



UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Luka DULAR

**PRIDELEK IN NEKATERE GOSPODARSKO
POMEMBNE LASTNOSTI KORUZE (*Zea mays* L.)**

DIPLOMSKI PROJEKT

Univerzitetni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Luka DULAR

**PRIDELEK IN NEKATERE GOSPODARSKO POMEMBNE
LASTNOSTI KORUZE (*Zea mays* L.)**

DIPLOMSKI PROJEKT
Univerzitetni študij - 1. stopnja

**YIELD AND SOME ECONOMICALLY IMPORTANT TRAITS OF A
MAIZE (*Zea mays* L.)**

B. SC. THESIS
Academic Study Programmes

Ljubljana, 2010

Diplomski projekt je zaključek Univerzitetnega študija Kmetijstvo – agronomija – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Katedri za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, travništvo in pašništvo.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorico diplomskega dela imenovala doc. dr. Darjo KOCJAN AČKO.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Borut BOHANEČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo

Članica: doc. dr. Darja KOCJAN AČKO
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Ludvik ROZMAN
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo

Datum zagovora: 24. 9. 2010

Diplomski projekt je rezultat lastnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svojega diplomskega projekta na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddal v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Luka DULAR

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Du1
- DK UDK 633.15:631.524:631.559(043.2)
- KG koruza/*Zea mays*/pridelek/gospodarsko pomembne lastnosti
- AV DULAR, Luka
- SA KOCJAN-AČKO, Darja (mentorica)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- LI 2010
- IN PRIDELEK IN NEKATERE GOSPODARSKO POMEMBNE LASTNOSTI KORUZE (*Zea mays* L.)
- TD Diplomski projekt (Univerzitetni študij – 1. stopnja)
- OP VII, 14, [1] str., 4 pregl., 2 sl., 14 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Današnja koruza (*Zea mays* L.) izvira iz samorasle plevnate koruze, ki ima gencenter v latinski Ameriki. Križanje, mutacije in odbira semena z najboljšimi lastnostmi rastlin so usmerjale razvoj koruze do številnih zelo različnih zvrsti in oblik, iz katerih izvirajo današnje kultivirane sorte in hibridi. Zaradi njene velike rodnosti in vsestranske uporabnosti se je razširila po celem svetu. Koruza lahko zraste do 7 metrov visoko in je enodomna rastlina, ki ima ločeno moško in žensko socvetje. Glede na lastnosti zrnja ločimo zvrsti, kot so zobanka, trdinka, poltrdinka, sladkorka, pokovka in voščenka. Koruza se prideluje predvsem za prehrano živali, uporablja pa se jo tudi za prehrano ljudi in v različnih vrstah predelovalne industrije. Skoraj polovica svetovne pridelave koruze je v Ameriki. Povprečen pridelek zrnja koruze v zahodnih in srednjeevropskih državah je od 8 do 10 t/ha, povprečen pridelek koruze za silažo pa okoli 40 t/ha. Gospodarsko pomembne lastnosti koruze so predvsem potencial za velikost pridelka, tip zrnja, dolžina rastne dobe, odpornost proti poleganju, odpornost proti stresnim dejavnikom okolja ter odpornost proti boleznim in škodljivcem. Z uporabo biotehnologije v žlahtnjenju koruze, so se pojavili hibridi, ki so odporni na koruzno veščo, koruzno progavost in herbicide. Večina pridelovalcev goji hibride, ki so se na posameznih območjih pridelovanja uveljavili kot najrodovitnejše.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Du1
- DC UDC 633.15:631.524:631.559(043.2)
- CX maize/*Zea mays*/grain yield/economically important properties
- AU DULAR, Luka
- AA KOCJAN-AČKO, Darja (supervisor)
- PP SI-1000, Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
- PY 2010
- TI YIELD AND SOME ECONOMICALLY IMPORTANT TRAITS OF A MAIZE
(*Zea mays* L.)
- DT B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)
- NO VII, 14, [1] p., 4 tab., 2 fig., 14 ref.
- LA sl
- Al sl/en
- AB Today's maize (*Zea mays* L.) originates out of a wild maize within husk, which has its center in Latin America. Crossover, mutations and human intentional selections of seed with better characteristics have guided the development of maize to many different shapes from which today's sophisticated varieties originate. Because of its large fertility and versatility maize has spread around the world. Maize can grow up to 7 meters in height and is a monoecious plant which has separated male and female inflorescences. Depending on the properties of grain we separated different types of corn, like dent maize, half dent maize, sweet corn, popcorn, flint and wax maize. Maize is cultivated mostly for animals, but it is also used for human consumption and industrial processing. Nearly half of world production of maize is in America. Average grain yield of maize in Central and Western European countries is from 8 to 10 t/ha and average crop of corn for silage is around 40 t/ha. Economically important traits of maize are yield potential, type of grain, length of growing season, resistance to lodging, resistance to environmental stress factors and resistance to pests and diseases. The use of biotechnology and the selection of corn has helped to create maize plants with improved properties. Nowadays we breed hybrids which have established themselves as the most productive.

KAZALO VSEBINE

	Str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	II
KEY WORDS DOCUMENTATION	III
KAZALO VSEBINE	IV
KAZALO PREGLEDNIC	V
KAZALO SLIK	VI
1 UVOD	1
1.1 MORFOLOŠKE LASTNOSTI	1
1.1.1 KORENINSKI SISTEM	1
1.1.2 STEBLO	1
1.1.3 LIST	2
1.1.4 METLICA IN STORŽ	2
1.1.5 ZRNO	2
2 PRIDELEK KORUZE	5
2.1 PRIDELEK KORUZE V SLOVENIJI	5
3 GOSPODARSKO POMEMBNE LASTNOSTI KORUZE	7
3.1 POTENCIAL ZA VIŠINO PRIDELKA	7
3.2 DOLŽINA RASTNE DOBE	7
3.3 ODPORNOST PROTI LOMU IN POLEGANJU RASTLIN	7
3.5 ODPORNOST PROTI STRESNIM DEJAVNIKOM OKOLJA	8
4 PREGLED OBJAV	9
4.1 KOLOBAR KOT TEMELJNI UKREP OMEJEVANJA ŠKODE ZARADI KORUZNEGA HROŠČA (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i> LeConte)	9
4.2 TRI DESETLETJA SPREMLJANJA FUZARIOZ (<i>Fusarium</i> spp.) PRI KORUZI	10
4.3 TOLERANTNOST PRIPOROČENIH HIBRIDOV KORUZE V SLOVENIJI NA KORUZNO PROGAVOST (<i>Exserohilum turcicum</i> / Pass. / K. J. Leonard et E. G. Suggs)	11
4.4 VPLIV DIREKTNE SETVE NA PRIDELEK KORUZE ZA SILAŽO	12
5 POVZETEK	13
6 VIRI	14
ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	Str.
Preglednica 1: Površina (ha) koruze za zrnje in koruze za silažo od leta 2000 do leta 2009 v Sloveniji (Statistični ..., 2010).....	6
Preglednica 2: Pridelek koruze za zrnje (t/ha) in koruze za silažo (t/ha) od leta 2000 do leta 2009 v Sloveniji (Statistični ..., 2010).....	6
Preglednica 3: Kolobar na petih njivah ene izmed konvencionalno poljedelsko-živinorejskih kmetij (Kocjan Ačko in Lipovec, 2006).....	9
Preglednica 4: Delež izoliranih Fusarium vrst iz storžev, v tridesetletnem obdobju, iz koruzišč Slovenije (Milevoj, 2002).....	11

KAZALO SLIK

	Str.
Slika 1: Storž oziroma žensko socvetje koruze (Abbott Farms, 2010)	3
Slika 2: Koruzni hrošč (foto: Kocjan Ačko D., 2005).....	10

1 UVOD

Koruza izvira iz Srednje in Južne Amerike. Za zahodno civilizacijo se njena zgodovina začne leta 1492, ko je Krištof Kolumb kmalu po odkritju otoka Kuba ob Novem svetu v svojem dnevniku opisal koruzno rastlino in načine, s katerimi so jo Indijanci pridelovali in uporabljali. Indijancem so bile znane skoraj vse današnje zvrsti koruze. Pridelovali so številne populacije, ki so se razlikovale po dolžini rastne dobe, tipu zrnja, višini rasti in drugih lastnostih. Za njih je bila koruza osnovno živilo in je v marsičem prispevala k razvoju in dosežkom tamkajšnjih civilizacij (Čergan in sod., 2008).

Koruza je enoletna enodomna rastlina, ki spada v družino trav, natančneje v poddružino prosatih trav. Na osnovi lastnosti zrnja, ločimo več zvrsti koruze. Zanje obstaja več sistematičnih razvrstitev, ki pa se med seboj pomembno ne razlikujejo (Čergan in sod., 2008).

Izredno pomembna je za prehrano živali, zlasti v razvitem svetu, kjer skoraj 80 % vsega pridelka porabijo za prehrano živali. Uporablja se jo tudi za prehrano ljudi in kot surovina za industrijsko pridelavo (Čergan in sod., 2008).

1.1 MORFOLOŠKE LASTNOSTI

1.1.1 Koreninski sistem

Koreninski sistem koruze se razvije v globini do 30 cm. Tu je okoli 80 % vse koreninske mase. Iz te globine koruza absorbira večino vode in hranil v premerom 45 cm. To pomeni, da si koreninska sistema dveh sosednjih rastlin iz sosednjih vrst, ki sta oddaljeni 70 cm, medsebojno zanemarljivo malo konkurirata za hranila. Večja tekmovalnost za hranila je med dvema rastlinama v isti vrsti, ki sta med seboj oddaljeni manj kot 15 cm (Tajnšek, 1991).

Primarna korenina ne odmre, ampak se močno razrašča in iz nje izhajajo stranske korenine. Iz podzemnega in prvega nadzemnega stebelnega kolenca poženejo močne adventivne korenine, ki jih rastlina potrebuje predvsem za oporo. S pravilno obdelavo in izbiro ustrezne njive lahko oblikovanje koreninskega sistema močno pospešimo. Korenine lahko merijo v dolžino tudi do 4 m, v globino pa segajo več kot 1,5 m (Tajnšek, 1991).

1.1.2 Steblo

Podzemni internodiji so kratki, nadzemni pa so mnogo daljši. Bolj kot so oddaljeni od zemlje, večja je njihova dolžina. Razvije se lahko do 14 od 20 internodijev in na vsakem požene po en list. Lega listov na koruzni rastlini je izmenična oziroma premenjalna. Zunanji del stebela je enocelična plast epidermisa. Celične stene so večinoma odebeljene in vsebujejo veliko lignina, kar stebelu daje oporo in potrebno trdnost. Steblo je v popolnosti izpolnjeno s strženom, ki je v večini sestavljen iz parenhimskih celic, kjer poteka pretok

asimilatov. Koruznica predstavlja velik del pridelka nadzemne mase. Bogata je s hranilnimi snovmi (Čergan in sod., 2008).

1.1.3 List

Listi koruze se razvijejo na internodijih stebela. Njihovo število je odvisno od števila internodijev, to pa je pogojeno z zrelostnim razredom hibrida. Poznejši hibridi imajo več listov kot zgodnejši. Pojav in oblikovanje listov poteka od vznika do metličenja. Ob zrelosti listi predstavljajo okoli 25 % skupne mase nadzemnega dela rastline (Čergan in sod., 2008).

Notranja morfologija lista je podobna morfologiji stebela, večje pa je število listnih rež in klorofilnih zrn. V listih poteka fotosinteza. Najbolj intenzivna je na listih, ki so nameščeni na kolencih od storža navzgor. Listi svetlobo izkoristijo najbolj ob polnem sončnem obsevanju. Sodobni hibridi imajo kratke liste, ki izraščajo poševno navzgor, saj tako bolje izkoristijo svetlobo tudi spodnji listi. Listna ploskev se je sposobna prilagajati spremembam, ki nastanejo ob primanjkoivanju vlage (Tajnshek, 1991).

1.1.4 Metlica in storž

Koruzna ima ločeno moško in žensko socvetje. Moška socvetja so metlice, ženska pa so storži. Oba socvetja sestavljajo dvocvetni klaski.

Metlico oblikujejo na vrhu rastline centralna os in 6 do 12 stranskih stranskih vej metlic. Metlica cveti 1 do 3 dni prej kot žensko socvetje. V sušnem vremenu se ta razlika poveča in težje pride do oploditve (Tajnshek, 1991).

Žensko socvetje ali storž je nameščen na koncu enega ali več stranskih poganjkov na sredini rastline. Stranski poganjek je zgrajen podobno kot steblo, le da so internodiji kratki. Iz njih izhajajo listi, ki pokrivajo odebeljeno klasno vreteno, na katerem so klaski s po dvema ženskima cvetovoma. Ob cvetenju ženskih cvetov se vrat plodnice toliko podaljša, da v obliki kratko razvejenih brazd pogleda iz ličja na vrhu storža. Ker ta organ spominja na svilo, temu pojavu pravimo svilanje. Svila ostane plodna nekaj dni. Ob suhem in vročem vremenu se ta čas še podaljša oziroma oplodnja zmanjša (Tajnshek, 1991).

1.1.5 Zrno

Koruzno zrno se po obliki in velikosti precej razlikuje od zrn ostalih vrst žita. Po barvi ločimo belo, rdečo in rumeno koruzo, po velikosti zrn pa drobno in debelozrnato. Kalček je precej večji kot pri drugih žitih. Vsebnost maščob v koruzi je zato nekoliko višja kot pri večini ostalih žit.

Ločimo več zvrsti koruze, ki se razlikujejo tako po obliki kot tudi po sestavi zrnja. Glavni sestavni deli koruznega zrna so meljak (endosperm), kalček in semenska lupina. Za

predelavo je najvažnejši del endosperm, iz katerega dobimo drobljenec, zdrob in moko. Vsebuje dosti ogljikovih hidratov, škroba, beljakovin, sladkorjev in rudnin. V njem najdemo še vitamine in encime.

Kleni endosperm se nahaja ob zunanem delu zrna. Delež klenega endosperma je zelo pomemben kazalec tehnološke kakovosti, saj je od njega odvisen delež zdroba in drobljenca pri predelavi. Pri zobankah je to razmerje 2:1 v korist klenega endosperma, pri trdinkah pa je endosperm v celoti klen. Ta kleni del endosperma vsebuje več beljakovin in ima bolj zbita škrobna zrnca. Ta del je mehansko zelo odporen in se težko drobi. Dobljeni drobljenec je sipek in delci imajo pravilno poliedrično obliko.

Moknati endosperm zapolnjuje prostor med kalčkom in klenim endospermom. Beljakovinske matrice okoli škrobnih zrn so tanke, z zračnimi medprostori. Zato je ta del mehansko neodporen in se pri mletju prvi drobi v drobne delce moke in delno v delce zdroba. Za predelavo je poleg razmerja kleni - moknati endosperm pomemben kazalec kakovosti tudi količina lomljenih in počenih zrn. Na odprtih delih zrn se rade zaredijo plesni, ki s svojimi škodljivimi izločki (mikotoksini) kvarijo surovino.



Slika 1: Storž oziroma žensko socvetje koruze (Abbott Farms, 2010)

Po tipu zrnja ločimo dve osnovni zvrsti koruze, in sicer zabanke in trdinke. Med njima je več mešanih tipov. Vsi v Sloveniji preizkušeni hibridi koruze so razvrščeni v 6 skupin glede na razmerje klenega in moknatega endosperma v koruznem zrnju. Zabanke so ena izmed bolj razširjenih zvrsti koruze. Praviloma so rodovitnejše od trdink in drugih mešanih tipov in imajo daljšo rastno dobo. Trdinke imajo klen in zbit endosperm ter večjo vsebnost karotenoidov in drugih rastlinskih barvil, zato so bolj primerne za prehrano določenih vrst živali in za prehransko industrijo. Hibridi z večjim deležem klenega endosperma so bolj pogosti v zgodnejših zrelostnih razredih, v poznejših pa so zelo redki. Tam prevladujejo hibridi z zrnjem v tipu zabanke. Trdinke in hibridi z mešanim tipom zrnja imajo praviloma hitrejši in močnejši mladostni razvoj oziroma večjo življenjsko sposobnost, zato so bolj kot zabanke primerni za težja in vlažna tla ter za hladnejša pridelovalna območja (Čergan in sod., 2008).

Pri nas je klasifikacija tipov zrnja koruze naslednja (Čergan in sod., 2008):

T	trdinka
Tz	trdinka z zelo majhno zobatostjo
TZ	mešni tip s poudarjeno klenostjo
ZT	mešani tip s poudarjeno zobatostjo
Zt	zobanka z zelo majhno klenostjo
Z	zobanka

Zobanka je zvrst koruze, ki je najbolj razširjena. Njena značilnost so veliki pridelki suhe snovi, prav tako pa tudi zrnja. Običajno dozori pozneje kot trdinka ali poltrdinka. Nekateri zobanke vsebujejo okoli 7 do 8 % kakovostnega olja za jedilne namene, za živilsko industrijo pa so zanimive bele zobanke, saj iz njih izdelujejo koruzni zdrob, kosmiče in moko (Tajnshek, 1991).

Zrnje je različne barve, vendar v komercialnih koruzah prevladuje rumena in bela barva. Vsebuje tudi veliko lizina, ki je ljudem in živalim v obliki aminokislin nujno potreben (Martin in sod., 2006).

Trdinke imajo klen, zbit endosperm, njihova značilnost pa je povečana vsebnost karotenoidov in drugih barvil. Na svetovnem trgu dosegajo trdinke večjo ceno kot zobanke. Večinoma imajo kratko rastno dobo, po pravilu pa so tudi manj rodovitne kot zobanke in poltrdinke (Tajnshek, 1991). Endosperm koruze trdinke je ponavadi mehak in škrobnat v sredini, vendar pa je popolnoma zaprt z zunanjo povrhnjico. Zrna so običajno na koncu okrogle oblike (Martin in sod., 2006). Hibridi trdinke in poltrdinke različnih skupin zorenja, velikosti in oblike zrnja označuje visok delež trdnega endosperma in visoka specifična masa. Nekateri od teh hibridov imajo povečano vsebnost provitamina in biološko aktivnih pigmentov. Ti so deponirani v steklastem endospermu, kar jim daje odlične lastnosti za predelavo po sistemu suhega mletja in visoko odkupno ceno.

Sladka koroza ali sladkorka je pri nas manj poznana, zato pa je razširjena v Združenih državah Amerike. Pri sladkorki pride do gensko regulirane blokade pri spreminjanju monosaharidov in disaharidov v škrob, kar pri drugih zvrsteh koruze ni. Ob izgubljanju vode se zrnje začne krčiti in gubati, ter dobi nepravilno obliko. Storži ali samo zrnje sladkorke v mlečni zrelosti so primerni za konzerviranje in uporabo za solate (Tajnshek, 1991).

Pokovka je pri nas gospodarsko manj zanimiva, saj jo pridelujejo le v omejenem obsegu. Od drugih zvrsti se loči po sposobnosti pokanja oziroma raztezanja endosperma po izpostavljanju visokim temperaturam (190 °C). Pri segrevanju se voda v celicah opari, zato zaradi pritiska v delčku sekunde raztrga vse celične stene in poruši notranjo celično strukturo. Vzdrževanje pokovke na njivi je zahtevno, ker kakršno koli križanje z drugimi zvrstmi koruze pomeni njeno nepopravljivo izroditev (Tajnshek, 1991).

Voščenska ima meljak sestavljen iz amilopektina, ki se razlikuje od škroba normalne koruze po tem, da ima povečano viskoznost in lepljivost, zato je primeren za impregnacijo tkanin in za izdelavo pudingov. Te zvrsti v Sloveniji ne pridelujemo (Tajnšek, 1991).

Plevenka ima zrnje ovito v pleve. Oblika zrnja je lahko katera koli. Gospodarsko je plevenka nepomembna zvrst. Domnevajo pa, da je plevenka prazvrst koruze, iz katere so se razvile vse druge zvrsti (Tajnšek, 1991).

2 PRIDELEK KORUZE

Na številnih območjih sveta pridelujejo koruzo predvsem za prehrano ljudi, v razvitejših državah pa je namenjena predvsem za prehrano živali, za industrijsko predelavo in v zadnjem obdobju tudi za predelavo v razna goriva. Koruza je poljščina, iz katere je mogoče proizvesti številne izdelke, le redki izdelki pa koruzo lahko nadomestijo. Kljub temu, da se pridelava koruze iz leta v leto povečuje, je manjša od hitro rastočih potreb za prehrano ljudi, živali in proizvodnjo goriv (Čergan in sod., 2008).

Približno 40 % svetovne pridelave koruze odpade na Združene države Amerike. Pomembnejše pridelovalke pa so še Kitajska, Brazilija, države nekdanje države Sovjetske zveze in Mehika. Poleg Združenih držav Amerike so največje izvoznice Argentina, Južnoafriška republika, Francija in Tajska (Martin in sod., 2006). Največje povprečne pridelke za zrnje dosegajo v Avstriji, Franciji, Nemčiji in Italiji, in sicer od 8 do 10 t/ha, povprečen pridelek zrnja v Evropski uniji pa je okoli 8 t/ha. Pri pridelavi koruze za silažo so povprečni pridelki od 35 do 50 t/ha, povprečje vseh članic Evropske unije pa je približno 40 t/ha (Kocjan Ačko, 1999).

Leta 2009 je bilo s koruzo posajenih 159.531.007 ha njivskih površin. Na teh površinah so leta 2009 pridelali 817.110.509 ton koruze (Faostat, 2010).

2.1 PRIDELEK KORUZE V SLOVENIJI

Koruza je najbolj razširjena poljščina v Sloveniji. Koruza je tista kmetijska rastlina, s katero je mogoče na preprost in poceni način pridelati največjo energijo na površinsko enoto, zato je že vrsto let najbolj razširjena poljščina. Pridelujemo jo na okoli 40 % vseh njiv, kar je največji delež v setveni sestavi med vsemi evropskimi državami. Približno tretjina posevkov koruze je namenjeno pridelavi silaže, dve tretjini pa pridelavi suhega zrnja, siliranega vlažnega zrnja in siliranje mletih storžev. Sedanji obseg pridelovanja koruze v Sloveniji je odraz specializacije in koncentracije kmetijske pridelave, kjer poljedelstvo za živinorejo zagotavlja velik del voluminozne in energijsko močne krme (Čergan in sod., 2008).

Veliko večino pridelka koruze porabimo neposredno v prehrani živali, le majhen delež pridelka zrnja je namenjen prodaji na trgu (Čergan in sod., 2008).

Dular L. Pridelek in nekatere gospodarsko pomembne lastnosti koruze (*Zea mays* L.).

Dipl. projekt (UN). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo, 2010

Najvišje pridelke smo v Sloveniji dosegli leta 2005, ko je bil povprečen pridelek zrnja 8,3 t/ha, silaže pa 46,7 t/ha. Kljub visokemu deležu koruze v setveni sestavi obseg pridelave zrnja ne zadostuje za domače potrebe. V povprečju vsako leto uvozimo približno toliko koruze, kot jo pridelamo doma (Čergan in sod., 2008).

Preglednica 1: Površina (ha) koruze za zrnje in koruze za silažo od leta 2000 do leta 2009 v Sloveniji (Statistični ..., 2010)

Namen uporabe	Površina (ha)									
	Leto									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Koruzna za zrnje	48.009	47.571	45.525	44.137	45.996	42.369	39.839	40.906	43.698	38.611
Koruzna za silažo	28.851	24.491	23.933	30.200	27.045	31.525	27.008	26.802	26.543	26.125

Preglednica 2: Pridelek koruze za zrnje (t/ha) in koruze za silažo (t/ha) od leta 2000 do leta 2009 v Sloveniji (Statistični ..., 2010)

Namen uporabe	Pridelek (t/ha)									
	Leto									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Koruzna za zrnje	5,9	5,4	8,2	5,1	7,8	8,3	6,9	7,5	7,3	7,8
Koruzna za silažo	36,0	34,0	44,6	29,8	44,7	46,7	39,0	41,8	42,7	44,9

3 GOSPODARSKO POMEMBNE LASTNOSTI KORUZE

Koruza je nedvomno kmetijska rastlina, s katero je pridelovanje krme v naših rastnih razmerah najbolj gospodarno. Vzrok je v zelo velikem potencialu za pridelek hranilnih snovi in energije ter v cenenosti pridelave. V pogojih intenzivnega pridelovanja koruze je pomen izbora primerne hibrida še večji, saj ob nespremenjenih stroških pridelave omogoča povečanje količine in kakovosti pridelka. Večja vlaganja v pridelavo zahtevajo tudi temeljito presojo pri izboru hibridov, ki bodo ta vlaganja poplačali z visokim in kakovostnim pridelkom. Visok genetski potencial sodobnih hibridov koruze je mogoče izkoristiti le, če so zagotovljeni drugi dejavniki v pridelavi, kot so uravnoteženo gnojenje, varstvo pred pleveli in škodljivci, glede na namen uporabe pridelka in na rastne razmere, primerna gostota sajenja, spravilo v optimalnem času ter ustrezno shranjevanje oziroma konzerviranje pridelka (Opisna sortna lista RS, 2009).

3.1 POTENCIAL ZA VIŠINO PRIDELKA

Potencial za višino pridelka je genetsko zasnovan in predstavlja skupni rezultat vseh agronomskih lastnosti hibridov koruze ter zunanjih dejavnikov rasti in razvoja koruze. Med zunanjimi dejavniki imajo največji vpliv za doseganje genetskega potenciala podnebje in talne razmere ter pravočasno in korektno izvedena obdelava tal in setev. Potencial za višino pridelka se povečuje z dolžino rastne dobe oziroma zrelostnim razredom hibridov, nanj pa vplivata tudi način hibridizacije in tip zrnja (Čergan in sod., 2008).

3.2 DOLŽINA RASTNE DOBE

Zelo pomembna lastnost vsakega hibrida koruze je dolžina rastne dobe in s tem povezana pripadnost določenemu zrelostnemu razredu po mednarodni FAO klasifikaciji. Za vsak zrelostni razred je določena vsota aktivnih dnevni temperatur, ki so potrebne, da hibridi iz posameznega zrelostnega razreda doseže določeno zrelost. Posredni kazalec za dolžino rastne dobe je tudi čas cvetenja, to je čas metličenja in svilanja. Vendar imajo novejši hibridi praviloma daljši vegetativni razvoj, vlaga zrnja ob spravilu pa je na ravni starejših zgodnejših hibridov. To je posledica hitrejšega sproščanja vode iz zrnja. Vlaga zrnja ob spravilu je dober kazalec dolžine rastne dobe v primeru, da je bilo spravilo opravljeno pri vlagi zrnja med 25 in 30%. Po vsebnosti vlage v zrnju lahko med seboj primerjamo hibride z enakim tipom zrnja (iz klenih zrn se voda sprošča pomembno počasneje kot iz moknatih) (Čergan in sod., 2008).

3.3 ODPORNOST PROTI LOMU IN POLEGANJU RASTLIN

Odpornost proti lomu in poleganju rastlin je zelo pomembna lastnost, ki jo moramo upoštevati predvsem pri pridelavi zrnja. Večji delež storžev poleglih rastlin, zgnije pred spravilom ali pa jih kombajn ne pospravi. Vzroka za poleganje in lom koruznih rastlin sta lahko veter in/ali glivične bolezni stebela, v prvi vrsti fuzarioz. Na lom in poleganje bolj

odporni hibridi imajo močnejšo steblo in pogosto tudi večji delež vlaknin v njem. Hibridi, pri katerih je ta lastnost močnejše izražena, so manj primerni za pridelavo silaže zaradi slabše prebavljivosti. Občutljivost za lom rastlin se povečuje z višino rstlin, še posebno pri tistih hibridih, ki imajo visok nastavek storža (Opisna sortna lista RS, 2009).

3.4 ŠKODLJIVCI IN BOLEZNI KORUZE

Koruza je gospodarsko izjemno pomembna poljščina, njeni pridelki pa so med leti zelo spremenljivi in v največji meri odvisni od rastnih razmer oziroma številnih abiotičnih in biotičnih dejavnikov. Večina od več sto v svetu znanih škodljivcev koruze, ki pripadajo bodisi žuželkam, pršicam, rastlinsko-parazitskim ogorčicam, polžem, glodavcem, divjadi ali pticam, povzroča škodo na koruzi v glavnem med rastno dobo; nekatere vrste, predvsem nekatere žuželke, pa lahko povzročajo škodo v glavnem na koruznem zrnju, tudi med njenim skladiščenjem (Urek in Modic, 2008).

Pomembni škodljivci koruze so strune, sovke, koruzni hrošč in koruzna vešča.

Koruza je od setve do spravila izpostavljena okužbam fitopatogenih gliv, bakterij, mikoplazem in virusov. Od pojavu in razširjenosti obolenj odločajo prisotnost patogenih organizmov optimalne ekološke in talne razmere za njihov razvoj in občutljivost gostitelja (Tajnshek, 1991).

Varstvo koruze pred boleznimi temelji na setvi razkuženega semena hibridov, tolerantnih za glivične bolezni, na ustrezni agrotehnik, kolobarju, skladnem gnojenju in uničevanju obolelih rastlinskih organov ali celih rastlin (Tajnshek, 1991).

3.5 ODPORNOST PROTI STRESNIM DEJAVNIKOM OKOLJA

Med najbolj pomembne stresne dejavnike okolja v naših rastnih razmerah prištevamo pomanjkanje vode, visoke temperature (predvsem v času cvetenja), točo ter nizke temperature ali slano v času mladostnega razvoja. Z analizo rezultatov poskusov v različnih letih in pridelovalnih območjih so ugotovili, da na velikost pridelka zrnja koruze v sušnih rastnih razmerah vpliva predvsem dolžina rastne dobe hibrida, med hibridi s podobno dolžino rastne dobe pa ni pomembnih razlik. V sušnih rastnih razmerah imajo zgodnejši hibridi prednost pred poznejšimi. Lažje kot na sušo odporne je prepoznati na sušo občutljive hibride koruze. Zanje je v zelo dobrih razmerah značilna bujna rast ter zelo visok pridelek zrnja in zelinja, v sušnih razmerah pa zaradi manjšega koreninskega sistema utrpijo veliko izgubo pridelka. Tudi med razširjenimi hibridi koruze v Sloveniji je nekaj takih. Različni viri navajajo, da povečano toleranco za pomanjkanje vode izkazujejo hibridi koruze z zrnjem v obliki poltrdink in tisti, katerih listje ostaja zeleno tudi ob in po fiziološki zrelosti (Čergan in sod., 2008).

4 PREGLED OBJAV

4.1 KOLOBAR KOT TEMELJNI UKREP OMEJEVANJA ŠKODE ZARADI KORUZNEGA HROŠČA (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte)

Koruzni hrošč (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) je gospodarsko pomemben škodljivec evropskih koruznih njiv. Najbolj ogrožena je koroza pri pridelavi na strnjenih območjih v monokulturi. Na razmejenih območjih pojava koruznega hrošča (žarišče napada in varnostno območje) morajo pridelovalci koruze izvajati zakonsko predpisane ukrepe, od katerih je proti širjenju in omejevanju škode zaradi koruznega hrošča za zdaj najbolj učinkovit dve- do triletni kolobar (Kocjan Ačko in Lipovec, 2006).

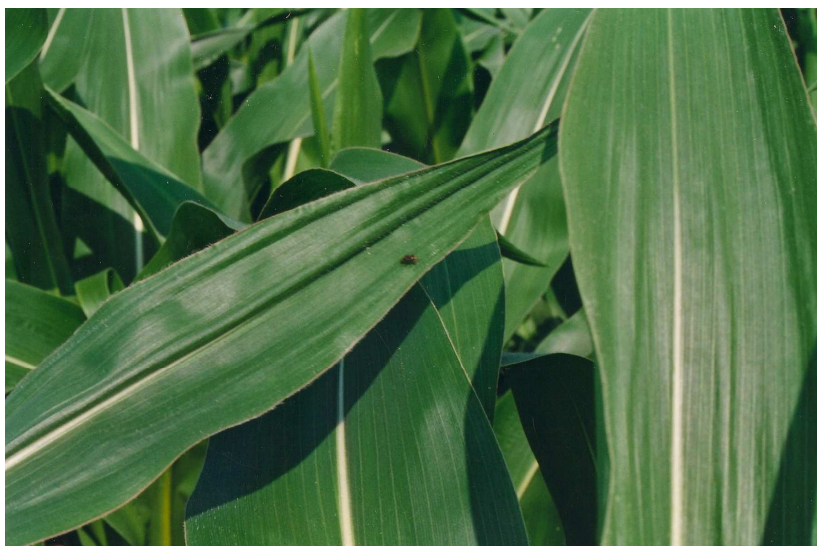
Po letu 1992, ko se koruzni hrošč nezadržno širi po Evropi, škoda na koruzi ni več zanemarljiva. Na temelju kritičnega števila hroščev na rastlino so strokovnjaki določili prag škodljivosti v monokulturi in v dvopolju. Ko je presežen prag škodljivosti, se pojavi izpad pridelka koruze, ki je lahko manjši od 10 do 30 %, po nekaterih podatkih pa tudi za 50 in več odstotkov (Kocjan Ačko in Lipovec, 2006).

V raziskavi sta Kocjan Ačko in Lipovec (2006) analizirali sestavo petih kolobarjev na treh konvencionalnih poljedelsko-živinorejskih kmetijah v severovzhodni Sloveniji v obdobju 2000 do 2007 ter zajeli stanje pred in po pojavu koruznega hrošča pri nas.

Rezultati analize vrstenja na treh konvencionalnih poljedelsko-živinorejskih kmetijah v severovzhodni Sloveniji kažejo, da je pojav koruznega hrošča leta 2003 najbolj vplival na sestavo kolobarja na kmetiji, kjer so monokulturo koruze razbremenila druga žita; pri sestavi biološko uravnoteženega kolobarja bo potrebno nadaljevati z zmanjšanjem deleža koruze, vključevanjem stročnic in prezimnih dosevkov. Na drugi kmetiji so že pred letom 2004 vrstili koroza na dve leti; s pristopom kmetije v Slovenski kmetijski okoljski program pa se je povečala ne le pestrost glavnih posevkov, ampak tudi krmnih dosevkov, kot so krmna ogrščica, inkarnatka in mnogocvetna ljujka. Tudi na tretji kmetiji so se zaradi pojava koruznega hrošča morali odreči koruzi v monokulturi (Kocjan Ačko in Lipovec, 2006).

Preglednica 3: Kolobar na petih njivah ene izmed konvencionalno poljedelsko-živinorejskih kmetij (Kocjan Ačko in Lipovec, 2006)

Ime in velikost njive	Leto							
	Leto 2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Zabrežič (1,78 ha)	koruza za silažo	koruza za silažo	koruza za silažo	koruza za silažo	ozimni ječmen	koruza za zrnje	ozimna pšenica	koruza za zrnje
Doma (0,38 ha)	ječmen + dosevek ajda	koruza za silažo	koruza za silažo	pšenica+dosevek ljujka	koruza za silažo	koruza za silažo	ozimna pšenica	ozimni ječmen
Banat (0,86 ha)	koruza za silažo	ozimni ječmen	sladkorna pesa	ozimna pšenica	koruza za silažo	ozimna pšenica	sladkorna pesa	ozimna pšenica
Log (0,29 ha)	koruza za silažo	ozimni ječmen	sladkorna pesa	koruza za silažo	koruza za silažo	ozimni ječmen	koruza za zrnje	ozimna pšenica
Sušava (0,92 ha)	koruza za silažo	koruza za silažo	TDM	TDM	koruza za zrnje	koruza za zrnje	ozimna pšenica	koruza za silažo



Slika 2: Koruzni hrošč (foto: Kocjan Ačko D., 2005)

4.2 TRI DESETLETJA SPREMLJANJA FUZARIOZ (*Fusarium* spp.) PRI KORUZI

V obdobju od leta 1973 do leta 2000 je bilo zbranih 1200 vzorcev naravno okuženih storžev koruze iz različnih območij Slovenije z namenom ugotoviti zastopanost *Fusarium* vrst. Prevladujoča in splošno razširjena je gliva *F. subglutinans*, sledi ji *F. graminearum*, posamično pa so bile ugotovljene vrste *F. colmorum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. moniliforme* in *F. poae*. (Milevoj, 2002).

Glive iz rodu *Fusarium* so razširjene v tleh, nekatere naseljujejo vodo in zrak, številne uspevajo na nadzemnih in podzemnih rastlinskih organih, v tropskem in zmernem, nekatere celo v arktičnem podnebnju. S toksini, ki jih izločajo, lahko zastrupljajo živalsko krmo in ljudski živež (Milevoj, 2002).

V Sloveniji so začeli fuzarioze preučevati na koruzi v začetku 70. let prejšnjega stoletja. Pojav *Fusarium* vrst na koruzi je odvisen od številnih dejavnikov, vsekakor pa je občutljivost hibridov med njimi najpomembnejša. Fuzariozna obolenja koruze so lahko pogostejša zaradi setve enojnih križancev, ki so zanje občutljivejši in zaradi ozkega kolobarja, če se pogosto menjavata gostiteljski vrsti koruza in pšenica. Splošna znamenja obolenja pri koruzi so razredčen posevek, zgodnje dozorevanje rastlin, venenje v času mlečne in voščene zrelosti ter poganjanje, na zrnju pa so vidne plesnive prevleke (Milevoj, 2002).

V raziskavi so od leta 1973 v območjih intenzivnega pridelovanja koruze v Sloveniji (okolica Rakičana, Maribora, Jabel, Nove Gorice), od leta 1990 dalje pa predvsem iz okolice Ljubljane zbirali naravno okužene storže koruze v času od mlečne zrelosti do

spravila. Naravno okuženi vzorci koruze so bili različne genske sestave, oblike zrnja in zrelostnih razredov. Glive so iz storžev po makroskopskem pregledu izolirali na hranilno podlago po standardnem postopku. Po inkubaciji so izolate po potrebi precepili na drugo hranilno podlago. Ob uporabi ključev za determinacijo so glive določili (Milevoj, 2002).

Preglednica 4: Delež izoliranih *Fusarium* vrst iz storžev, v tridesetletnem obdobju, iz koruzišč Slovenije (Milevoj, 2002)

Gliva	Pogostost izolatov v %	Regionalna razširjenost
<i>Fusarium subglutinans</i> (<i>F. moniliforme</i> var. <i>subglutinans</i>)	46,0	Cela Slovenija
<i>Fusarium graminearum</i>	24,0	Cela Slovenija
<i>Fusarium culmorum</i>	5,0	Primorska
<i>Fusarium equiseti</i>	3,0	Štajerska
<i>Fusarium oxysporum</i>	5,0	Primorska
<i>Fusarium avenaceum</i>	3,0	Štajerska
<i>Fusarium moniliforme</i>	5,0	Primorska
<i>Fusarium poae</i>	2,0	Štajerska
<i>Fusarium spp.</i>	7,0	Primorska

4.3 TOLERANTNOST PRIPOROČENIH HIBRIDOV KORUZE V SLOVENIJI NA KORUZNO PROGAVOST (*Exserohilum turcicum* / Pass. / K. J. Leonard et E. G. Suggs)

V preučevanju odpornosti hibridov na koruzno progavost *Exserohilum turcicum* (/ Pass. / K. J. Leonard et E. G. Suggs) je bilo vključenih 30 hibridov koruze zrelostnih razredov FAO 100-500 s priporočene sortne liste za leto 2001 ter 11 standardov, ki jih uporablja Komisija za potrjevanje novih sort (Rozman, 2002).

Koruzna progavost (*Exserohilum turcicum* / Pass. / K.J. Leonard et E. G. Suggs) je ena izmed potencialno najnevarnejših koruzni boleznih tako v svetu kot pri nas. Ob močnem zgodnjem pojavu te bolezni lahko občutno zmanjša tako višino kot kakovost pridelka koruze, saj se lahko listi in nazadnje celo rastlina hitro in predčasno posuši (Rozman, 2002).

Strokovna komisija za poljedelstvo pri Sektorju za kmetijsko svetovanje Kmetijsko gozdarske zbornice Slovenije na podlagi ekoloških poskusov s koruzo po vsej Sloveniji ter z upoštevanjem rezultatov poskusov Kmetijske svetovalne službe in izkušenj v praksi pripravi vsako leto seznam priporočenih hibridov koruze za setev pri nas. Ta izbor predstavlja najboljše hibride, ki so pri nas potrjeni in vpisani v Sortno listo ter je veljaven za vsa pridelovalna območja v Sloveniji.

Poljski poskus je bil izveden na poskusnem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani, kjer je bila v naravnih razmerah s pomočjo občutljivega hibrida Minnesota 706 v dveh rokih izvedena umetna okužba z glivo *Exserohilum turcicum*. Okuženost je bila ocenjevana po skali od 0 do 10, glede na stopnjo okuženosti v dveh rokih (Rozman, 2002).

Iz raziskave Rozmana (2002) je bilo ugotovljeno, da je med priporočenimi hibridi kar nekaj zelo odpornih hibridov na koruzno progavost. Oceno 2 ali manj je ob drugem ocenjevanju dobilo pet priporočenih hibridov ter standard Furio.

Od pripravi priporočenega sortimenta koruznih hibridov za setev v Sloveniji je potrebno upoštevati tudi rezultate teh raziskav, saj lahko močan pojav te bolezni ob ugodnih razmerah močno zniža višino in kakovost pridelka (Rozman, 2002).

4.4 VPLIV DIREKTNE SETVE NA PRIDELEK KORUZE ZA SILAŽO

Priprava tal za setev je poleg spravila energetske najbolj zahtevna delovna operacija. Zaradi naraščajočih stroškov energije so pridelovalci prisiljeni iskati in preizkušati alternativne in bolj ekonomične načine obdelave tal. V številnih območjih sveta so že prišli do spoznanja, da lahko novejša energetska učinkovitejša metode obdelave tal pomembno prispevajo k povečanju ekonomičnosti pridelave (Bayhan, 2006, cit. po Stajniko in sod., 2008).

Silažna koroza je v Sloveniji ena najpomembnejših poljščin in je leta 2007 zasedala 26.116 ha njivskih površin (Statistični letopis, 2007). V kolobarju vzhodne Slovenije silažna koroza največkrat sledi mnogocvetni ljuljki (*Lolium perenne* L.), ki jo po spomladanski košnji največkrat zaorjemo z lemežnim plugom, tla pa pred setvijo obdelamo še z vrtavkasto brano. Zaradi povečanega števila prehodov po njivi pa pri tem načinu tla tlačimo in hkrati porabimo več energije (Stajniko in sod., 2008).

Leta 2007 so Stajniko in sod. (2008) izvedli poljski poskus, v katerem so preučevali vpliv različnih načinov direktne setve na pridelek koruze za silažo. Uporabili so seme hibrida, imenovanega Unixx duo. Posejali so ga s pnevmatsko sejalnico na pokošeno njivo mnogocvetne ljuljke, ki je bila predhodno tretirana na različne načine: z glifosatom (V1); pokošena in tretirana s herbicidom po celi širini parcele (V2); pokošena in tretirana s herbicidom v posejanih pasovih (V3); pokošena in pozneje tretirana s herbicidom v pasovih, medvrstni prostor pa je bil ročno pokošen (V4); konvencionalna obdelava (V5); tretirana tri tedne po setvi s herbicidom po celotni parceli (V6).

Največji pridelek sveže koruzne mase in suhe snovi je bil izmerjen v postopku konvencionalne pridelave (V5), medtem ko je bil najmanjši pridelek sveže koruzne mase in suhe snovi ugotovljen pri postopku, pri katerem so njivo tretirali s herbicidom tri tedne po setvi po celotni parceli (V6) (Stajniko in sod., 2008).

Različni postopki obdelave tal so hkrati vplivali na zbitost tal, ki je bila na globini 25 cm največja pri postopku, v katerem so njivo pokosili in tretirali s herbicidom v posajenih pasovih (V3), najmanjša pa pri postopku, v katerem so njivo tretirali z glifosatom (V1) (Stajniko in sod., 2008).

5 POVZETEK

Koruza je ena izmed poljščin, ki jo na svetu pridelamo največ. Uporablja se za prehranjevanje živali, ljudi, v današnjem času pa se jo vse bolj uporablja za industrijsko predelavo. Skozi čas se je izbor koruze zelo spreminjal. Nastajajo vse boljši hibridi, ki kmetom in pridelovalcem omogočajo čim večji pridelek. Zaradi pojavov novih boleznih in škodljivcev, zaradi poleganja, naravnih okoljskih stresov in v želji po večjem pridelku, so se znanstveniki usmerili k razvoju hibridov, ki bi imel čim več dobrih lastnosti.

V zahodnih in srednjeevropskih državah pridelamo od 8 do 10 ton zrnja na hektar in okoli 45 ton silaže. Da bi bil končni rezultat pridelovanja čim boljši, je odvisno tudi od rastnih razmer, tehnike pridelovanja in izbire hibrida. Vsak hibrid ima natančno določene tehnične in tehnološke lastnosti. Novost zadnjih let so gensko spremenjeni hibridi koruze, ki so popolnoma odporni na koruzno večšo, koruzno progavost in herbicide.

V zadnjih letih se površina, ki je namenjena pridelavi koruze, v Sloveniji nekoliko zmanjšuje, vendar še vedno zavzema velik del njivskih površin. Pridelek koruze pa se zaradi novih hibridov in tehnologij počasi povečuje, vendar še vedno od leta do leta niha zaradi vremenskih razmer.

Količina in kakovost pridelka sta odvisna od genske zmogljivosti hibrida, proizvodne vrednosti semena, rodovitnosti tal, podnebnih razmer, strokovnosti tehnologa in kmetovalca, da se agrotehnični postopki pridelave prilagodijo življenjskim zahtevam hibrida, podnebnim, talnim in gospodarskim razmeram.

Na podlagi pregledane literature lahko sklepam, da je koruza na slovenskih poljih preobsežno zastopana, zaradi česar vse več škode povzročajo škodljivci in bolezni. Po večini so si strokovnjaki enotni, da je najučinkovitejši ukrep za preprečevanje ekonomske škode na posevkih koruze kolobar.

6 VIRI

Abbott Farms.

<http://www.abbottfarms.com/cropssweetcorn.html> (avgust, 2010)

Čergan Z., Jejčič V., Knapič M., Modic Š., Moljk B., Poje T., Simončič A., Sušin J., Urek G., Verbič J., Vrščaj B., Žerjav M. 2008. Koruza. Ljubljana, Kmečki glas: 314 str

Faostat. Food and Agricultural organization.

<http://faostat.fao.org> (avgust, 2010)

Kocjan Ačko D. 1999. Poljščine: Koruza. Naša žena, 5: 99-100

Kocjan Ačko D., Lipovec N. 2006. Kolobar kot temeljni ukrep omejevanja škode zaradi koruznega hrošča (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte). V: Novi izzivi v poljedelstvu 2006. Rogaška Slatina, 7. in 8. december 2006. Zbornik simpozija. Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 123 - 129

Martin J.H., Waldren R. P., Stamp D.L. 2006. Corn or Maize. V: Principles of field crop production. Pearson Prentice Hall: 291 - 340

Milevoj L. 2002. Tri desetletja spremljanja fuzarioz (*Fusarium* spp.) pri koruzi. V: Novi izzivi v poljedelstvu 2002. Zreče, 5. in 6. december 2002. Zbornik simpozija. Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 78 - 82

Opisna sortna lista za koruzo 2009. 2009. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 47 str.

Rozman L. 2002. Tolerantnost priporočenih hibridov koruze v Sloveniji na koruzno progavost (*Exserohilum turcicum* / Pass./K. J. Leonard et E. G. Suggs). V: Novi izzivi v poljedelstvu 2002. Zreče, 5. in 6. december, 2002. Zbornik simpozija. Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 83 - 86

Stajnko D., Sagadin M., Vučajnk F., Bernik R. 2008. Vpliv direktne setve na pridelek koruze za silažo. Novi izzivi v poljedelstvu 2008. Rogaška Slatina, 4. in 5. december, 2008. Zbornik simpozija. Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 54 - 60

Statistični urad Republike Slovenije.

<http://www.stat.si> (maj, 2010)

Tajnšek T. 1991. Koruza. Ljubljana, Kmečki glas: 180 str.

Urek G., Modic Š. 2008. Škodljivci koruze. V: Koruza. Ljubljana, Založba Kmečki glas: 107 - 150

ZAHVALA

Za strokovne nasvete, pomoč in razumevanje se zahvaljujem mentorici doc. dr. Darji Kocjan Ačko.

Za vsestransko pomoč in oporo v času študija se zahvaljujem svoji družini.