKS (Pregl. 17 in 18),. Ta križanec ima tudi največje vrednosti za število vrst.

Preglednica 11: Vrednosti splošne kombinacijske sposobnosti (SKS) za dolžino storža materinih linij v letih 2011 in 2012.

Rang po SKS	Materina linija	SKS za dolžino storža		Povprečje
		2011	2012	
1	P10	2,12 a*	1,97 a*	2,04
2	P3	0,22 c-d	0,86 b	0,54
3	P1	0,39 c	0,26 c	0,32
4	P8	1,22 b	-0,83 f-g	0,20
5	P7	-0,23 d-e	0,01 c-d	-0,11
6	P6	-0,01 c-d	-0,39 d-f	-0,20
7	P2	-0,69 e-f	-0,24 c-e	-0,47
8	P9	-1,33 g	0,14 c	-0,59
9	P4	-0,73 e-f	-0,67 e-g	-0,70
10	P5	-0,97 f-g	-1,10 g	-1,04
LSD _{p=0,05}		6,53	0,50	

Opomba: * - linije z enakimi črkami se med sabo statistično značilno ne razlikujejo.

Preglednica 12: Vrednosti splošne kombinacijske sposobnosti (SKS) za dolžino storža materinih linij v letih 2011 in 2012.

Rang po SKS	Očetna linija	SKS za dolžino storža		Povprečje
		2011	2012	
1	P13	2,17 a*	2,50 a*	2,34
2	P12	0,13 b	0,31 b	0,22
3	P16	0,19 b	-0,30 c	-0,06
4	P15	-0,55 c	-0,88 d	-0,71
5	P14	-1,95 d	-1,63 e	-1,79
LSD _{p=0,05}		0,42	0,35	

Opomba: * - linije z enakimi črkami se med sabo statistično značilno ne razlikujejo.

Preglednica 13: Specifična kombinacijska sposobnost (PKS) za dolžino storža (cm).

Rang po ø PKS	Križanec	PKS			Dolžina storža (cm)		
		2011	2012	Povpr.	2011	2012	Povpr.
1	P1×P14	0,70 a-f*	0,94 a-b*	0,82	16,9 k-s*	17,45 k-o*	17,16
2	P7×P13	1,21 a	0,31 a-i	0,76	20,1 b-d	20,71 b-c	20,42
3	P10×P13	0,91 a-d	0,61 a-e	0,76	22,9 a	22,97 a	22,95
4	P4×P15	0,53 a-g	0,90 a-c	0,71	17,0 j-r	17,23 m-p	17,10
5	P1×P12	0,79 a-e	0,61 a-e	0,70	19,0 c-g	19,07 f-h	19,05
6	P8×P16	0,30 a-i	0,89 a-c	0,59	18,2 f-k	17,65 k-n	17,93
7	P5×P15	0,62 a-f	0,48 a-f	0,55	16,5 l-s	16,39 r-t	16,43
8	P2×P15	0,95 a-c	0,10 b-l	0,52	17,4 h-o	16,87 n-t	17,15
9	P9×P12	0,51 a-g	0,50 a-f	0,51	18,6 d-i	18,85 g-i	18,72
10	P2×P13	0,60 a-f	0,33 a-i	0,46	19,8 b-e	20,47 b-d	20,14
11	P8×P15	0,10 a-k	0,80 a-d	0,45	17,3 i-p	16,98 n-t	17,12
12	P3×P12	1,21 a	-0,41 f-n	0,40	20,3 b-c	18,65 h-j	19,47
13	P2×P14	0,23 a-j	0,58 a-e	0,40	15,3 s-v	16,59 p-z	15,95
14	P9×P15	0,54 a-g	0,25 a-k	0,39	17,9 g-m	17,41 k-o	17,67
15	P3×P15	0,18 a-j	0,58 a-e	0,38	18,6 d-i	18,45 h-j	18,52
16	P5×P16	0,21 a-j	0,49 a-f	0,35	16,8 k-s	16,97 n-t	16,88
17	P6×P16	0,31 a-i	0,27 a-j	0,29	18,0 g-l	17,47 k-o	17,73
18	P10×P16	1,10 a-b	-0,59 i-o	0,26	21,1 b	18,97 f-h	20,05
19	P6×P14	0,15 a-j	0,38 a-h	0,26	15,7 p-v	16,25 t-v	15,97
20	P6×P12	0,35 a-h	0,17 a-l	0,26	18,0 g-m	17,99 j-m	17,98
21	P8×P13	0,52 a-g	-0,04 d-l	0,24	20,4 b-c	19,53 e-g	19,97
22	P5×P14	0,07 b-k	0,33 a-i	0,20	14,5 u-v	15,48 v-z	15,00
23	P6×P13	0,04 b-k	0,34 a-h	0,19	19,7 b-f	20,35 c-d	20,02
24	P9×P14	0,41 a-h	-0,07 d-l	0,17	16,4 m-s	16,33 s-u	16,37
25	P8×P12	0,61 a-f	-0,30 e-n	0,16	18,5 e-j	17,07 n-s	17,77
26	P10×P12	-0,78 i-n	1,04 a	0,13	19,2 c-g	21,20 b	20,20
27	P1×P16	-0,06 c-l	0,27 a-k	0,11	18,3 e-k	18,11 i-k	18,18
28	P3×P16	-0,21 e-l	0,43 a-g	0,11	18,9 c-h	18,87 g-i	18,90
29	P7×P15	0,09 b-k	0,11 a-l	0,10	16,3 n-s	17,13 n-r	16,71
30	P4×P14	0,36 a-h	-0,22 e-m	0,07	15,4 r-v	15,36 z	15,38
31	P7×P14	-0,20 d-l	0,15 a-l	-0,02	14,6 t-v	16,41 r-t	15,51
32	P4×P16	-0,16 c-l	0,07 b-l	-0,05	17,0 i-q	16,98 n-t	17,00
33	P4×P13	-0,11 c-l	0,00 c-l	-0,06	19,0 c-g	19,71 d-f	19,38
34	P3×P14	-0,31 e-m	-0,05 d-l	-0,18	16,7 k-s	17,06 n-s	16,87
35	P7×P12	-0,11 c-l	-0,28 e-n	-0,20	16,8 k-s	17,92 k-m	17,35
36	P10×P14	0,13 a-j	-0,69 l-o	-0,28	18,0 g-l	17,53 k-o	17,78
37	P1×P13	-0,64 h-n	-0,14 e-m	-0,39	19,6 b-f	20,51 b-c	20,08
38	P9×P16	-0,36 f-m	-0,46 g-o	-0,41	17,8 g-n	17,27 l-p	17,52
39	P5×P12	-0,33 f-m	-0,66 k-o	-0,50	16,2 n-s	16,43 r-t	16,32
40	P5×P13	-0,56 g-n	-0,63 j-o	-0,60	18,0 g-l	18,65 h-j	18,33
41	P2×P16	-0,13 c-l	-1,08 m-p	-0,60	17,1 i-q	16,27 t-u	16,68
42	P7×P16	-0,99 k-n	-0,29 e-n	-0,64	16,0 o-u	17,30 l-p	16,63
43	P9×P13	-1,09 l-n	-0,23 e-m	-0,66	19,0 c-g	20,30 c-e	19,66
44	P4×P12	-0,61 h-n	-0,74 l-o	-0,68	16,5 l-s	16,78 o-t	16,65
45	P3×P13	-0,87 j-n	-0,55 h-o	-0,71	20,2 b-c	20,70 b-c	20,47
46	P2×P12	-1,65 n	0,07 b-l	-0,79	15,5 q-v	18,03 j-k	16,77
47	P10×P15	-1,36 m-n	-0,38 f-n	-0,87	17,9 g-m	18,60 h-j	18,27
48	P6×P15	-0,85 j-n	-1,17 n-p	-1,01	16,1 o-t	15,45 z	15,78
49	P1×P15	-0,80 i-n	-1,68 p	-1,24	16,8 k-s	15,59 u-z	16,18
50	P8×P14	-1,53 n	-1,35 o-p	-1,44	14,2 v	14,07 x	14,15
	LSD _{p=0,05}	1,11	0,93		1,58	0,78	

Opomba: * - križanci z enakimi črkami se med sabo statistično značilno ne razlikujejo, ø – 2-letno povprečje.

Preglednica 14: Vrednosti splošne kombinacijske sposobnosti (SKS) za premer storža materinih linij v letih 2011 in 2012.

Rang po SKS	Materina linija	SKS za premer storža		Povprečje
		2011	2012	
1	P2	0,18 a*	0,17 a*	0,18
2	P8	0,11 a-b	0,02 b-d	0,07
3	P5	0,06 b-c	0,03 b-c	0,04
4	P4	0,07 b-c	0,00 b-e	0,04
5	P7	-0,06 d-f	0,11 a-b	0,03
6	P9	0,02 b-d	0,01 b-d	0,02
7	P6	-0,01 c-e	-0,10 d-e	-0,05
8	P10	-0,13 f	-0,02 c-e	-0,07
9	P3	-0,1 e-f	-0,12 e	-0,11
10	P1	-0,15 f	-0,12 e	-0,13
	P2	0,18 a	0,12	

Opomba: * - linije z enakimi črkami se med sabo statistično značilno ne razlikujejo.

Preglednica 15: Vrednosti splošne kombinacijske sposobnosti (SKS) za premer storža materinih linij v letih 2011 in 2012.

Rang po SKS	Očetna linija	SKS za premer storža		Povprečje
		2011	2012	
1	P16	0,27 a*	0,2803 a*	0,28
2	P14	0,12 b	0,0616 b	0,09
3	P12	-0,09 c	-0,0424 c	-0,07
4	P13	-0,08 c	-0,0717 c	-0,08
5	P15	-0,22 d	-0,2277 d	-0,22
LSD _{p=0,05}		0,07	0,35	

Opomba: * - linije z enakimi črkami se med sabo statistično značilno ne razlikujejo.

Preglednica 16: Specifična kombinacijska sposobnost (PKS) za premer storža (cm).

Rang po ø PKS	Križanec	PKS			Premer storža (cm)		
		2011	2012	Povpr.	2011	2012	Povpr.
1	P8×P12	0,202 a-b*	0,134 a-c*	0,168	4,05 b-g*	3,79 e-j*	3,92
2	P5×P15	0,115 a-d	0,174 a-b	0,145	3,79 g-p	3,65 h-n	3,72
3	P5×P16	0,128 a-d	0,120 a-d	0,124	4,29 a-b	4,11 a-b	4,20
4	P9×P12	0,129 a-d	0,098 a-e	0,114	3,89 d-m	3,75 f-l	3,82
5	P3×P16	0,040 b-i	0,177 a-b	0,109	4,04 b-h	4,02 a-d	4,03
6	P10×P13	0,031 b-j	0,181 a	0,106	3,65 l-s	3,77 e-k	3,71
7	P7×P13	0,268 a	-0,060 c-i	0,104	3,96 c-j	3,66 h-n	3,81
8	P1×P14	-0,047 d-m	0,181 a	0,067	3,75 i-q	3,81 e-i	3,78
9	P2×P16	0,105 a-e	0,022 a-h	0,064	4,39 a	4,15 a	4,27
10	P1×P12	0,118 a-d	-0,015 a-h	0,052	3,71 j-r	3,51 m-s	3,61
11	P6×P13	0,076 b-g	0,024 a-h	0,050	3,82 f-o	3,53 m-s	3,68
12	P7×P15	-0,038 d-m	0,129 a-d	0,046	3,52 p-s	3,69 g-m	3,61
13	P4×P14	0,083 a-f	0,008 a-h	0,046	4,10 b-e	3,75 f-l	3,93
14	P4×P12	0,075 b-g	0,005 a-h	0,040	3,88 d-n	3,65 h-n	3,76
15	P1×P15	0,013 b-k	0,064 a-f	0,039	3,48 q-s	3,40 r-t	3,44
16	P8×P16	0,009 c-k	0,065 a-f	0,037	4,23 a-c	4,05 a-c	4,14
17	P6×P14	0,063 b-g	0,004 a-h	0,034	4,01 c-i	3,65 h-n	3,83
18	P9×P14	0,123 a-d	-0,059 c-i	0,032	4,09 b-f	3,69 g-m	3,89
19	P3×P12	0,013 c-k	0,040 a-g	0,027	3,65 l-s	3,56 l-s	3,60
20	P6×P16	-0,037 d-m	0,085 a-f	0,024	4,06 b-g	3,95 b-e	4,00
21	P2×P13	-0,048 d-m	0,094 a-e	0,023	3,88 d-n	3,87 c-g	3,88
22	P1×P13	0,012 b-k	0,028 a-h	0,020	3,61 n-s	3,52 m-s	3,57
23	P4×P16	0,049 b-h	-0,011 a-h	0,019	4,22 a-c	3,95 b-e	4,09
24	P9×P15	0,050 b-h	-0,016 a-h	0,017	3,69 k-r	3,45 o-t	3,57
25	P10×P14	0,058 b-g	-0,026 a-h	0,016	3,88 d-n	3,70 g-m	3,79
26	P2×P14	-0,007 c-l	0,028 a-h	0,011	4,12 a-e	3,94 b-f	4,03
27	P3×P13	0,067 b-g	-0,058 c-i	0,005	3,71 j-r	3,43 p-t	3,57
28	P10×P15	-0,049 d-m	0,044 a-g	-0,003	3,44 r-s	3,48 n-t	3,46
29	P4×P15	-0,050 d-m	0,030 a-h	-0,010	3,63 m-s	3,49 n-t	3,56
30	P10×P16	0,164 a-c	-0,191 h-i	-0,014	4,14 a-d	3,75 f-l	3,95
31	P2×P15	0,059 b-g	-0,096 d-i	-0,019	3,85 e-n	3,53 m-s	3,69
32	P7×P14	-0,025 c-m	-0,014 a-h	-0,020	3,87 e-n	3,84 d-h	3,85
33	P3×P14	-0,079 e-m	0,022 a-h	-0,029	3,77 h-p	3,65 h-n	3,71
34	P9×P13	-0,104 f-m	0,034 a-h	-0,035	3,67 k-s	3,65 h-n	3,66
35	P6×P15	-0,050 d-m	-0,054 b-i	-0,052	3,56 o-s	3,30 t-u	3,43
36	P8×P15	-0,010 c-l	-0,094 c-i	-0,052	3,72 j-q	3,38 s-t	3,55
37	P6×P12	-0,051 d-m	-0,059 c-i	-0,055	3,68 k-r	3,48 n-t	3,58
38	P7×P16	-0,165 k-m	0,048 a-g	-0,059	3,88 d-n	4,12 a-b	4,00
39	P7×P12	-0,039 d-m	-0,103 d-i	-0,071	3,64 l-s	3,65 h-n	3,64
40	P8×P13	-0,051 d-m	-0,096 d-i	-0,074	3,81 g-o	3,53 m-s	3,67
41	P5×P14	-0,018 c-m	-0,135 f-i	-0,077	3,99 c-i	3,63 i-o	3,81
42	P2×P12	-0,109 g-m*	-0,048 b-i	-0,079	3,81 g-o*	3,76 e-k	3,78
43	P8×P14	-0,150 i-m	-0,010 a-h	-0,080	3,91 d-l	3,75 f-l	3,83
44	P5×P12	-0,133 h-m	-0,044 a-i	-0,089	3,66 k-s	3,62 i-p	3,64
45	P4×P13	-0,157 j-m	-0,032 a-i	-0,095	3,66 k-s	3,58 k-r	3,62
46	P5×P13	-0,092 f-m	-0,115 e-i	-0,104	3,71 j-r	3,52 m-s	3,62
47	P10×P12	-0,203 m	-0,008 a-h	-0,106	3,41 s	3,61 j-p	3,51
48	P3×P15	-0,039 d-m	-0,182 g-i	-0,111	3,47 r-s	3,15 u	3,31
49	P9×P16	-0,197 l-m	-0,058 c-i	-0,128	3,93 d-k	3,91 c-f	3,92
50	P1×P16	-0,095 f-m	-0,258 i	-0,177	3,86 e-n	3,59 k-r	3,72
LSD _{p=0,05}		0,190	0,224		0,27	0,19	

Opomba: * - križanci z enakimi črkami se med sabo statistično značilno ne razlikujejo ø – 2-letno povprečje.

Preglednica 17: Vrednosti splošne kombinacijske sposobnosti (SKS) za število vrst zrnja materinih linij v letih 2011 in 2012.

Rang po SKS	Materina linija	SKS za število vrst zrnja		Povprečje
		2011	2012	
1	P4	1,14 b*	0,58 b-c*	0,86
2	P6	-0,75 e	1,91 a	0,58
3	P7	2,02 a	-1,02 e	0,50
4	P10	0,8 b-c	0,03 c-d	0,42
5	P8	-0,11 e	0,63 b-c	0,26
6	P3	0,88 b-c	-1,36 e	-0,24
7	P2	-0,75 e	-0,11 d	-0,43
8	P9	-1,31 f	0,42 b-c	-0,45
9	P5	-2,56 g	1,62 a	-0,47
10	P1	0,64 c	-2,70 f	-1,03
LSD _{p=0,05}		0,47	0,51	

Opomba: * - linije z enakimi črkami se med sabo statistično značilno ne razlikujejo.

Preglednica 18: Vrednosti splošne kombinacijske sposobnosti (SKS) za število vrst zrnja materinih linij v letih 2011 in 2012.

Rang po SKS	Očetna linija	SKS za število vrst zrnja		Povprečje
		2011	2012	
1	P16	1,64 a*	2,19 a*	1,92
2	P15	0,60 b	0,66 b	0,66
3	P14	-0,2 c	-0,27 c	-0,24
4	P13	-0,55 d	-0,58 c	-0,57
5	P12	-1,48 e	-2,00 d	-1,74
LSD _{p=0,05}		0,33	0,36	

Opomba: * - linije z enakimi črkami se med sabo statistično značilno ne razlikujejo.

Preglednica 19: Specifična kombinacijska sposobnost (PKS) za število vrst zrnja na storžu.

Rang po ø PKS	Križanec	PKS			Število vrst zrnja		
		2011	2012	Povpr.	2011	2012	Povpr.
1	P6×P16	1,22 a*	1,70 a*	1,46	18,53 a*	19,1 a*	18,80
2	P10×P13	0,84 a-c	0,62 b-d	0,73	13,20 l-p	13,3 h-l	13,27
3	P5×P15	1,00 a-b	0,46 b-g	0,73	16,13 b-d	16,0 c	16,07
4	P7×P13	0,71 a-e	0,47 b-f	0,59	13,07 l-p	12,1 o-s	12,60
5	P8×P13	0,55 a-g	0,55 b-e	0,55	14,80 e-i	13,9 g-j	14,33
6	P1×P14	0,18 b-k	0,78 a-c	0,48	11,07 t-v	11,1 t	11,07
7	P7×P14	0,63 a-f	0,30 b-h	0,47	13,33 k-o	12,3 n-r	12,80
8	P1×P12	0,79 a-c	0,11 b-i	0,45	10,40 u-v	8,7 v	9,53
9	P4×P15	0,28 b-j	0,57 b-e	0,42	15,33 c-g	15,1 d-e	15,20
10	P2×P12	0,60 a-f	0,20 b-i	0,40	12,67 n-r	11,4 s-t	12,01
11	P5×P16	0,63 a-f	0,13 b-i	0,38	16,80 b	17,2 b	17,00
12	P9×P12	0,12 b-l	0,32 b-h	0,22	12,93 l-q	12,0 p-s	12,47
13	P2×P13	-0,33 g-n	0,76 a-c	0,22	12,67 n-r	13,3 h-l	13,00
14	P5×P14	-0,60 j-n	0,99 a-b	0,20	13,73 i-n	15,6 c-d	14,67
15	P4×P12	-0,04 c-m	0,43 b-g	0,19	12,93 l-q	12,3 n-r	12,60
16	P3×P14	-0,41 h-n	0,78 a-c	0,18	11,73 q-t	12,4 n-p	12,07
17	P3×P12	0,20 b-j	0,10 b-i	0,15	11,07 t-v	10,0 u	10,53
18	P8×P12	0,02 c-m	0,24 b-i	0,13	13,33 k-o	12,1 o-s	12,73
19	P3×P15	0,39 a-h	-0,14 c-j	0,13	13,33 k-o	12,4 m-p	12,88
20	P9×P15	0,31 b-i	-0,08 c-j	0,12	15,20 d-h	14,3 f-g	14,73
21	P9×P16	0,07 c-m	0,13 b-i	0,10	16,00 b-e	16,0 c	16,00
22	P6×P15	0,26 b-j	-0,10 c-j	0,08	16,53 b-c	15,7 c-d	16,13
23	P8×P14	0,74 a-d	-0,69 i-k	0,03	15,33 c-g	12,9 k-o	14,13
24	P10×P12	-0,22 f-n	0,24 b-i	0,01	11,20 s-v	11,5 r-t	11,37
25	P4×P16	0,04 c-m	-0,03 c-j	0,01	16,13 b-d	16,0 c	16,07
26	P10×P15	-0,17 e-m	0,18 b-i	0,00	13,33 k-o	14,1 f-h	13,73
27	P3×P13	0,20 b-j	-0,25 d-j	-0,02	12,00 p-t	11,1 t	11,53
28	P1×P15	-0,22 f-m	0,11 b-i	-0,06	11,47 r-u	11,3 s-t	11,40
29	P2×P16	0,02 c-m	-0,14 c-j	-0,06	15,20 d-h	15,2 d-e	15,20
30	P9×P14	0,04 c-m	-0,21 d-j	-0,08	14,13 g-l	13,2 i-m	13,67
31	P7×P16	-0,01 c-m	-0,30 d-j	-0,16	14,53 f-k	14,1 f-h	14,33
32	P4×P14	0,28 b-j	-0,63 h-k	-0,18	14,53 f-k	12,9 k-o	13,73
33	P10×P14	0,10 c-l	-0,49 f-k	-0,20	12,80 m-q	12,5 l-p	12,67
34	P7×P12	-0,22 f-n	-0,24 d-j	-0,23	11,20 s-v	10,0 u	10,60
35	P2×P14	-0,14 d-m	-0,34 e-k	-0,24	13,20 l-p	12,5 l-p	12,87
36	P8×P16	-0,70 k-n	0,18 b-i	-0,26	15,73 b-f	16,3 c	16,00
37	P2×P15	-0,14 d-m	-0,48 f-k	-0,31	14,00 h-m	13,3 h-l	13,67
38	P9×P13	-0,54 i-n	-0,17 c-j	-0,36	13,20 l-p	12,9 k-o	13,07
39	P1×P13	-0,41 h-n	-0,38 e-k	-0,40	10,13 v	9,6 u	9,87
40	P5×P13	-0,52 i-n	-0,30 d-j	-0,41	13,47 j-o	14,0 g-i	13,73
41	P6×P12	-0,73 l-n	-0,11 c-j	-0,42	13,47 j-o	13,1 j-m	13,27
42	P3×P16	-0,38 h-n	-0,49 g-k	-0,44	13,60 i-o	13,6 g-k	13,60
43	P8×P15	-0,60 j-n	-0,29 d-j	-0,44	14,80 e-i	14,3 f-g	14,53
44	P4×P13	-0,57 i-n	-0,33 d-k	-0,45	13,33 k-o	12,9 k-o	13,13
45	P6×P13	0,07 c-m	-0,99 j-k	-0,46	15,20 d-h	13,6 g-k	14,40
46	P1×P16	-0,33 g-n	-0,62 h-k	-0,48	12,40 o-s	12,1 o-s	12,27
47	P10×P16	-0,54 i-m	-0,55 h-k	-0,55	14,00 h-m	14,9 d-f	14,47
48	P6×P14	-0,81 m-n	-0,50 g-k	-0,66	14,67 f-j	14,4 e-g	14,53
49	P7×P15	-1,10 n	-0,24 d-j	-0,67	12,40 o-s	12,7 l-p	12,53
50	P5×P12	-0,52 i-n	-1,28 k	-0,90	12,53 n-r	11,6 p-t	12,07
LSD _{p=0,05}		0,88	0,96		1,26	0,81	

Opomba: * - križanci z enakimi črkami se med sabo statistično značilno ne razlikujejo, ø – 2-letno povprečje.

3.5 Tolerantnost na glivo *Fusarium subglutinans*

Tolerantnost koruze na glivo FS smo ocenjevali po lestvici od 1 (najbolj tolerantna) do 7 (najbolj občutljiva), zato so za to lastnost najboljši genotipi z najmanjšimi absolutnimi povprečnimi ocenami oz. najnižjimi vrednostmi KS. Materina linija P6 ima v obeh letih dokaj podobne SKS in ima v povprečju obeh let drugo najboljšo SKS (Pregl. 20). Linija P10 ima najboljšo povprečno dvoletno SKS, vendar ni tako izenačena kot P6. Najslabšo SKS med materinimi linijami ima linija P1, ki je imela najslabše vrednosti v obeh posameznih letih. Največja medletna razlika v SKS pri materinih linijah je pri liniji P3, v letu 2011 je bila najboljša, v letu 2012 pa med srednjimi; podobno, a manj izrazito je tudi pri liniji P5. To kaže na to, da se ti dve liniji močneje odzivata na vremenske razmere. Po vrednosti njunih SKS lahko sklepamo, da se odzivata obratno, saj je imela linija P3 nižjo SKS v letu 2011, linija P5 pa v letu 2012. Za SKS očetnih linij smo dobili statistično značilne razlike samo v letu 2012. Statistično značilno se od vseh drugih razlikuje le najboljša linija P15 (Pregl. 21), kar pomeni, da ima najboljšo KS za tolerantnost.

Preglednica 20: Splošna kombinacijska sposobnost (SKS) za tolerantnost koruze na glivo *Fusarium subglutinans* materinih linij novih Lj- križancev koruze za leti 2011 in 2012

Rang po SKS	Materina linija	SKS		
		2011	2012	Povprečje
1	P10	-0,109 abc*	-0,434 a*	-0,272
2	P6	-0,243 ab	-0,287 ab	-0,265
3	P4	-0,336 a	-0,154 ab	-0,245
4	P3	-0,456 a	0,113 bcd	-0,172
5	P8	-0,069 abc	-0,104 ab	-0,087
6	P5	0,197 cd	-0,234 ab	-0,019
7	P2	0,077 bcd	0,109 bcd	0,093
8	P9	0,371 d	0,073 bc	0,222
9	P7	0,184 cd	0,406 cd	0,295
10	P1	0,384 d	0,513 d	0,449
LSD _{p=0,05}		0,387	0,414	

Opomba: * - linije z enakimi črkami se med sabo statistično značilno ne razlikujejo

Preglednica 21: Splošna kombinacijska sposobnost (SKS) za tolerantnost koruze na glivo *Fusarium subglutinans* očetnih linij novih Lj- križancev koruze za leti 2011 in 2012

Rang po povprečni SKS	Očetna linija	SKS		
		2011	2012	Povprečje
1	P15	-0,149 ^{ns}	-0,541 a*	-0,345
2	P16	-0,023	-0,174 b	-0,099
3	P12	0,051	0,218 b	0,135
4	P14	0,031	0,239 b	0,135
5	P13	0,091	0,258 b	0,175
LSD _{p=0,05}			0,293	

Opomba: * - linije z enakimi črkami se med sabo statistično značilno ne razlikujejo, ^{ns} - neznačilno

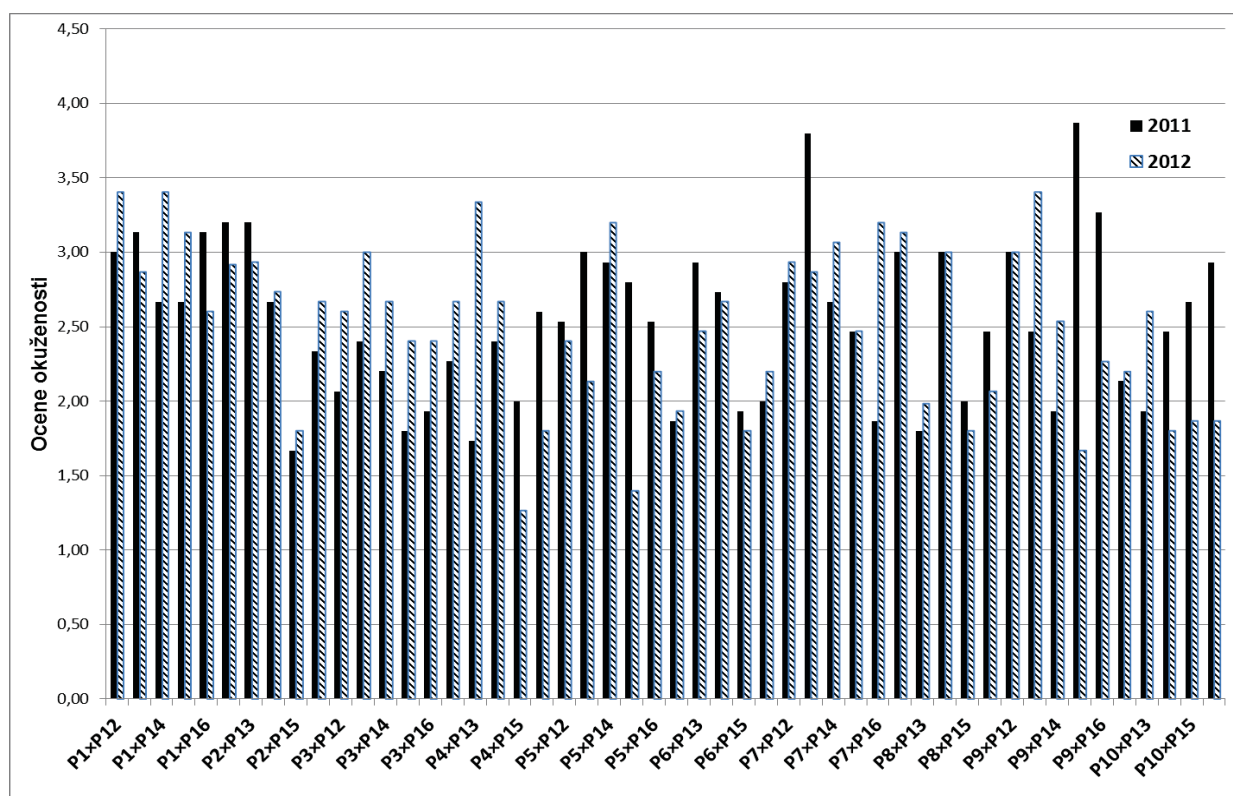
Iz literature je znano, da ni nujno, da križanci dveh linij, ki imata dobro SKS, dajejo tudi križance z dobro PKS. Križanec P8×P13 z najboljšo povprečno dvoletno PKS (Pregl. 22) ima liniji, ki nista najboljši, očetna linija P13 ima v obeh letih, čeprav nesignifikantno, najslabšo SKS. Prav tako linije z najboljšo SKS (P10 in P6 – materine linije in P15 – očetne linije) niso vedno v križancih z najboljšo PKS. Križanca P6×P15 in P10×P15, v katerih sta obe starševski liniji z najboljšimi SKS, sta po rangi SKS na sredini oz. proti koncu ranga.

Preglednica 22: Specifična kombinacijska sposobnost (PKS) za tolerantnost na glivo *Fusarium subglutinans* na storžu

Rang po ø PKS	Križanec	PKS			Ocena okuženosti (1-7)		
		2011	2012	Povprečje	2011	2012	Povprečje
1	P8×P13	-0,757 a-d*	-0,671 ^{ns}	-0,714	1,80 a-c*	1,98 b-f*	1,89
2	P9×P14	-1,004 a	-0,279	-0,642	1,93 a-e	2,53 e-j	2,23
3	P2×P15	-0,797 a-c	-0,269	-0,533	1,67 a	1,80 a-d	1,73
4	P6×P12	-0,477 a-g	-0,498	-0,488	1,87 a-d	1,93 b-e	1,90
5	P4×P15	-0,051 d-l	-0,539	-0,295	2,00 a-f	1,27 a	1,63
6	P10×P14	0,009 e-l	-0,506	-0,249	2,47 d-k	1,80 a-d	2,13
7	P1×P14	-0,284 a-l	-0,186	-0,235	2,67 g-m	3,07 j-m	2,87
8	P10×P12	-0,344 a-h	-0,084	-0,214	2,13 a-g	2,20 c-g	2,17
9	P8×P15	-0,317 a-i	-0,056	-0,187	2,00 a-f	1,80 a-d	1,90
10	P7×P16	-0,831 a-b	0,467	-0,182	1,87 a-d	3,20 k-m	2,53
11	P5×P13	0,043 e-l	-0,391	-0,174	2,87 i-m	2,13 c-g	2,50
12	P5×P12	-0,251 b-j	-0,084	-0,168	2,53 e-k	2,40 d-i	2,47
13	P10×P13	-0,584 a-e	0,276	-0,154	1,93 a-e	2,60 f-k	2,27
14	P3×P12	-0,064 d-l	-0,231	-0,148	2,07 a-g	2,60 f-k	2,33
15	P1×P13	0,123 e-l	-0,404	-0,141	3,13 l-m	2,87 h-m	3,00
16	P3×P16	-0,124 b-l	-0,039	-0,082	1,93 a-e	2,40 d-i	2,17
17	P7×P14	-0,084 c-l	-0,079	-0,082	2,67 g-m	3,07 j-m	2,87
18	P7×P12	0,029 e-l	-0,191	-0,081	2,80 h-m	2,93 h-m	2,87
19	P5×P15	0,216 g-l	-0,326	-0,055	2,80 h-m	1,40 a-b	2,10
20	P6×P16	-0,271 a-i	0,161	-0,055	2,00 a-f	2,20 c-g	2,10
21	P3×P14	0,089 e-l	-0,186	-0,049	2,20 a-h	2,67 g-l	2,43
22	P2×P14	0,023 e-l	-0,116	-0,047	2,67 g-m	2,73 g-l	2,70
23	P6×P15	-0,211 b-k	0,127	-0,042	1,93 a-r	1,80 a-d	1,87
24	P5×P16	-0,177 b-l	0,107	-0,035	2,53 e-k	2,20 c-g	2,37
25	P8×P16	0,089 e-l	-0,156	-0,034	2,53 e-k	2,07 c-g	2,30
26	P2×P16	-0,257 b-i	0,231	-0,013	2,33 b-j	2,67 g-l	2,50
27	P1×P16	0,236 g-l	-0,239	-0,002	3,13 l-m	2,60 f-k	2,87
28	P7×P15	-0,104 b-l	0,101	-0,001	2,47 d-k	2,47 e-j	2,47
29	P9×P13	-0,531 a-f	0,569	0,019	2,47 d-k	3,40 m	2,93
30	P4×P16	0,423 j-m	-0,373	0,025	2,60 f-l	1,80 a-d	2,20
31	P4×P12	0,016 e-l	0,102	0,059	2,27 a-i	2,67 g-l	2,47
32	P4×P13	-0,557 a-f	0,729	0,086	1,73 a-b	3,33 l-m	2,53
33	P3×P15	-0,131 b-l	0,327	0,098	1,80 a-c	2,40 d-i	2,10
34	P1×P12	0,029 e-l	0,169	0,099	3,00 k-m	3,40 m	3,20
35	P4×P14	0,169 f-l	0,081	0,125	2,40 c-k	2,67 g-l	2,53
36	P9×P16	0,383 h-m	-0,133	0,125	3,27 m-o	2,27 c-h	2,77
37	P9×P12	0,043 e-l	0,209	0,126	3,00 k-m	3,00 i-m	3,00
38	P3×P13	0,229 g-l	0,129	0,179	2,40 c-k	3,00 i-m	2,70
39	P10×P16	0,529 l-m	-0,026	0,252	2,93 j-m	1,87 a-e	2,40
40	P6×P13	0,549 l-m	-0,004	0,273	2,93 j-m	2,47 e-j	2,70
41	P1×P15	-0,104 b-l	0,661	0,279	2,67 g-m	3,13 j-m	2,90
42	P2×P13	0,496 k-m	0,066	0,281	3,20 l-n	2,93 h-m	3,07
43	P6×P14	0,409 i-m	0,214	0,312	2,73 h-m	2,67 g-l	2,70
44	P2×P12	0,536 l-m	0,089	0,313	3,20 l-n	2,92 h-m	3,06
45	P7×P13	0,989 m	-0,298	0,346	3,80 n-o	2,87 h-m	3,33
46	P10×P15	0,389 h-m	0,341	0,365	2,67 g-m	1,87 a-e	2,27
47	P9×P15	1,109 m	-0,366	0,372	3,87 o	1,67 a-c	2,77
48	P5×P14	0,169 f-l	0,694	0,432	2,93 j-m	3,20 k-m	3,07
49	P8×P14	0,503 k-m	0,364	0,434	3,00 k-m	3,00 i-m	3,00
50	P8×P12	0,483 j-m	0,519	0,501	3,00 k-m	3,13 j-m	3,07
	LSD _{p=0,05}	0,73		-0,71+0,50	0,61	0,66	1,63-3,33

Opomba: * - križanci z enakimi črkami se med sabo statistično značilno ne razlikujejo, ^{ns} – nesign., ø – 2-letno povprečje

V preglednici 22 in sliki 5 so prikazane še povprečne ocene tolerantnosti. Prej omenjeni križanec P6×P15 (obe liniji z dobro SKS) je v povprečju obeh let med najtolerantnejšimi (tretji po rangi ocen za tolerantnost). Linija P15 je v štirih od petih najbolj tolerantnih križancih (P4×P15, P2×P15, P6×P15 in P8×P15). Torej se kaže določena povezanost med SKS starševskih linij in tolerantnostjo njihovih križancev. Se pa pri mnogih križancih kažejo različne odpornosti glede na leta proučevanja (Sl. 5), oziroma interakcija med križanci in okoljem oz. leti proučevanja.



Slika 5: Primerjava tolerantnosti križancev koruze na glivo *Fusarium subglutinans* na storžu v letih 2011 in 2012

3.6 Fotosintetska aktivnost (FA)

Za vrednosti fotosintetske aktivnosti (FA) smo dobili zelo majhne statistično značilne razlike tako za SKS materinih in očetnih linij ter za PKS, medtem ko smo nekoliko večje statistično značilne razlike dobili le za absolutne vrednosti FA. Pri materinih linijah (Pregl. 23) se samo linija linija P6 z najslabšo SKS statistično značilno razlikuje od vseh linij, razen od druge najslabše linije P9. Med vsemi ostalimi 9 linijami ni razlik. Podobno je pri očetnih linijah (Pregl. 24). Od vseh linij se statistično značilno loči le linija z najslabšo SKS (P13), pri vseh ostalih je razlika samo med najboljšo (P14) in drugo najslabšo linijo (P15).

Tudi vrednosti PKS za FA pri križancih se statistično značilno praktično ne razlikujejo, saj je statistično enakih prvih 42 od skupno 50 križancev. Večje statistično značilne razlike smo dobili za absolutne vrednosti FA, ki se gibljejo med $39,3 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (P6×P13 – največja FA) in $21,21 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (P6×P13 – najnižja FA). Če zanemarimo statistično značilne razlike, opazimo, da sta v križanec z največjo absolutno vrednostjo FA (P7×P14) vključeni liniji z najboljšimi SKS vrednostmi. V križancu z najmanjšo FA pa sta liniji z najnižjo vrednostjo SKS.

Preglednica 23: Splošna kombinacijska sposobnost (SKS) materinih linij za fotosintetsko aktivnost, vključenih v nove križance v letu 2011.

Rang po SKS	Materine linije	SKS
1	P3	1,86 a*
2	P7	1,11 a
3	P5	0,92 a
4	P4	0,87 a
5	P1	0,74 a
6	P2	0,69 a
7	P8	0,13 a
8	P10	-0,27 a
9	P9	-1,85 ab
10	P6	-4,20 b
LSD _{p=0,05}		3,71

Opomba: * - linije z enakimi črkami se med sabo statistično značilno ne razlikujejo

Preglednica 24: Splošna kombinacijska sposobnost (SKS) očetnih linij za fotosintetsko aktivnost, vključenih v nove križance v letu 2011.

Rang po SKS	Očetne linije	SKS
1	P14	2,84 a*
2	P16	0,97 ab
3	P12	0,47 ab
4	P15	-0,51 b
5	P13	-3,77 c
LSD _{p=0,05}		2,62

Opomba: * - linije z enakimi črkami se med sabo statistično značilno ne razlikujejo

Preglednica 25: Vrednosti posebne kombinacijske sposobnosti (PKS) za fotosintetsko aktivnost in vrednosti fotosintetske aktivnosti ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) po rangu PKS.

Rang po PKS	Križanec	PKS	Vrednosti fotosintetske aktivnosti
1	P4×P16	4,44 a*	37,46 a-b*
2	P1×P16	4,08 a-b	36,98 a-b
3	P10×P13	3,92 b-c	31,07 d-l
4	P7×P14	3,89 a-c	39,03 a
5	P5×P13	3,80 a-c	32,14 b-j
6	P8×P14	3,57 a-d	37,73 a-b
7	P3×P15	3,43 a-d	35,96 a-c
8	P9×P13	3,29 a-e	28,86 f-l
9	P6×P16	2,90 a-e	30,86 d-l
10	P2×P14	2,76 a-f	37,48 a-b
11	P6×P12	2,12 a-g	29,58 e-l
12	P9×P12	1,79 a-g	31,60 c-k
13	P3×P12	1,70 a-g	35,21 a-e
14	P1×P15	1,47 a-g	32,89 b-h
15	P7×P15	1,37 a-g	33,16 b-g
16	P5×P14	1,33 a-g	36,28 a-c
17	P2×P12	1,31 a-g	33,66 b-g
18	P7×P12	1,30 a-g	34,06 a-f
19	P8×P16	1,21 a-g	33,50 b-g
20	P10×P16	1,08 a-g	32,96 b-h
21	P5×P15	1,07 a-g	32,67 b-i
22	P8×P12	0,98 a-g	32,77 b-i
23	P2×P15	0,80 a-g	32,17 b-j
24	P4×P14	0,69 a-g	35,59 a-d
25	P1×P13	0,10 a-g	28,26 g-m
26	P3×P13	0,06 a-g	29,34 f-l
27	P6×P15	-0,66 a-g	25,82 l-n
28	P9×P16	-1,03 a-g	29,28 f-l
29	P10×P15	-1,08 a-g	29,33 f-l
30	P4×P13	-1,09 a-g	27,19 i-m
31	P4×P12	-1,26 a-g	31,26 c-l
32	P10×P12	-1,31 a-g	30,07 d-l
33	P2×P13	-1,36 a-g	26,75 j-n
34	P8×P15	-1,41 a-g	29,40 f-l
35	P9×P14	-1,83 a-g	30,35 d-l
36	P6×P13	-2,01 a-g	21,21 n
37	P5×P16	-2,07 a-g	31,01 d-l
38	P9×P15	-2,22 a-g	26,61 j-n
39	P3×P14	-2,29 a-g	33,59 b-g
40	P7×P13	-2,35 a-g	26,18 k-n
41	P6×P14	-2,35 a-g	27,48 h-m
42	P1×P12	-2,49 a-g	29,90 e-l
43	P10×P14	-2,61 b-g	31,15 c-l
44	P4×P15	-2,78 b-g	28,76 f-m
45	P3×P16	-2,89 c-g	31,13 c-l
46	P1×P14	-3,16 d-g	31,60 c-k
47	P2×P16	-3,52 e-g	29,33 f-l
48	P5×P12	-4,14 f-g	28,43 f-m
49	P7×P16	-4,21 g	29,06 f-l
50	P8×P13	-4,36 g	23,19 m-n
	LSD _{p=0,05}	6,94	5,64

Opomba: * - križanci z enakimi črkami se med sabo statistično značilno ne razlikujejo

3.6 Učinkovitost izrabe vode (UIV)

S pomočjo FA in transpiracije je možno izračunati učinkovitost izrabe vode (UIV), ki jo ima rastlina na razpolago. Ta parameter je za žlahtnitelja, v vedno bolj ekstremnih razmerah glede razpoložljive vode v tleh, izredno pomemben, saj nam pokaže kako je rastlina sposobna izkoristiti razpoložljivo vodo. V fiziološkem smislu nam predstavlja razmerje med neto fotosintezo in transpiracijo. Statistično značilne razlike v SKS smo dobili med vsemi starševskimi linijami (Pregl. 26 in 27), prav tako so razvidne razlike tudi v sami absolutni vrednosti UIV, saj znaša pri linijah med 3,98 in 5,35 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$. Prav tako obstajajo statistično značilne razlike med PKS, ki je prikazana za vse medsebojne križance vključenih linij (Pregl. 28). Največjo absolutno vrednost, kot tudi najboljšo PKS, ima križanec P7×P12, katerih starševski liniji imata največjo SKS; to potrjuje smiselnost predhodnega ugotavljanja SKS na željene lastnosti. Same absolutne vrednosti UIV za križance pa se gibljejo med 2,92 in 8,70 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$.

Preglednica 26: Vrednosti splošne kombinacijske sposobnosti (SKS) za učinkovitost izrabe vode in povprečna učinkovitost izrabe vode materinih linij novih križancev koruze za l. 2011.

Rang po SKS	Materina linija	SKS za učinkovitost izrabe vode	Povprečna učinkovitost izrabe vode ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$)
1	P7	0,684 a*	5,45
2	P8	0,367 ab	5,13
3	P1	0,360 ab	5,13
4	P4	0,190 abc	4,96
5	P5	0,058 abc	4,83
6	P9	-0,131 bcd	4,64
7	P2	-0,169 bcd	4,60
8	P10	-0,215 bcd	4,55
9	P3	-0,353 bcd	4,42
10	P6	-0,790 bcd	3,98
LSD _{p=0,05}		0,670	

Preglednica 27: Vrednosti splošne kombinacijske sposobnosti (SKS) za učinkovitost izrabe vode in povprečna učinkovitost izrabe vode očetnih linij novih križancev koruze za l. 2011.

Rang po SKS	Očetna linija	SKS za učinkovitost izrabe vode	Povprečna učinkovitost izrabe vode ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$)
1	P12	0,781 a*	5,55
2	P16	0,230 b	5,00
3	P14	-0,253 c	4,51
4	P15	-0,260 c	4,51
5	P13	-0,498 c	4,27
LSD _{p=0,05}		0,474	

Preglednica 28: Vrednosti posebne kombinacijske sposobnosti (PKS) za učinkovitost izrabe vode in povprečna učinkovitost izrabe vode za nove križance koruze za l. 2011.

Rang po ø PKS	Križanec	PKS za učinkovitost izrabe vode	Povprečna učinkovitost izrabe vode $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$
1	P7×P12	2,466 *	8,70 a*
2	P9×P15	1,092 b	5,47 c-f
3	P10×P13	1,055 b-c	5,11 c-h
4	P8×P12	1,009 b-d	6,93 b
5	P6×P14	0,658 b-e	4,38 d-j
6	P5×P13	0,535 b-f	4,86 d-j
7	P4×P13	0,476 b-g	4,94 c-j
8	P9×P13	0,450 b-g	4,59 d-j
9	P1×P12	0,447 b-g	6,36 b-c
10	P5×P15	0,404 b-h	4,97 c-h
11	P10×P16	0,350 b-i	5,13 c-h
12	P6×P15	0,348 b-i	4,07 f-k
13	P5×P14	0,333 b-i	4,91 d-j
14	P1×P14	0,304 b-i	5,18 c-h
15	P2×P12	0,289 b-i	5,67 b-d
16	P3×P16	0,274 b-i	4,92 d-j
17	P3×P13	0,249 b-i	4,17 e-k
18	P2×P14	0,230 b-j	4,58 d-j
19	P6×P16	0,228 b-j	4,44 d-j
20	P3×P15	0,198 b-j	4,35 d-k
21	P8×P16	0,174 b-j	5,54 b-e
22	P1×P16	0,104 b-j	5,46 c-f
23	P4×P16	0,104 b-j	5,29 c-g
24	P9×P14	0,088 b-j	4,47 d-j
25	P2×P16	0,050 b-k	4,88 d-j
26	P2×P15	0,011 b-k	4,35 d-k
27	P4×P12	-0,043 b-l	5,70 b-d
28	P10×P14	-0,080 b-l	4,22 e-k
29	P5×P16	-0,097 b-l	4,96 c-i
30	P8×P15	-0,112 b-l	4,76 d-j
31	P4×P14	-0,116 b-l	4,59 d-j
32	P8×P14	-0,193 c-l	4,69 d-j
33	P3×P14	-0,216 cd-l	3,95 g-k
34	P7×P13	-0,251 e-l	4,70 d-j
35	P1×P15	-0,365 e-l	4,50 d-j
36	P9×P16	-0,378 e-l	4,49 d-j
37	P7×P15	-0,396 e-l	4,80 d-j
38	P4×P15	-0,422 e-l	4,28 d-k
39	P1×P13	-0,491 e-l	4,14 e-k
40	P3×P12	-0,507 e-l	4,69 d-j
41	P6×P13	-0,564 e-l	2,92 k
42	P10×P12	-0,565 e-l	4,77 d-j
43	P2×P13	-0,581 e-l	3,52 j-k
44	P6×P12	-0,670 f-l	4,09 f-k
45	P10×P15	-0,760 g-l	3,53 i-k
46	P7×P16	-0,810 h-l	4,87 d-j
47	P8×P13	-0,878 i-l	3,76 h-k
48	P7×P14	-1,010 j-l	4,19 e-k
49	P5×P12	-1,175 k-l	4,43 d-j
50	P9×P12	-1,253 l	4,17 e-k
LSD _{p=0,05}		1,253	1,43

Opomba: * - križanci z enakimi črkami se med sabo statistično značilno ne razlikujejo

3.7 Primerjava novih Lj- križancev s standardi

V naslednjih preglednicah so za primerjavo med novimi križanci in standardi, ki jih v uradnih sortnih poskusih za vpis novih sot v sortno listo uporablja Sortna komisija R Slovenije prikazane še povprečne vrednosti in variacijske širine naših novih križancev ter standardov. Ob tem se moramo zavedati, da bi kot uradni standardi naj bili najboljši hibridi, ki so razširjeni v praksi. Opazimo lahko, da so nekateri novi križanci ranejši od standardov z ozirom na število dni do metličenja in % vlage v zrnju ob spravilu (Pregl. 29). Glede tolerantnosti je pri novih križancih večji razpon in so nekateri tudi bolj tolerantni (Pregl. 30). Pri pridelku ima najboljši križanec statistično značilno večji pridelek od standarda z najnižjim pridelkom (Pregl. 30). Glede FA in UIV v povprečju ni razlik med novimi križanci in standardi (Pregl. 32). Opazna pa je večja razlika pri največjih vrednostih, pri UIV celo statistično značilno boljša UIV najboljšega novega križanca od najboljšega standarda.

Preglednica 29: Število dni od vznika do 50 % metličenja in % vlage v zrnju ob spravilu za nove Lj- križance v primerjavi z uradnimi standardi

	Leto	Število dni od vznika do metličenja			% vlage v zrnju ob spravilu		
		Variac. širina	Povprečje	LSD	Variac. širina	Povprečje	LSD
Novi križanci	2011	50,0–62,0	56,0	1,21	19,8–28,9	23,9	2,49
Standardi		58,0–66,3	63,0				
Novi križanci	2012	52,0–65,3	58,7	1,39	21,1–24,8	23,1	
Standardi		61,7–67,7	64,6				

Preglednica 30: Tolerantnost na glivo *Fusarium subglutinans* in % vlage v zrnju ob spravilu za nove Lj- križance v primerjavi z uradnimi standardi

	Leto	Tolerantnost na glivo <i>Fusarium</i>			Pridelek zrnja (dt/ha pri 14 % vlagi)		
		Variac. širina	Povprečje	LSD	Variac. širina	Povprečje	LSD
Novi križanci	2011	1,67–3,87	2,54	0,61	51,86–118,89	85,00	13,9
Standardi		2,20–3,53	2,78		102,9–131,6	117,7	
Novi križanci	2012	1,27–3,40	2,50	0,66	46,83–92,77	75,16	9,63
Standardi		1,87–3,23	2,85		100,4–128,7	118,2	

Preglednica 31: Dolžina in premer storža za nove Lj- križance v primerjavi z uradnimi standardi

	Leto	Dolžina storža			Premer storža		
		Variac. širina	Povprečje	LSD	Variac. širina	Povprečje	LSD
Novi križanci	2011	14,23–22,93	17,72	1,58	3,41–4,39	3,83	0,27
Standardi		18,39–19,78	18,94		4,04–4,54	4,28	
Novi križanci	2012	14,07–22,97	17,89	0,78	3,15–4,15	3,68	0,19
Standardi		18,05–19,19	18,37		3,77–4,40	4,15	

Preglednica 32: Fotosintetska aktivnost in učinkovitost izrabe vode za nove Lj- križance v primerjavi z uradnimi standardi

	Leto	Fotosintetska aktivnost			Učinkovitost izrabe vode		
		Variac. širina	Povprečje	LSD	Variac. širina	Povprečje	LSD
Novi križanci	2011	21,2–39,0	31,2	5,64	2,92–8,70	4,77	1,43
Standardi	2011	24,6–33,9	30,7		4,54–5,39	4,87	

4 RAZPRAVA

V žlahtnjenju rastlin, kjer se za vzgojo novih kultivarjev uporabljajo križanci, je za nov uspešen kultivar najbolj odločilna izbira starševskih linij oz. kultivarjev, ki so vključeni v novo sorto oz. križanec. Zato mora žlahtnitelj dobro poznati material, ki ga ima na razpolago za križanje. Kakšno bo potomstvo oz. nov križanec lahko ugotovi šele s križanjem in potem setvijo tega križanca. Ker medsebojno križanje večjega števila linij po metodi dialelnega križanja ter kasnejše preizkušanje teh križancev zahteva ogromno dela, smo se v tej raziskavi odločili za metodo nepopolnega dialelnega križanja. S križanjem 15 linij (10 linij kot ♀ linija in 5 linij kot ♂ linija-testerji) smo vzgajali 50 novih križancev. Če SKS enega starša predstavlja povprečno vrednost vseh križancev, v katere je vključena ta linija $((P1 \times P12 + P1 \times P13 + P1 \times P14)/3)$, nam PKS pove vrednost točno določenega križanca, npr. $P1 \times P12$, od katerega pa lahko eden od staršev s križanjem z drugim staršem da drugačno kombinacijsko vrednost (Stoskopf in sod., 1993).

V 10 križancih z najboljšo PKS za pridelek v l. 2011 je v 7 križancih vsaj ena od starševskih linij z dobro SKS, v križancu z najboljšim pridelkom zrnja ($P10 \times P16$) pa sta obe starševski liniji z najboljšo SKS. Podobne rezultate, kjer je vsaj eden od starševskih linij z dobro SKS v križancu z dobro PKS, smo dobili tudi za dolžino storža ($P7 \times P13$, $P3 \times P12$), za premer storža ($P10 \times P16$) in za število vrst zrnja ($P6 \times P16$, $P8 \times P14$); medtem ko sta v križancu $P7 \times P13$ z najboljšo PKS za premer storža, obe starševski liniji s slabo SKS. To delno potrjuje tudi navedbe iz literature, da ni nujno, da križanci z najboljšo ali najslabšo SKS dajo tudi temu primerno potomstvo. Podobno kot v naši raziskavi, so signifikantne PKS za pridelek ugotovili tudi Haddadi in sod. (2012), Fan in sod. (2008), Glover in sod. (2005), Revila i sod. (2002). Alabi in sod. (1987), Betran in sod. (2003) ter Estakhr in Heidari (2012) pa navajajo, da so informacije o KS oz. dialelna križanja potrebna za odbiro primernih starševskih linij za križanje in identifikacijo obetavnih hibridov, za vzgojo izboljšanih sort za različne agroekološke rastne razmere ter kopičenja željenih genov v hibride.

Ker sta ranost in višina pridelka v negativni povezavi, ranejši hibridi so zaradi krajše rastne dobe običajno manj rodovitni kot kasnejši, so za žlahtnitelje zanimive rane linije z dobro KS tako za ranost kot za pridelek. Iz rezultatov lahko vidimo, da je linija P2, ki ima najboljšo SKS za ranost, tudi med najboljšimi linijami za pridelek. Najboljšo SKS za pridelek ima sicer linija P10, ki pa ima najslabšo SKS za ranost, torej je primerna za vzgojo poznejših, a rodovitnejših hibridov. Od očetnih linij ima statistično značilno najboljšo SKS za ranost linija P12, a ima povprečno SKS za pridelek.

Za pridelek zrnja ima izmed materinih linij linija P10 najboljšo 2-letno povprečno SKS, v letu 2011 je statistično značilno boljše od vseh ostalih. Druga najboljša je linija P2. Od očetnih linij sta po SKS najboljši liniji P16 in P13, obe sta v posameznih letih na prvem oz. drugem mestu. Vrednosti SKS so pri materinih linijah med leti zelo različne, čeprav ima linija P10 v l. 2011 najvišjo vrednost SKS, je v l. 2012 šele na 4. mestu. Velike razlike med leti so tudi v vrednosti PKS pri posameznih križancih, prav tako so velike medletne razlike tudi v samem pridelku. Očitno so se nekateri križanci močneje odzivali na vremenske razmere, predvsem na količino in razporeditev padavin.

Glede kombinacijskih sposobnosti za tolerantnost na glivo *Fusarium subglutinans* so večje razlike med leti bile ugotovljene tudi za PKS. Medtem, ko je za pridelovalca pomembno, kateri križanec bi bil najbolj zanesljiv v nepredvidljivih razmerah, je za žlahtnitelja pomembno tudi, kakšen genski material, oz. katere linije so v najbolj zanesljivih križancih. Pri križancih, v katerih je očetna linija P12, glede tolerantnosti med leti skoraj ni bilo razlik; medtem ko so križanci, v katere je vključena linija P15, glede tolerantnosti zelo različno reagirali med leti,

odvisno od tega, s katero materino linijo je tvorila križanec. Vzroki so lahko različni. Če so za rastline neugodne rastne razmere, je rastlina pod stresom in zato dovzetnejša za okužbo. Lahko so razmere ugodne tako za rastlino, kot za patogena. Na tolerantnost rastline lahko vpliva tudi čas pojava patogena. V naši raziskavi smo rastline umetno okužili z ozirom na njihovo razvojno fazo, in sicer v fazi 7–10 dni po oprahitvi. V obeh letih je to bilo v času med 12. in 23. julijem. V času okuževanja je bilo padavin v obeh letih skoraj enako, medtem, ko je bilo po okuževanju, konec julija in v avgustu precej več padavin v letu 2011 kot pa v letu 2012, ko je bil avgust skoraj brez padavin. V septembru pa je bilo več padavin v letu 2012, ki so bile razporejene čez cel mesec, v letu 2011 pa je bil v septembru samo en dan z malo več padavinami. Za pojav oz. razvoj fuzarioz so ugodne tople in vlažne razmere, ki so najverjetnejši vzrok različni jakosti okužbe med leti.

Medtem, ko na pojav določenega patogena lahko močno vplivajo različne medletne rastne razmere, pa na fotosintetsko aktivnost (FA) bolj vplivajo mikroklimatski dejavniki, ki se lahko v času rasti in razvoja rastline v zelo kratkem času, tudi dnevno spreminjajo. Na fotosintezo, poleg svetlobe in temperature, ki se tekom dneva spreminja, vplivajo še drugi dejavniki, kot je npr. temperatura in osončenost lista, razvojna faza rastline, ali je rastlina pod sušnim stresom ipd. Zato smo poskušali zunanje dejavnike za merjene rastline čimbolj izenačiti. Fotosintezo smo merili v fazi metličanja, na aparaturi za merjenje nastavili enake parametre (opisani v metodah dela), ob istem dnevnem času (med 8:30 in 12:00). Zaradi velikega števila proučevanih križancev, zamudnosti meritev (ki jih je bilo potrebno izvesti v sorazmerno kratkem času), dobljenih spremljajočih parametrov ter velikega vpliva mikrodejavnikov, smo meritve fotosinteze izvedli samo v prvem letu. Predvsem so med posameznimi meritvami bile zelo spremenljive vrednosti deficita tlaka vodne pare, ki na fotosintezo močno vplivajo. Ob upoštevanju dejstva, da je rastlina v celotnem času podvržena različnim okoljskim dejavnikom, ne samo v času merjenja fotosinteze, smo kombinacijsko sposobnost kljub temu računali. Verjetno zaradi tega nismo dobili tako prepričljivih signifikantnih razlik v KS kot za ostale lastnosti. Vendar lahko že na podlagi teh rezultatov ugotovimo upravičenost merjenja fotosinteze. Najboljše linije s SKS (očetni liniji P14 in P16 ter materini liniji P3 in P7) se pogosto pojavljajo v križancih z najboljšo PKS za FA. Liniji P7 (kot mati) in P14 (kot oče) z drugo oz. prvo najboljšo SKS, sta v križancu z absolutno najboljšo fotosintetsko aktivnostjo ter po rangi PKS na 4. mestu. Bolj prepričljive statistično značilne razlike pa smo dobili za UIV, parameter, ki bo v bodočnosti mogoče največji izziv za žlahtnitelje rastlin. Kako se z genetsko pogojenostjo novih sort z boljšimi fiziološkimi parametri zoperstaviti vse bolj ekstremnim razmeram glede razpoložljivosti vode rastlinam. Statistično značilne razlike smo dobili pri SKS materinih in očetnih linijah, pri PKS, ki se izraža v njihovih križancih in, kar je še najpomembnejše, tudi v vrednostih učinkovite izrabe vode. Po podatki iz literature se pri koruzi vrednosti UIV gibljejo med 3 in 5 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$, pri standardih, vključenih kot primerjava z našimi križancih so te vrednosti med 4,54 in 5,39 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$, medtem ko so vrednosti pri naših križancih od 2,92 in celo do 8,70 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$. Genotipe s takimi in podobnimi vrednostmi bi veljalo v bodoče še bolj natančno proučiti, tudi v smeri praktičnega žlahtnjenja in vzgoje novih kultivarjev.

Medtem, ko je za prakso pomembnejša PKS, ki se odraža v posameznem križancu F1 generacije dveh ali več linij, je za žlahtnitelja ugotavljanje KS genskega materiala pomembno, da žlahtnitelj v množici različnih genotipov, ki jih ima na razpolago, ugotovi, kateri genotipi imajo boljši genetski potencial za izboljšanje določene lastnosti, oz. da v določeno populacijo kopiči zelene gene. Taka izboljšana populacija pa lahko služi ponovno kot vir genov za nadaljnje žlahtnjenje novih kultivarjev.

4 SKLEPI

Rezultati raziskave potrjujejo raziskovalne hipoteze zastavljene v prijavi projekta. Glavni namen je bil ugotoviti SKS in PKS za pridelek zrnja, lastnosti storža, tolerantnost na glivo *Fusarium subglutinans* in fotosintetsko aktivnost, vključno z učinkovitostjo izrabe vode. Za vse proučevane lastnosti smo dobili statistično značilne razlike tako med SKS kot med PKS vključenih genotipov. Smiselnost proučevanja KS se je potrdila s tem, da so več primerih nekatere starševske linije z dobro SKS pokazale tudi dobre PKS v njihovih križancih, hkrati pa so se potrdile tudi ugotovitve iz literature, da ni nujno, da linije z dobro SKS izražajo vedno tudi dobre PKS. V zvezi s tem smo ugotovili tudi da nekatere linije z dobro PKS dajo križance z najboljšimi absolutnimi vednostmi za to lastnost, kar je za prakso še pomembnejše. Z odbiranjem linij z dobrimi SKS za določene lastnosti ter njihovim medsebojnim križanjem in vključevanjem v nadaljnje žlahtnjenje pa v določene populacije oz. žlahtniteljski material kopičimo željene gene, kar je osnova za nadaljnje uspešno žlahtnjenje. Kopičenje željenih genov za izboljšanje določene populacije, pa ugotavljanju KS daje še večji pomen.

5 LITERATURA

- Alabi, S.O., Obilana, A.B., Nwasike, C.C. 1987. Gene action and combining ability for quantitative characters in upland cotton. *Samaru J. Agric. Res.* 5: 59-64
- Arabi M.I.E. 2005. Diallel analysis of barley for resistance to leaf stripe and impact of the disease on genetic variability for yield components. *Euphytica*, 145: 161–170.
- Baldocchi, D. 1994. A comparative study of mass and energy exchange rates over a closed C3 (wheat) and an open C4 (corn) crop: II. CO₂ exchange and water use efficiency. *Agricult. and Forest Meteorology*, 67: 291-321.
- Betran, F.J., Ribaut, J.M., Beck, D., Gonzalez de León, D. 2003. Genetic diversity, specific combining ability, and heterosis in tropical maize under stress and non-stress environments. *Crop Sci.* 43: 797-806
- Bilska A., Sowinski P. 2010. Closure of plasmodesmata in maize (*Zea mays*) at low temperature: a new mechanism for inhibition of photosynthesis. *Annals of Botany*, 106: 675–686.
- Blandino, M., Saladini, M.A., Reyneri, A., Vanara, F., Alma, A. 2008. The influence of sowing date and insecticide treatments on *Ostrinia nubilalis* (Hübner) damage and fumonisin contamination in maize kernels. *Maydica* 53: 199-206
- Blum, A. 2005. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential – are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? *Australian J. of Agric. Research.* 56: 1159-1168.
- Brasier, C.M., Cooke, D.E.L., Duncan, J.M. 1999. Origin of new *Phytophthora* pathogen through interspecific hybridization. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 96: 5878-5883
- Buerstmayr H., Lemmens M., Berlakovich S., Ruckebauer P. 1999. Combining ability of resistance to head blight caused by *Fusarium culmorum* (W.G. Smith) in the F1 of a seven parent diallel of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Euphytica*, 110: 199–206.
- Bush, B.J. 2001. *Fusarium verticilloides* infection, fumonisin contamination and resistance evaluation in North Carolina maize. M.S Thesis, North Carolina State Univ, Raleigh, NC.
- Chaves, M.M., Flexas J., Pinheiro, C. 2009. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Annals of Botany*, 103: 551–560.
- Dorn B., Forrer H.R., Schürch S., Vogelgsang S. 2009. *Fusarium* species complex on maize in Switzerland: occurrence, prevalence, impact and mycotoxins in commercial hybrids under natural infection. *Eur J Plant Pathol*, 125: 51–61.
- Echarte L., Rothstein S., Tollenaar M. 2008. The response of leaf photosynthesis and dry matter accumulation to nitrogen supply in an older and a newer maize hybrid. *Crop science* 48: 656–665.
- Estakhr, A., Heidari, B. 2012. Combining Ability and Gene Action for Maturity and Agronomic Traits in Different Heterotic Groups of Maize Inbred Lines and Their Diallel Crosses. *J. Crop Sci. Biotech*, 15, 3: 219-229
- Fan, X.M., Chen, H.M., Tan, J., Xu, C.X., Zhang, Y.D., Luo, L.M., Huang, Y.X., Kang, M.S. 2008. Combining abilities for yield and yield components in maize. *Maydica* 53: 39-46
- Flexas J., Bota J., Loreto F., Cornic G., Sharkey TD. 2004. Diffusive and metabolic limitation to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. *Plant Biology* 6: 269–279.
- Foyer C.H., Vanacker H., Gomez L.D., Harbinson J. 2002. Regulation of photosynthesis and antioxidant metabolism in maize leaves at optimal and chilling temperatures: review. *Plant Physiol. Biochem.* 40: 659–668.

- Galmes, J., Haldimann P., Feller U. 2007. Photosynthetic performance and water relations in young pubescens oak (*Quercus pubescens*) trees during drought stress and recovery in Mediterranean plants with different growth forms. *New phytologist* 175: 80–1–93.
- Glover, M., Willmot, D., Darrah, L., Hibbard, B., Zhu, X. 2005. Diallel analysis of agronomic traits using Chinese and U.S. maize germplasm. *Crop Sci.* 45, 3: 1096–1102
- Gould, F., Anderson, A., Reynolds, A., Bumgarner, L., Moar, W. 1995. Selection and genetic analysis of a *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) strain with high levels of resistance to *Bacillus thuringiensis* toxins. *J. Econ. Entomol.*, 88: 1545–1559
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.*, 9, 463–493
- Haddadi, M.H., Eesmaelof, M., Choukan, R. Rameeh, V. 2012. Combining ability analysis of days to silking, plant height, yield components and kernel yield in maize breeding lines. *African J Agric. Res.* 7 36: 5153–5159
- Hallauer, A.R., Miranda, F.J.B. 1988. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press, Ames, IA
- Hura, T., Grzesiak, S., Hura, K., Grzesiak, M., Rzepka, A. 2006. Differences in the physiological state between triticale and maize plants during drought stress and followed rehydration expressed by the leaf gas exchange and spectrofluorimetric methods. *Acta physiologiae plantarum.* 28 (5): 433–443.
- Johnson I.R., Thornley J.H.M., Frantz J.M., Bugbee B. 2010. A model of canopy photosynthesis incorporating protein distribution through the canopy and its acclimation to light, temperature and CO₂. *Annals of Botany*, 106: 735–749.
- Jumbo M. B., Carena M. J. 2008. Combining ability, maternal, and reciprocal effects of elite early-maturing maize population hybrids. *Euphytica*, 162: 325–333.
- Kisselbach, T.A. 1951. A Half-century of Corn Research: *American Scientist* 39: 629–655
- Kumari J., Gadag R.N., Singh B.B. 2007. Combining ability studies among the inbred lines of sweet corn (*Zea mays* L. *saccharata*). *Indian J. Genet.*, 67 (1): 77–78.
- Lawlor DW., Cornic G. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant Cell and Environment* 25: 275–294.
- Logrieco, A., Mulè, G., Moretti, A., Bottalico, A. 2002. Toxigenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with maize ear rot in Europe. *European J. of Plant Pathology*, 108: 597–609
- McDonald, B.A., Linde, C. 2002. Pathogen population genetics, evolutionary potential and durable resistance. *Annual Review of Phytopathology*, 40: 349–379
- Milevoj, L. 1981. Prispevek k proučevanju boleznj koruze v Sloveniji. *Zbornik Biotehn. fak., Univ. E. K. v Ljubljani*, 37: 215–222
- Milevoj, L. 1996. Večletna proučevanja fuzarioz (*Fusarium* spp.) pri koruzi. *Zbornik simpozija "Novi izzivi v poljedelstvu"*, Radenci, 1996: 267–271
- Moreno-Gonzalez J., Andres Ares J.L., Alonso Ferro R., Campo Ramirez L. 2004. Genetic and statistical models for estimating genetic parameters of maize seedling resistance to *Fusarium graminearum* Schwabe root rot. *Euphytica*, 137: 55–61.
- Munkvold G.P. 2003. Epidemiology of *Fusarium* diseases and their mycotoxins in maize ears. *European Journal of Plant Pathology*, 109: 705–713.
- Munkvold, G.P., Hellmich, R.L., Showers, W.B. 1997. Reduced *Fusarium* ear rot and symptomless infection in kernels of maize genetically engineered for European corn borer resistance. *Phytopathology*, 87: 1071–1077
- Munns R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant. Cell and Environment*, 25: 239–250.
- Pelleschi S., Leonardi A., Rocher J.-P., Cornic G., de Vienne D., Thevenot C., Prioul J.-L. 2006. Analysis of the relationships between growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism using quantitative trait loci (QTLs) in young maize plants subjected to water deprivation. *Molecular Breeding*, 17: 21–39.
- Pswarayi A., Vivek B. S. 2008. Combining ability amongst CIMMYT's early maturing maize (*Zea mays* L.) germplasm under stress and non-stress conditions and identification of testers. *Euphytica*, 162: 353–362.
- Reid L.M., Zhu X., Parker A., Yan W. 2009. Increased resistance to *Ustilago zaeae* and *Fusarium verticillioides* in maize inbred lines bred for *Fusarium graminearum* resistance *Euphytica*, 165: 567–578.
- Reid, L.M., Nicol, R.W., Ouellet, T., Savard, M., Miller, J.D., Young, J.C., Stewart, D.W., Schaafsma, A.W. 1999. Interaction of *Fusarium graminearum* and *F. moniliforme* in maize ears: disease progress, fungal biomass, and mycotoxin accumulation. *Phytopathology*, 89: 1028–1037
- Revila, P., Malvar, R.A., Carrea, M.E., Songas, P., Ordas, A. 2002. Heterotic relationships among European maize inbreds. *Euphytica*, 126: 259–264
- Robertson, L.A., Kleinschmidt, C.E., White, D.G., Payne, G.A., Maragos C.M., Holland, J.B. 2006. Heritabilities and correlations of *Fusarium* ear rot resistance and fumonisins contamination resistance in two maize populations. *Crop Sc.*, 46: 353–361.
- Robredo A., Perez-Lopez U., LaCuesta M., Mena-Petite A., Munoz-Rueda A. 2010. Influence of water stress on photosynthetic characteristics in barley plants under ambient and elevated CO₂ concentrations. *Biological plantarum*, 54 (2): 285–292.

- Rozman, L. 1996. Izboljšanje sortimenta koruze v Sloveniji z intenzivnejšim izkoriščanjem domačega genskega materiala. V: Žlahtnjenje rastlin in semenarstvo v Sloveniji. Strokovno posvetovanje, Cankarjev dom, 7. marec 1996. Bohanec B., Zor T., Luthar Z (ur.). Ljubljana: 49-55
- Rozman, L. 2003. Možnosti in pomen žlahtnjenja rastlin na odpornost proti boleznim (primer koruzne progavosti / *Exserohilum turcicum*) V: Maček, J. (ur.). Zbornik predavanj in referatov 6. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Zreče, 4.-6. marec 2003. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 457-462
- Rozman, L. 2004 The use of indigenous germplasm in maize breeding. V: Vollman, J. (ur.), Grausgruber, H. (ur.), Ruckebauer, P. (ur.). 17th EUCARPIA General Congress, 8-11 September 2004, Tulln - Austria. Genetic variation for plant breeding: proceedings of the 17th EUCARPIA General Congress, 8-11 September 2004, Tulln - Austria: 399-402
- Rozman, L. 2013. Kombinacijske sposobnosti za pridelek in lastnosti storža nekaterih novih Lj- križancev koruze. Zbornik simpozija "Novi izzivi v agronomiji, Zreče, 24.-25. jan. 2013, v tisku
- Rozman, L., Celar, F.A. 2013. Tolerantnost nekaterih novih Lj- križancev koruze na glivo *Fusarium subglutinans* in njihove kombinacijske sposobnosti. Zbornik simpozija "Novi izzivi v agronomiji, Zreče, 24.-25. jan. 2013, v tisku.
- Rozman, L., Gomboc, S. 2002. A review of the potential hazards of deliberately released *Bt* maize into the environment. Zb. Bioteh. fak. Univ. Ljubl., Kmet. (1990), 79(1): 127-141
- Rozman, L., Gomboc, S., Milevoj, L., Celar, F. A., Valič, N. 2002. Ocena sprejemljivosti potencialno škodljivih vplivov pri sproščanju *Bt* koruze v okolje : zaključno poročilo o rezultatih opravljenega raziskovalnega dela na projektu v okviru CRP programov: Konkurenčnost Slovenije 2001-2006. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 37 s. http://www.gov.si/mop/podrocja/uradzaokolje_sektorbiotehnologijo/projekti/bt-koruz.pdf. (december 2012)
- Rozman, L., Kragl, M. 2003. Proučevanje odpornosti domačih linij koruze (*Zea mays* L.) na koruzno progavost (*Exserohilum turcicum* / Pass. / K.J. Leonard et E.G. Suggs). Zb. Bioteh. fak. Univ. Ljubl., Kmet. (1990), 81(1): 25-38
- Saccardy K., Pineau B., Roche O., Cornic G. 1998. Photochemical efficiency of Photosystem II and xanthophyll cycle components in *Zea mays* leaves exposed to water stress and high light. Photosynthesis Research, 56: 57–66.
- Shinozaki K., Yamaguchi-Shinozaki K. 2007. Gene networks involved in drought stress response and tolerance. J of Experim Botany 58: 221–227.
- Snow, A., Morán Palma, P. 1997. Commercialization of Transgenic Plants: Potential Ecological Risks. BioScience, 47(2): 86-96
- Sprague, G.F., Tatum, L.A. 1942: General vs. specific combining ability in single crosses of corn. J. Amer. Soc. Agron., 34, 923-932.
- Stirling C.M., Aguilera C., Baker N. R., Long S. P. 1994. Changes in the photosynthetic light response curve during leaf development of field grown maize with implications for modelling canopy photosynthesis. Photosynthesis Research 42: 217-225.
- Stoskopf N.C., Tomes D.T., Christie B.R. 1993. Plant breeding. Theory and Practice. Westview Press Inc., Boulder-San Francisco-Oxford, 531 s., ISBN 0-8133-1764-9.
- Verslues P.E., Agarwal M., Katiyar-Agarwal S., Jianhua Zhu and Jian-Kang Zhu. 2006. Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. The Plant Journal, 45: 523–539.
- Vivek B. S., Odongo O., Njuguna J., Imanywoha J., Bigirwa G., Diallo A., Pixley K. 2010. Diallel analysis of grain yield and resistance to seven diseases of 12 African maize (*Zea mays* L.) inbred lines. Euphytica, 172: 329–340.
- Warghese, T.M., Singh, R.K.; Choudhary, B.D. 1976. Biometrical techniques in genetics and breeding. International Bioscience Publishers, Hissar, India. 248+3 p.
- Zhenzhu Xu, Guangsheng Zhou, Hideyuki Shimizu. 2009. Are plant growth and photosynthesis limited by pre-drought following rewatering in grass? Journal of Experimental Botany, 60 (13): 3737–3749.