

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Katarina JERŠE

**VSEBNOST KLOROFILA V LISTIH KORUZE
(*Zea mays* L.) NEKATERIH NOVIH LJ- KRIŽANCEV**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Katarina JERŠE

**VSEBNOST KLOROFILA V LISTIH KORUZE (*Zea mays* L.)
NEKATERIH NOVIH LJ- KRIŽANCEV**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

**LEAF CHLOROPHYLL CONTENT OF SOME NEW
MAIZE (*Zea mays* L.) 'LJ' HYBRIDS**

B. SC. THESIS
Professional Study Programmes

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija Kmetijstvo – agronomija in hortikultura – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Katedri za genetiko, biotehnologijo, statistiko in žlahtnjenje rastlin.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Ludvika ROZMAN.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Franc BATIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo

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

Član: prof. dr. Dominik VODNIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svojega diplomskega dela na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddala v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Katarina Jerše

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dv1
- DK UDK 633.15:631.526.323:547.979(043.2)
- KG koruza/novi križanci/dialelno križanje/materine linije/očetne linije/klorofil
- AV JERŠE, Katarina
- SA ROZMAN, Ludvik (mentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- LI 2012
- IN VSEBNOST KLOOROFILA V LISTIH KORUZE (*Zea mays* L.) NEKATERIH NOVIH LJ- KRIŽANCEV
- TD Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja)
- OP VI, 22 str., 4 pregl., 5 sl., 15 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Namen naloge je bil proučiti vsebnost klorofila v listih novih Lj- križancev koruze. V poljski poskus je bilo vključenih 50 novih križancev koruze, vzgojenih iz samooplodnih linij koruze, iz genske banke Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Križanci so bili vzgojeni po metodi nepopolnega dialela, kjer je bilo uporabljenih 10 linij kot materine linije (P1–P10), 5 linij pa kot očetne linije (P12–P16). Poleg 50 novih Lj- križancev je bilo v poskus vključenih še 6 standardov, ki jih Sortna komisija RS uporablja kot standarde pri potrjevanju novih hibridov koruze za vpis v sortno listo. Poskus je bil izveden leta 2011 na poskusnem polju Biotehniške fakultete v Jablah pri Trzinu. V času cvetenja so bile opravljene meritve klorofila s SPAD metrom, ob spravilu pa je bil zabeležen še pridelek zrnja vsakega križanca koruze. Novi križanci so dosegali vsebnosti klorofila od 48,2 do 57,6, dva križanca (P7×P14 in P1×P12) sta imela manjše vrednosti od standardov, 7 križancev (P10×P12, P5×P13, P4×P13, P4×P14, P4×P15, P6×13, P8×P15) pa je imelo od standardov večje vrednosti vsebnosti klorofila. Od maternih linij, vključenih v nove križance, je bila najboljša linija P4 z vrednostjo 54,9 ter najboljša očetna linija P13, z vrednostjo 54,5. Največji pridelek je imel križanec P10×P16 (118,9 dt/ha), najmanjši 51,9 dt/ha pa križanec P9×P14. Po pridelku linij je od materinih linij bila najboljša linija P10 (96,3 dt/ha) in očetna linija P16 (99,2 dt/ha).

KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Dv1
- DC UDK 633.15:631.526.323:547.979(043.2)
- CX maize/new crosses/diallel cross/female parents/male parents/chlorophyll
- AU JERŠE, Katarina
- AA ROZMAN, Ludvik (supervisor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
- PY 2012
- TY LEAF CHLOROPHYLL CONTENT OF SOME NEW MAIZE (*Zea mays* L.) 'LJ' HYBRIDS
- DT B. Sc. Thesis (Professional Study Programmes)
- NO VI, 22 p., 4 tab., 5 fig., 15 ref.
- LA sl
- Al sl/en
- AB The aim of our study was to investigate the chlorophyll content of 50 new 'Lj' maize hybrids, developed from 15 domestic inbreds. The new hybrids were developed using incomplete diallels; 10 inbreds were used as female parents (P1–P10) and 5 inbreds as males (P12–P16). The hybrids were tested together with six standards (checks) in a field trial in 2011, at the experimental nursery of the Biotechnical Faculty of the University of Ljubljana at Jable (near Ljubljana). At tasselling, we measured the chlorophyll content of the leaf above ear using SPAD chlorophyll meter. At harvesting, the yield adjusted to 14 % grain moisture was estimated. The relative values of the chlorophyll content ranged from 48.2 to 57.8. Two crosses (P7×P14 and P1×P12) exhibited lower values of the chlorophyll content than the checks, whereas the values of 7 crosses were higher. Regarding inbreds, P4 (among the female parents) and P13 (among the male parents) exhibited the highest values of the chlorophyll content. The highest grain yield was recorded for the hybrid P10×P16 (118.89 dt/ha), whereas the lowest was documented for the combination P9 ×P14. Out of the female parents, P10 had the highest average grain yield and P16 (one of the male parents) had the lowest.

KAZALO VSEBINE

	KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	II
	KEY WORDS DOCUMENTATION	III
	KAZALO VSEBINE	IV
	KAZALO PREGLEDNIC	V
	KAZALO SLIK	V
	OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	VI
1	UVOD	1
1.1	OPREDELITEV PROBLEMA IN NAMEN RAZISKAVE	1
1.2	DELOVNA HIPOTEZA	2
2	PREGLED OBJAV	3
2.1	KORUZA	3
2.1.1	Izvor koruze	3
2.1.2	Pomen koruze v svetu in Sloveniji	3
2.2	GENSKA BANKA	4
2.2.1	Genska banka koruze v Sloveniji	4
2.2.2	Namen dela na genski banki koruze	4
2.3	KRIŽANCI	5
2.3.1	Začetki žlahtnjenja	5
2.3.2	Izbor hibridov	6
2.3.3	Način hibridizacije	6
2.3.2.1	Križanci dveh ali več samooplodnih linij	7
2.3.2.2	Dialelni križanci	7
2.4	KLOROFIL	7
2.4.1	Pomen klorofila	7
2.4.2	Vsebnost klorofila v rastlini	8
2.4.3	Dejavniki ki vplivajo na vsebnost klorofila	8
2.4.3.1	Zunanji dejavniki	8
2.4.3.2	Notranji dejavniki	9
2.4.4	Absorbcijska asimilacijskih barvil	9
3	MATERIAL IN METODE DELA	11
3.1	MATERIAL	11
3.2	METODE DELA	11
3.3	STATISTIČNE ANALIZE	12
4	REZULTATI	13
4.1	VREMENSKE RAZMERE	13
4.2	VSEBNOST KLOROFILA V LISTIH	15
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	19
5.1	RAZPRAVA	19
5.2	SKLEPI	20
6	POVZETEK	21
7	VIRI	22
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Meteorološki podatki po dnevih merjenja s SPAD metrom posameznih križancev (Meteorološki podatki ARSO, 2011).....	14
Preglednica 2: Povprečne vrednosti in koeficienti variabilnosti (KV %) vrednosti vsebnosti klorofila in povprečni pridelki, Jable 2011.	15
Preglednica 3: Povprečne vrednosti vsebnosti klorofila križancev materinih linij in pridelok, Jable 2011.	18
Preglednica 4: Povprečne vrednosti vsebnosti klorofila križancev očetnih linij in pridelok, Jable 2011.	18

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Razmnoževanje genotipov koruze na selekcijskem polju v Jablah	5
Slika 2: Absorpcijski spektri asimilacijskih barvil (RBOSE, 2011).....	10
Slika 3: Merjenje klorofila s SPAD metrom (Kosmos scientific, 2002)	11
Slika 4: Količina padavin v mm in temperatura zraka na 2 m v °C po mesecih, merjeno na letališču J. Pučnika-Brnik za leto 2011 in trideset letno povprečje (Meteorološki podatki ARSO, 2011).....	13
Slika 5: Povezanost vsebnosti klorofila v listih s pridelkom	17

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

IPGRI	Inštitut za mednarodne rastlinske genske vire (International Plant Genetic Resources Institute)
SPAD	relativna vrednost vsebnosti klorofila merjena s SPAD metrom (Soil-Plant Analyses Development)
RS	Republika Slovenija
sod.	sodelavci
str.	stran

1 UVOD

Setev novih rodnejših in kakovostnejših hibridov koruze je ključ za napredek pridelovanja koruze. Količina in kakovost pridelka sta odvisni od genetske zmogljivosti hibrida, proizvodne vrednosti semena, rodovitnosti tal, podnebnih razmer ipd. Tako med pomembnejše in tudi razširjene kmetijske rastline sodi koruza, saj si kmetovanja brez nje ne moremo predstavljati. Pomembna je za prehrano ljudi, prehrano živali, industrijsko predelavo in predelavo v različna goriva (Kocjan Ačko, 1999).

Leta 1492, po Kolumbovem odkritju Amerike, je bila koruza med prvimi rastlinami prepeljana na evropsko celino, od koder pa se je iz Španije širila proti severu in vzhodu. V Slovenijo naj bi se razširila z balkanskega ozemlja nekdanje Turčije, še verjetneje pa je, da smo jo dobili sočasno, po dveh poteh: z Balkana, ki je bil večinski del Turški in iz Italije. Udomačila naj bi se v 17. stoletju, ker je takrat Valvasor prvi opisal pridelovanje koruze (Čergan in sod., 2008).

Hibridna sorta predstavlja potomstvo križanja (F1 generacijo) dveh ali več linij. Vzgoja hibridnih kultivarjev je zapleteno in dolgotrajno delo. Rastline je potrebno več let zaporedno samooplojevati in vzgojiti samooplodne linije. S proučevanjem linij v poskusih ugotovimo, katere linije dajo pri medsebojnem križanju najboljše hibride, ne le največji pridelek, kakovost zrnja ali zelene mase temveč tudi glede odpornosti na povzročitelje bolezni in škodljivce, poleganje, lom, dolžino rastne dobe ter na vremenske strese, kot so nizke temperature in suša. Po načinu hibridizacije ali križanj imamo najpogosteje dvolinijske hibride, katerih potomstvo je križanje dveh homozigotnih linij in trilinijske hibride, to je potomstvo križanja dvolinijskega hibrida in homozigotne linije. Imamo še štirilinijske hibride, katerih potomstvo pa je križanje dveh dvolinijskih hibridov. Med vsemi hibridi na našem trgu prevladujejo dvolinijski hibridi, pri teh je heterotični učinek najizrazitejši in so zato tudi rodovitnejši od drugih tipov hibridov (Rozman, 2009).

Koruza je izrazita tujeprašnica ali vetrocvetka, katere v naravi poteka medsebojna naravna oplodnja; za vzgojo homozigotne linije je potrebno izvajati prisilno samooplodnjo (inbriding), ki pa je običajno vezana na ročno izolacijo in opraševanje (Rozman, 2009).

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA IN NAMEN RAZISKAVE

Najvažnejši pigment v rastlini je klorofil, to je pigment, ki daje listu zeleno barvo in v procesu fotosinteze s pomočjo sončne svetlobe rastlini omogoča sintetiziranje ogljikovih hidratov. V procesu fotosinteze ima različne fotokemične funkcije, brez prisotnosti klorofila v rastlini pa fotosinteza sploh ne bi potekala. Znano je, da na vsebnost klorofila vpliva več dejavnikov, kot je svetloba, temperatura, vlaga v zemlji, prehranjenost z mineralnimi hranili, rast in razvoj rastlin, starost listov ipd. Tako si žlahtnitelji rastlin prizadevajo vzgojiti nove sorte s čim večjim pridelkom, ki pa naj bi bil preko fotosinteze odvisen tudi od vsebnosti klorofila v rastlini.

Namen naloge je ugotoviti vsebnost klorofila v listih različnih križancev koruze, ki so bili vzgojeni na Katedri za genetiko, biotehnologijo, žlahtnjenje rastlin in statistiko. Z načrtnim križanjem 15 samooplodnih linij je bilo vzgojenih 50 novih križancev koruze F1

generacije. Predvidevamo, da bodo različni križanci glede na načrtno križanje 15 različnih linij, imeli različne vsebnosti klorofila.

1.2 DELOVNA HIPOTEZA

Predvidevamo, da se bodo vsaj nekateri križanci razlikovali med seboj ter od nekaterih standardov. Ker je v križance vključen del linij kot materine linije, del pa samo kot očetne linije, bomo lahko ugotovili tudi katere linije bodo dale najboljše rezultate o vsebnosti klorofila. Dobljene rezultate pa bi kasneje lahko povezali tudi z velikostjo pridelka posameznega križanca.

2 PREGLED OBJAV

2.1 KORUZA

2.1.1 Izvor koruze

Koruza (*Zea mays* L.) izvira iz Severne in Južne Amerike. Njena zgodovina se je za zahodno civilizacijo začela leta 1492, ko je Krištof Kolumb po odkritju Kube, ob novem svetu opisal v svojem dnevniku, kako so Indijanci koruzo pridelovali in uporabljali. Zanje je bila koruza osnovno živilo in je prispevala tudi k razvoju tamkajšnjih civilizacij. Seme koruze naj bi pripeljal v Španijo (Tanjšek in sod., 1991).

Arabci so jo iz Španije hitro razširili v severno Afriko, na Bližnji vzhod in v Turčijo. Od leta 1494, posevek koruze na evropskem ozemlju, izvira iz Italije. Ker Evropejci niso poznali njene uporabnosti, so jo sprva gojili po vrtovih kot eksotično rastlino in zaradi tega se je pridelovanje zelo počasi širilo. Sčasoma pa so spoznali njeno hranilno vrednost in jo začeli pridelovati v večjem obsegu tudi na njivah. Ko so jo začeli uporabljati še za prehrano živali, se je njen pomen povečal, kot tudi obseg pridelovanja (Tanjšek in sod., 1991).

Kdaj in od kod je koruza prišla na območje današnje ozemlje Slovenije, ni mogoče ugotoviti. Za koruzo je bilo včasih splošno razširjeno ime turščica (turs'ca), danes pa je uveljavljeno ime koruza in je izpeljanka iz turške besede kukuruz. Zaradi tega naj bi se k nam razširila z balkanskega ozemlja nekdanje Turčije, še verjetneje pa je, da smo jo dobili sočasno po dveh poteh: z Balkana, ki je bil večinski del Turški in iz Italije. Prvi opis pridelovanja koruze v številnih slovenskih krajih je 17. stoletja opisal Valvasor (Tanjšek in sod., 1991).

2.1.2 Pomen koruze v svetu in Sloveniji

V celotni svetovni sestavi je koruza večinoma namenjena za živalsko krmo, v povprečju 75 % pridelka, 25 % pridelka pa se porabi za prehrano ljudi in industrijsko predelavo. Za prehrano ljudi se uporabljajo koruzni zdrob, kosmiči, pečena ali konzervirana sladka koruza, koruzni kalčki se rabijo za izdelavo majoneze, margarine, raznih začimb za solato, omak in juh. Iz koruze je izdelan tudi prah, sorbitol, ki daje zobni kremi sladek okus. V neživilski proizvodnji se uporablja za proizvodnjo plinov, plastičnih mas in filmov. Uporablja se tudi v farmacevtski in kozmetični industriji (Rozman, 1997).

Iz klasinca in koruznega stebela se pridobiva papir. Zrezana koruznica, ki se jo podorje, lahko služi kot organsko gnojilo. V revnejših deželah si s suhimi stebli ogrevajo prostore. S predelavo organske mase in zrnja se pridobi alkohol in lahko služi kot biogorivo (Kocjan Ačko, 1999).

V Sloveniji je koruza že vrsto let najbolj razširjena poljščina. V naših razmerah je to kmetijska rastlina, s katero je mogoče poceni in na preprost način pridelati največjo količino energije na površinsko enoto. Pridelujemo jo na približno 40 odstotkih vseh njiv,

kar predstavlja največji delež v setveni sestavi med vsemi evropskimi državami (Čergan in sod., 2008).

V gospodarsko razvitejših državah je večina posejane koruze namenjena za prehrano živali. Pri nas za živino siliramo cele, zrezane rastline, redkeje pa se jo seje za pitnik ali v mešanici s krmnim grahom, grašico ali bobom. S celim ali zdrobljenim zrnjem krmimo perutnino ali prašiče. Ostanke od mletja, otrobe, pa se dodaja v močna krmila (Kocjan Ačko, 1999).

2.2 GENSKA BANKA

2.2.1 Genska banka koruze v Sloveniji

Ena najstarejših in najobsežnejših genskih bank kmetijskih rastlin v Sloveniji, je genska banka koruze na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani. Ker koruza izvira iz tropskih krajev Severne Amerike, zahteva za svoj normalen razvoj dovolj vlage in toplote. Ta je s Kolumbovim odkritjem Amerike prišla v Evropo in se zaradi hladnejše klime razširila najprej v južne dele Evrope, kasneje še v severnejše dele. Tudi v Sloveniji so prve populacije, z daljšimi rastnimi dobami le redkokdaj pravočasno dozorele. Ker naj bi koruza prišla v Slovenijo po dveh različnih poteh in sicer iz Italije in Turčije (Mikuž, 1961) in se potem širila v hladnejša severnejša in višinska območja, so se s pomočjo človekove odbire najranejših rastlin in naravne selekcije, oblikovale številne domače populacije, prilagojene na dane rastne razmere. Selekcija je potekala počasneje, saj je koruza tujeprašnica, ki se oprahuje z vetrom in zaradi oprahujevanja odbranih rastlin s cvetnim prahom neodbranih (neželjenih) rastlin tudi selekcijski napredek ni bil tako učinkovit (Rozman, 2012).

Ko je profesor Mikuž v začetku 50. let prejšnjega stoletja s svojo ekipo začel zbirati in proučevati domače populacije, so bili to prvi začetki zbiranja in proučevanja domačih populacij koruze. Glavni namen zbiranja je bil ohranjanje le-teh in preprečevanje križanj s tujimi hibridi koruze. Če domačih populacij ne bi zavarovali in shranili v genski banki, bi se te lahko skrižale s tujimi hibridi in tako bi izgubile svoje prvotne lastnosti, kot je kakovost, ranost in prilagodljivost na domače rastne razmere (Rozman, 1998).

2.2.2 Namen dela na genski banki koruze

Ohranjanje živosti oz. kalivosti vseh hranjenih vzorcev, je glavni namen dela na genski banki koruze. To poteka v skladu z dolgoročnim programom dela na genski banki koruze, ki pa obsega 5 glavnih aktivnosti:

- vzdrževanje in ohranjanje že obstoječe zbirke;
- vsakoletno postopno in sistematično obnavljanje in razmnoževanje hranjenih vzorcev;
- opisi in vrednotenje vzorcev po deskriptorjih IPGRI;
- sprotno dopolnjevanje že obstoječe zbirke z novimi vzorci, pridobljenimi na terenu;
- proučevanje genskega materiala na najpomembnejše gospodarske lastnosti.

V skladu s priporočili IPRGI-ja je ves genski material koruze shranjen pri temperaturi 4-6° C, neprodušno zaprt z dodatkom dehidrogela, z do 8 % vlage v zrnju. Ta je shranjen v hladilnih omarah, kjer pa je potrebno ves čas kontrolirati temperaturo in vlago v zrnju, če je potrebno, se zamenja tudi dehidrogel. Da se vzdrži živost oz. kalivost semena, ga je potrebno kontinuirano in sistematično vsako leto obnavljati, to je za genske banke najvažnejši cilj. Srednjeročni način hranjenja, naj bi zagotavljal zadovoljivo kalivost do 20 let, zato se vsako leto planira približno 5 % obnovljenih vseh hranjenih genotipov v genski banki koruze. Zaradi velikega števila genotipov v genski banki koruze in glede na specifičnost opravevanja, je razmnoževanje genskega materiala v naravni izolaciji, praktično nemogoče. In ker je koruza tujeprašnica, je zanjo potrebno vsaj 200 m naravne izolacije. Razmnoževanje poteka na selekcijskem polju Biotehniške fakultete v Jablah pri Trzinu, z umetno ročno izolacijo in opravevanjem na selekcijskem polju (Sl. 1). Opis in vrednotenje genskega materiala koruze je poleg razmnoževanja druga najpomembnejša aktivnost pri genski banki koruze, saj nam opisani genotipi dajo informacijo o vrednosti hranjenega genskega materiala. Poleg imena, datuma in kraja nabiranja, zajemajo še druge osnovne podatke o genotipih, v času rastne dobe ter po spravi v laboratoriju pa se pridobiva še podatke za preliminarne (osnovne) opise ter za nadaljnje (podrobnejše) opise oz. vrednotenje. Opise se izvaja po mednarodnih deskriptorjih International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), ki pa so enotni zaradi primerjave in izmenjave genskega materiala, že od leta leta 1991. Z zbiranjem še razširjenih domačih populacij koruze po Sloveniji, se obstoječo gensko banko vsa leta tudi dopolnjuje. Izrednega pomena za hranjen genski material je tudi poznavanje oz. proučevanje drugih gospodarsko pomembnih lastnosti. To se proučuje z namenom vključevanja domačega genskega materiala za nadaljnje žlahtnjenje (Rozman, 2012).



Slika 1: Razmnoževanje genotipov koruze na selekcijskem polju v Jablah

2.3 KRIŽANCI

2.3.1 Začetki žlahtnjenja

V prejšnjem stoletju so se v Ameriki začeli ukvarjati z intenzivnejšim žlahtnjenjem koruze in šele takrat so ponovno odkrili Mendlove zakone. Svoje rezultate je Gregor Mendel objavil že leta 1866, vendar prej niso vzbudili posebne pozornosti (Rozman, 2009).

V 20. stoletju je bil pojasnjen pojav heterozisa, to pa je žlahtnitelje spodbudilo k vzgoji sort ali populacij z večjim pridelkom. Medsebojno križanje različnih populacij ali sort ni prineslo večjega pridelka, zato so žlahtnitelji prešli na vzgojo homozigotnih linij s prisilno ročno samooplodnjo. V Ameriki in drugod po svetu se je leta 1921 pojavil prvi štirilinijski hibrid koruze 'Bur Leaming', leta 1924 pa prvi dvolinijski hibrid 'Cooper Cross'. Na začetku 20. stol. so bili v Ameriki povprečni pridelki koruze približno 15 dt/ha, ko pa so začeli sejati večinoma štirilinijske hibride, se je povprečni pridelek povečal za več kot 100 %, na približno 32 dt/ha. Po letu 1960, ko so večinoma sejali dvolinijske, se je pridelek še povečal in se leta 1990 povzpел na 75 dt/ha. Tako so se v Ameriki z vzporednim večanjem pridelka, širile tudi njive, posejane s hibridi koruze. Gojili so hibride z močnejšimi in bolj zdravimi stebli, z večstoržnostjo, ki so v gostejši setvi zagotavljali vsaj en storž, hibride z zgodnejšim cvetenjem in poznejšo zrelostjo, da se podaljša doba polnjenja zrnja. Gojili so še hibride, ki bi v jesenskem času rastline ostale čim dlje zelene in tako podaljšale fotosintezno aktivnost, hibride ki so odporni proti boleznim in škodljivcem in hibride s hitrejšim mladostnim razvojem in odpornejše proti nizkim temperaturam. Na vse to so vplivale vedno bolj preučene metode klasičnega žlahtnjenja, s katerimi so bile vzgojene številne homozigotne linije, ki pa so rabile kot starši mnogim kasnejšim uveljavljenim hibridom. Pri nas pa je leta 1955 prvo medsebojno križanje domačih sort trdink začel prof. Mikuž. Takrat so se tudi pri nas začeli pridelki precej povečevati (Rozman, 1997).

2.3.2 Izbor hibridov

V prvi vrsti je koruza krmna rastlina, vendar se v svetovnem merilu v veliki meri pridelujejo hibridi koruze, ki so namenjeni za posebne namene uporabe. Pri teh hibridih so pomembne naslednje usmeritve:

- povečevanje vsebnosti beljakovin in njihovo boljšo kakovost;
- povečevanje vsebnosti rastlinskih barvil;
- povečevanje vsebnosti olja in njegova boljša kakovost;
- spremenjena sestava škroba;
- spremenjeno razmerje med posameznimi deli koruzne rastline.

Merila, ki opredeljujejo izbor primernih hibridov, so rastne razmere pridelovalnega območja, načini rabe pridelka, obratoslovni vidiki pridelave in agronomske lastnosti hibridov koruze. Skladno s toplotnimi razmerami pridelovalnega območja in načinom rabe pridelka je treba izbrati hibride s primerno dolžino rastne dobe oziroma ustreznim zrelostnim razredom (Čergan in sod., 2008).

2.3.3 Način hibridizacije

Po načinu hibridizacije ali križanj imamo najpogosteje dvolinijske hibride, katerih potomstvo je križanje dveh homozigotnih linij, sledijo trilinijski hibridi, ki so križanci dvolinijskega hibrida in homozigotne linije ter štirilinijske hibride, katerih potomstvo pa je križanje dveh dvolinijskih hibridov. Med vsemi hibridi na našem trgu prevladujejo dvolinijski hibridi, pri teh je heterotični učinek najizrazitejši in so zato tudi rodovitnejši od drugih tipov hibridov. Zahtevni so glede pridelovalnih in vremenskih razmer. Bolj prilagodljivi rastnim razmeram so trilinijski hibridi, so bolj plastični, pridelek zrnja in silaže je nekoliko manjši kot pri dvolinijskih hibridih. Novejši štirilinijski hibridi so zelo

redki, vendar pa je njihova odlika predvsem velika prilagodljivost različnim rastnim razmeram (Čergan in sod., 2008).

2.3.2.1 Križanci dveh ali več samooplodnih linij

Hibrid ali križanec je načrtni križanec dveh ali več različnih genotipov, ki pa so lahko različne linije, sorte, populacije ali tudi križanci. Največ se za križanje uporabljajo homozigotne linije. Za vzgojo homozigotne linije moramo vedeti, da obstaja bistvena razlika v načinu vzgoje čiste linije (samoprašnice) in vzgojo inbridirane ali samooplodne linije (tujeprašnice). Medtem, ko pri samoprašnicah poteka naravna samooplodnja, je pri tujeprašnicah, pri katerih v naravi poteka naravna medsebojna oplodnja, potrebno izvajati prisilno samooplodnjo (inbriding, angl. inbreeding). Pri križancu dveh samooplodnih linij se v F1 generaciji izrazi heterotični učinek, to pomeni da so rastline bujnejše, imajo večje pridelke, ipd. Pri samoprašnicah izvajamo selekcijo oz. odbiro najboljših oz. zelenih genotipov, saj je za samooplodnjo poskrbela narava. Pri tujeprašnicah pa je poleg odbire potrebna še ročna samooplodnja, ta pa je običajno vezana na ročno izolacijo in oprашevanje, odvisno od rastlinske vrste (Rozman, 2009).

2.3.2.2 Dialelni križanci

Za dialelno križanje je značilno, da se ga uporablja za preizkušanje kombinacijskih sposobnosti samooplodnih linij, oziroma za ugotavljanje heterotičnega učinka v F1 generaciji. Pogosto se metodo dialelnega križanja uporablja tudi v genetskih raziskavah, ker da največ informacij o učinkovitosti in številu genov, kombinacijski sposobnosti in možnih interakcij med geni (Borojević, 1992).

Pri tem križanju se vse linije, ki so vključene v preizkušanje križa vsaka z vsako. Že pri proučevanju samo 5 linij dobimo po metodi popolnega dialelnega križanja, brez recipročnih križanj, 10 novih križancev, pri 10 linijah pa že 45. Zato se pri proučevanju kombinacijskih sposobnosti večjega števila linij pogosto uporablja križanje po metodi nepopolnega dialelnega križanja, kjer se del linij uporabi kot materine linije, del pa kot očetne, in nam služijo kot testerji. Kot tester pa se lahko uporabi tudi neke dobre preizkušene linije ali kakšen dober drug tip kultivarja (Borojević, 1992).

2.4 KLOROFIL

2.4.1 Pomen klorofila

Klorofil se nahaja v tilakoidah kloroplasta raznih organov in tkiv rastlin. Največ ga je v asimilacijskem parenhimu zelenih listov, nahaja pa se tudi v parenhimskih celicah vseh organov, ki so primerno osvetljeni. Najti ga je mogoče tudi v koreninah, ki se razvijajo na svetlobi, ta pa se pogosto porablja v organih cvetov, mladih plodovih in tudi v kličnih listih (Sarić, 1979).

Klorofil je pomemben za proces fotosinteze, v katerem se ogljikov dioksid v zelenih tkivih s pomočjo svetlobe reducira do sladkorja, istočasno se voda oksidira v procesu fotolize in tu se sprosti molekularni kisik (O₂). Tako kot vsi pigmenti, tudi asimilacijski pigment,

sodeluje pri absorpciji, prenosu in pretvorbi energije fotosintetsko aktivnega sevanja za potrebe asimilacije CO₂, to je njegove fotosintetske redukcije (Vodnik, 2012).

Po kemijski sestavi so si asimilacijski pigmenti različni. Klorofili so porfirini, zanje je značilna struktura štirih pirolovih obročev s centralnim Mg-ionom, to je hidrofilni del molekule, na osnovni skelet je zaestren fitol, ta pa je lipofilni del molekule in omogoča interakcijo z lipidi tilakoide. Klorofil *a* in *b* sta najpomembnejša klorofila, poznamo še klorofila *c* in *d*. Če centralni Mg²⁺ ion nadomestimo z dvema H⁺ ionoma, dobimo feofitin. Karotenoidi so tudi asimilacijski pigmenti, ki so tetraterpeni in med oranžno rdečimi karoteni, je napomembnejši β-karoten, ksantofili pa so oksidacijski produkti karotenov, ki so rumeni do rdeči (Vodnik, 2001).

Pigmentne molekule se nahajajo v celici, v tilakoidnih membranah kloroplastov, kjer so skupaj s proteinskimi molekulami povezane v fotosistemu I (PSI) in v fotosistemu II (PSII). Za lovljenje svetlobe služi antenski kompleks in reakcijski center, v katerem se vrši fotokemično delo, t.j. klorofil reakcijskega centra odda elektron. Antenski kompleks in reakcijski center sta sestavna dela vsakega fotosistema. V antenskem sistemu PSII sodeluje približno 250 molekul klorofila *a* in klorofila *b* ter tudi več molekul ksantofila in vsi ti pigmenti delujejo kot pomožni pigmenti. Po absorpciji svetlobe prenašajo energijo do reakcijskega centra, do klorofil *a*, ki je povezan s proteini, kot glavni asimilacijski pigment (Vodnik, 2001).

2.4.2 Vsebnost klorofila v rastlini

Najbolj očitna lastnost rastlin je njihova zelena barva. Klorofil je zeleno barvilo večine rastlin, alg in nekaterih bakterij (modrozelenih cepljivk), ki je nujno za fotosintezo. Vsem tem organizmom omogoča, da izkoriščajo sončno energijo, tako dobro absorbira modri (400-480 nm) in rdeči (550-700 nm) del spektra vidne svetlobe, slabo pa zeleni del spektra. Brez prisotnosti klorofila v rastlini, fotosinteza ne more potekati. V večini primerov ni posebnih povezav med vsebnostjo klorofila in intenzivnostjo fotosinteze, če je klorofila dovolj. Prav tako se v različnih sortah rastlin, ki se razlikujejo po barvi listov, intenzivnost fotosinteze spreminja glede na intenzivnost sončnega obsevanja (Sarić, 1979).

Eden od pokazateljev stopnje izkoriščenosti klorofila v listih rastlin je tudi asimilacijsko število, ki predstavlja količino prejetega CO₂ v določenem času na enoto klorofila. (Sarić, 1979).

2.4.3 Dejavniki, ki vplivajo na vsebnost klorofila

2.4.3.1 Zunanji dejavniki

Svetloba je najpomembnejši zunanji dejavnik, ki vpliva na vsebnost klorofila v rastlini. Pri etioliranih rastlinah izpostavljenim svetlobi, se poveča vsebnost klorofila do določene meje in tam obstane ali upade. Razlika je v kopičenju klorofila *a* in *b*. Najprej se kopiči klorofil *a*, med tem se klorofil *b* oblikuje in se kasneje kopiči. Kakovost svetlobe ne vpliva na razmerje klorofila *a* in *b*. Intenzivnost ozelenitve pa je najboljša pri rdeči svetlobi, nato modri in najmanj pri zeleni svetlobi (Sarić, 1979).

Optimalna temperatura za merjenje klorofila je pri večini rastlin 25 °C (Sarić, 1979).

Mineralna prehrana je povezana z vsebnostjo klorofila v rastlinah. Brez dušika bi bile rastline blede in ne bi imele temnozelenih barv, brez magnezija rastline ne bi mogle tvoriti klorofila in če pride do pomanjkanja tega elementa, se to odraža s klorozami na rastlinah, na vsebnost klorofila pa vplivajo tudi drugi mikro- in makroelementi (Sarić, 1979).

Fosfor močno vpliva na rast rastline, ne vpliva pa na sintezo klorofila, zato so pri omejenem razvoju listov majhni in temno zeleni. Za makroelemente, kot so dušik, magnezij, žveplo in kalij, so zanje ob pomanjkanju značilne kloroze v obliki lis, nekroze na listnih robovih in na konicah listov. Železo je pomembno za sintezo klorofila in pri mladih rastlinah se ob njegovem pomanjkanju močno odraža razbarvanje listov. Pri pomankanju mikroelementov; mangana, cinka, molibdena in bakra, pa so značilne točkaste nekroze, rumenenje spodnjih listov na konicah in robovih (Vodnik, 2001).

2.4.3.2 Notranji dejavniki

Pri rasti in razvoju rastlin je pomemben čas cvetenja oz. oplodnje, saj je v tem času vsebnost klorofila največja, kasneje pa ta upada (Sarić, 1979).

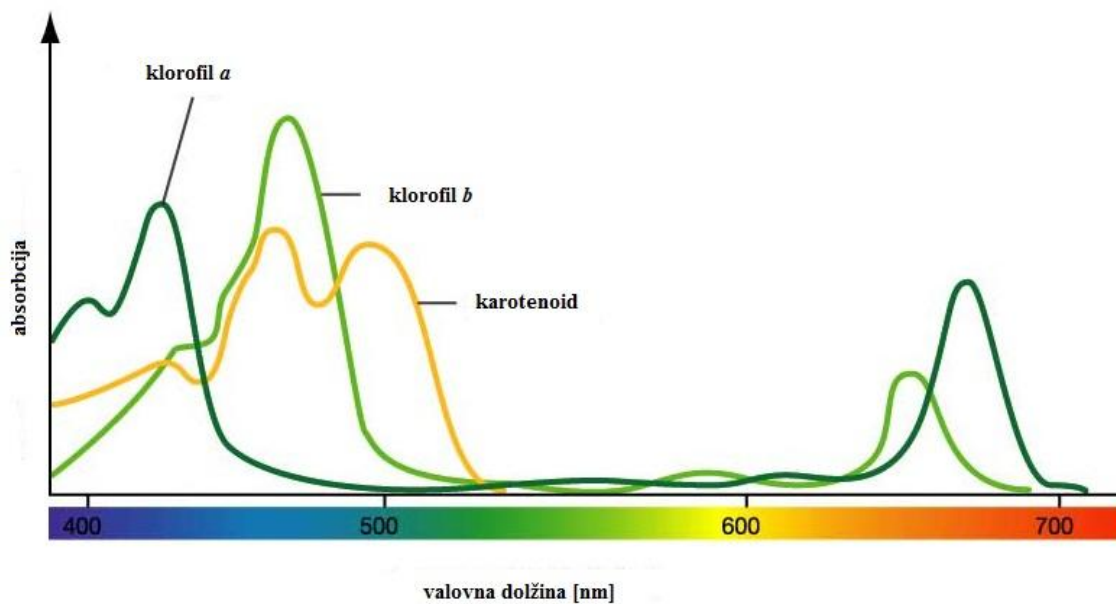
S starostjo listov se spreminja vsebnost vode, stanje v kloroplastih in ostali fiziološki procesi, zato tudi prihaja do razlik v vsebnosti klorofila pri mlajših in starejših listih. V začetku razvoja list raste počasneje, hitreje kopiči klorofil, kasneje pa listna površina raste hitreje in počasneje klorofil. V času cele vegetacije imajo rastline v srednjih listih največjo vsebnost klorofila (Sarić, 1979).

Botanična pripadnost rastlin tudi vpliva na klorofil, saj se vsebnost tega razlikuje pri posameznih vrstah in sortah (Sarić, 1979).

Zdravstveno stanje rastlin je še en dejavnik, ki tudi vpliva na klorofil in če je rastlina bolna, ne pride do normalnega kopičenja klorofila v njej (Sarić, 1979).

2.4.4 Absorbcijske asimilacijske barve

Rastline lahko za potrebe fotosinteze porabljajo le del vidnega spektra svetlobe, to je svetloba v območju valovnih dolžin, ki jo zaznava človeško oko. Klorofili dobro absorbirajo rdečo in modro svetlobo, pri tem pa se klorofil *a* in klorofil *b* razlikujeta med seboj po absorbirani svetlobi glede na valovno dolžino. Karotenoidi ne absorbirajo rdeče svetlobe, ampak so učinkoviti pri absorbiranju modre svetlobe in so v tem delu vidnega spektra sposobni absorbirati v več intervalih valovnih dolžin kot klorofili (Sl.2) (Vodnik, 2012).



Slika 2: Absorpcijski spektri asimilacijskih barvil (RBOSE, 2011)

3 MATERIAL IN METODE DELA

3.1 MATERIAL

V poljski poskus smo vključili 50 novih Lj.-križancev koruze, vzgojenih iz samooplodnih linij koruze iz genske banke Oddelka agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani. Križance so bili vzgojeni po metodi nepopolnega dialelnega križanja, kjer smo 10 linij uporabili kot materine linije (P1–P10), 5 linij pa kot očetne linije (P12–P16).

Poleg 50 novih Lj- križancev je bilo v poskus vključenih 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 poskusu skupno 56 križancev.

3.2 METODE DELA

Za poljski poskus smo najprej pripravili načrt setve, na podlagi katerega smo pripravili seme za setev. Pred setvijo smo za vsako parcelico ročno našteali točno določeno število zrn in sicer 160 zrn (4 vrste po 20 sadilnih mest po 2 zrna) ter na vrečki označili številko križanca in zaporedno številko parcelice na njivi, kot je bilo razvidno iz načrta setve. Potem smo seme še razkužili s fungicidom Vitavax proti glivičnim boleznim.

Ko je bilo vse pripravljeno smo na poskusnem polju Biotehniške fakultete v Jablah pri Trzinu (zemljepisna širina 46°7', zemljepisna dolžina 14°34', nadmorska višina 308 m) izvedli setev po metodi slučajnega bloka v 3 ponovitvah. Izvedli smo ročno setev poskusa, ki je bila 27. aprila 2011, takrat pa smo dodali še insekticid Force proti talnim škodljivcem. Velikost parcelic je bila 4 vrste po 20 semen z medvrstno razdaljo 70 cm, med rastlinami v vrsti pa 18 cm. Gostota posevka je bila 79.400 rastlin/ha. Ob setvi je bilo izvedeno še osnovno gnojenje s 50 kg/ha N-a, 100 kg/ha P₂O₅ in 150 kg/ha K₂O. Vznik koruze je bil 9. maja.

Poskus je bil 27. maja z Laudisom ročno škropljen proti plevelu, 10. in 14. junija 2011 smo poskus ročno dognjili s 120 kg/ha N-a. Za vsako parcelico smo odmerili enako količino gnojila. Poskus smo še ročno razredčili na enoten sklop, tako da smo na vsakem sadilnem mestu pustili po eno boljšo rastlino, drugo slabšo smo izpulili ter okopali z ročnim motokultivatorjem. S tem smo gnojilo zadelali v zemljo ter zrahljali zemljo.



Slika 3: Merjenje klorofila s SPAD metrom (Kosmos scientific, 2002)

V času cvetenja posameznega hibrida smo v poskusu izvedli meritve vsebnosti klorofila. Te meritve smo od skupno posejanih 4 vrst vsake poskusne parcelice, izvedli na rastlinah v prvi vrsti parcelice. Na vsaki parceli smo izvedli meritve na 3 rastlinah in sicer na prvem listu nad storžem. Na vsakem listu smo na 5 naključno izbranih mestih po celotni dolžini vsakega lista z Minolta SPAD 502 metrom (LTD Japonska) izmerili vsebnost klorofila v listu. Zabeležili smo povprečno vrednost 5 meritev vsake rastline. To smo izmerili na vsaki od 3 ponovitev vsakega križanca. Srednji dve vrsti pa sta služili kot obračunske parcelice za izvedenost pridelka ter drugih lastnosti. Merjenje klorofila smo izvedli v času med 8.30 in 12.00 uro. Meritve so bile z Minolta SPAD 502 metrom hitre in enostavne, vstavili smo list v merilno glavo in jo zaprli. Ta je list presvetlila in izmerila prenos sevanja dveh valovnih dolžin blizu 260 nm in 940 nm in nam podala vrednost vsebnosti klorofila brez enote, se pravi relativno vrednost. Kot drugo možnost za vsebnost klorofila bi lahko določali z ekstrakcijo listov koruze, z različnimi organskimi topili npr. aceton, etanol, ipd in s kromatografsko tehniko določili absorpcijski spekter barvila. Spravilo posevka je bilo 30. septembra 2011.

3.3 STATISTIČNE ANALIZE

Vse podatke smo statistično obdelali s programom Microsoft Excel 2007. Prikazali smo variacijsko širino vseh zabeleženih meritev vseh rastlin vsakega križanca (3 rastline v vsaki ponovitvi \times 3 ponovitve = 9 meritev vsakega križanca), skupni koeficient variabilnosti vseh teh meritev, koeficient variabilnosti samo med ponovitvami ter skupno povprečno vrednost, ki je izražena kot relativna vrednost vsebnosti klorofila (Kržan, 2011).

Vse vrednosti smo prikazali skupno za vse križance ter še posebej vrednosti za materine in vrednosti za očetne linije. Za materine linije smo izračunali vrednosti vseh križancev, v katerih je kot materin starš bila vključena ta linija. Za linijo P1, ki je bila vključena kot materina linija smo izračunali povprečje vrednosti križancev P1 \times P12, P1 \times P13, P1 \times P14, P1 \times P15 in P1 \times P16. Prav tako smo npr. za očetno linijo P12 izračunali povprečje vrednosti vseh križancev, v katere je bila vključena linija P12 in sicer P1 \times P12, P2 \times P12, P3 \times P12, P4 \times P12, P5 \times P12, P6 \times P12, P7 \times P12, P8 \times P12, P9 \times P12 in P10 \times P12.

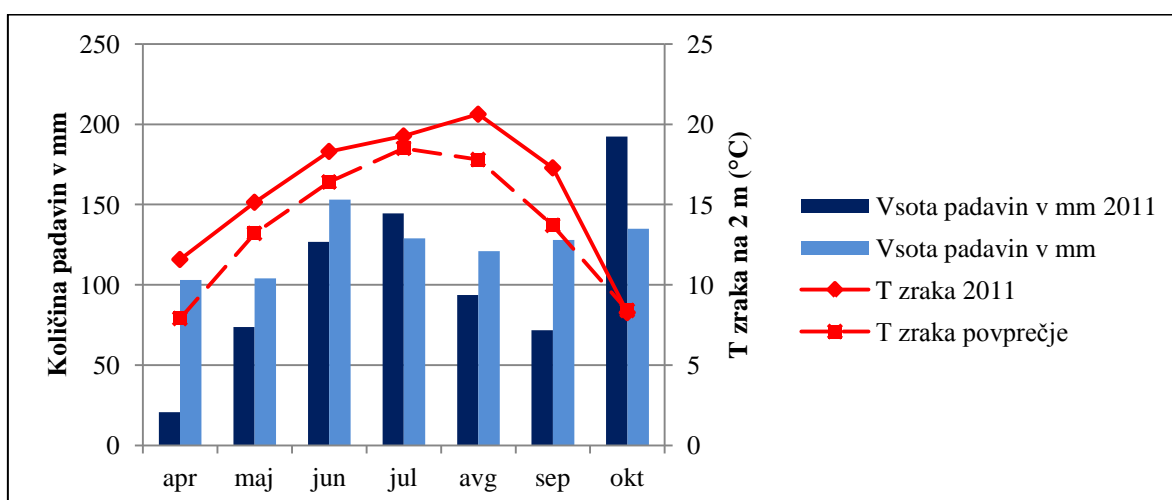
Pri vseh križancih pa velja splošno pravilo, da vedno na prvem mestu napišemo materinega starša (♀) in na drugo mesto očetnega starša (♂), npr. Lin ♀ \times Lin ♂ .

4 REZULTATI

4.1 VREMENSKE RAZMERE

Vremenske razmere v letu 2011 so bile glede na temperaturo nad dolgoletnim povprečjem, več padavin kot dolgoletno povprečje padavin je bilo le v mesecu juliju in oktobru.

V aprilu 2011 je bilo 20 mm padavin, to je malo, glede na dolgoletno vsoto padavin, ki je bila 105 mm. Temperatura je bila takrat nadpovprečna. Meseca maja in junija so bile vsote padavin pod dolgoletnim povprečjem, temperatura pa je bila v obeh mesecih nadpovprečna. V juniju je bila na letališču J. Pučnika-Brnik izmerjena vsota padavin 140 mm, ta je bila nadpovprečna glede na dolgoletno vsoto padavin 125 mm. Povprečna temperatura se je še vedno gibala nad povprečjem. Avgusta in septembra je bilo padavin spet manj od vsote dolgoletnega povprečja, povprečna temperatura pa je bila v teh dveh mesecih spet nad dolgoletnim povprečjem. V avgustu je bila merjena povprečna temperatura 21,5°C najvišja od vseh merjenih temperatur v letu 2011. September je bil glede na podatke precej hladen, imel je nadpovprečno vsoto padavin 190 mm, kar je za 50 mm več od dolgoletnega povprečja padavin in povprečno temperaturo okoli 8°C (Meteorološki podatki ARSO, 2011).



Slika 4: Količina padavin v mm in temperatura zraka na 2 m v °C po mesecih, merjeno na letališču J. Pučnika-Brnik za leto 2011 in tridesetletno povprečje (Meteorološki podatki ARSO, 2011)

Podrobnejši dnevni meteorološki podatki v času merjenja vsebnosti klorofila so prikazani v pregl. 1, kjer so prikazani tudi dnevi merjenja posameznih križancev. V času merjenja so bile temperature precej visoke in nad dolgoletnim povprečjem, kar se vidi tudi iz slike 3. Zadovoljiva vsebnost vlage v tleh pa je bila še zaradi obilnejših padavin v juniju ter zaradi ustrezne strukture tal, ki je zadržala vlago v tleh. V juliju v času merjenja pa so bile le posamezne manjše dnevne količine padavin.

Preglednica 1: Meteorološki podatki po dnevih merjenja s SPAD metrom posameznih križancev (Meteorološki..., 2011)

Datum merjenja	Povprečna dnevna temp. °C	Dnevna količina padavin mm	Merjeni križanci
1.7.2011	15,9		
2.7.2011	13,6	2,4	
3.7.2011	16,7		
4.7.2011	20,6		P1×P12, P2×P12, P2×P14, P3×P12, P4×P12, P4×P14, P5×P12
5.7.2011	19,7		P2×P12, P5×P12, P5×P14, P7×P12, P8×P12
6.7.2011	20,2	8,3	P1×P12, P3×P12, P4×P12, P5×P12, P7×P12, P8×P12, P9×P12
7.7.2011	23,1		P1×P14, P2×P12, P2×P13, P2×P14, P2×P15, P2×P16, P3×P13, P3×P15, P4×P12, P4×P13, P4×P14, P8×P14, P9×P14
8.7.2011	23,3		
9.7.2011	24,3		P12×P15, P3×P15, P3×P16, P5×P14, P6×P12, P7×P14, P7×P15, P9×P12
10.7.2011	24,2		P10×P14, P2×P15, P3×P13, P3×P14, P4×P14, P5×P13, P6×P12, P7×P14, P8×P14, P9×P13, P9×P14, P9×P15
11.7.2011	24,4		P10×P12, P10×P14, P2×P13, P2×P16, P3×P14, P5×P15, P6×P12, P6×P14, P7×P15, P7×P16, P8×P15, P8×P16, P9×P13
12.7.2011	22,5	16,1	P2×P16, P3×P14, P3×P16, P4×P13, P4×P16, P5×P13, P5×P15, P5×P16, P6×P14, P7×P13, P7×P15, P7×P16, P8×P13, St1
13.7.2011	24,7		P×P14, P1×P16, P4×P16, P5×P15, P6×P14, P8×P15, P8×P16, P9×P15, P9×P16, St2, St4
14.7.2011	25,2		
15.7.2011	18,9		P10×P12, P9×P15, P9×P16, St1
16.7.2011	19,6	3,8	P1×P15, P1×P16, P10×P12, P10×P13, P10×P14, P10×P15, P3×P13, P4×P15, P5×P16, P6×P15, P6×P16, P8×P16, St2
17.7.2011	20,1		P×P13, P1×P14, P1×P15, P1×P16, P10×P15, P2×P13, P4×P15, P6×P13, P6×P15, P6×P16, P7×P13, P8×P13
18.7.2011	18,3	11,8	
19.7.2011	20,2	8,7	P1×P13, P10×P13, P10×P15, P10×P16, P6×P16, P7×P13, St2, St3, St4, St5, St6
20.7.2011	16,8	2,0	P1×P13, P10×P13, St3, St4, St5, St6
21.7.2011	17,4	3,7	
22.7.2011	18,4	1,6	
23.7.2011	16,0	13,4	
24.7.2011	12,1	66,7	
25.7.2011	13,5		
26.7.2011	16,0		
27.7.2011	18,9		
28.7.2011	17,0		
29.7.2011	16,9		
30.7.2011	17,2		
31.7.2011	18,8	3,1	

4.2 VSEBNOST KLOROFILA V LISTIH

Povprečna vrednost vsebnosti klorofila (v nadaljevanju vsebnost klorofila) se giblje v mejah od 48,2 (križanec P1×P12 z najmanjšo vsebnostjo klorofila) do 57,6 (križanec P10×P12) (Pregl. 1). Povprečna vsebnost klorofila je 52,5. Razlika med najmanjšo in največjo vsebnostjo klorofila znaša 9,41, glede na povprečno vrednost to znaša 17,9 %, kar je relativno veliko. Iz podatkov o variacijski širini vseh meritev je razvidno, da ima prvih 7 križancev po rangu vsebnosti klorofila najmanjše ali enake vrednosti kot jih ima križanec, ki je zadnji po rangu vsebnosti, največjo vsebnost klorofila. Koeficient variabilnosti za vsebnost klorofila vseh meritev se giblje od 2,60 do 11,76 % in je nekoliko večji od koeficienta variabilnosti med ponovitvami (od 0,06 do 11,55 %). Za obe lastnosti so te vrednosti v mejah normalne variabilnosti.

V preglednici 2 je prikazan še pridelek teh križancev, ki se giblje od 51,9 do 118,9 dt/ha za nove križance in od 104,0 do 131,6 dt/ha za standarde.

Preglednica 2: Povprečne vrednosti in koeficienti variabilnosti (KV %) vrednosti vsebnosti klorofila in povprečni pridelki, Jable 2011

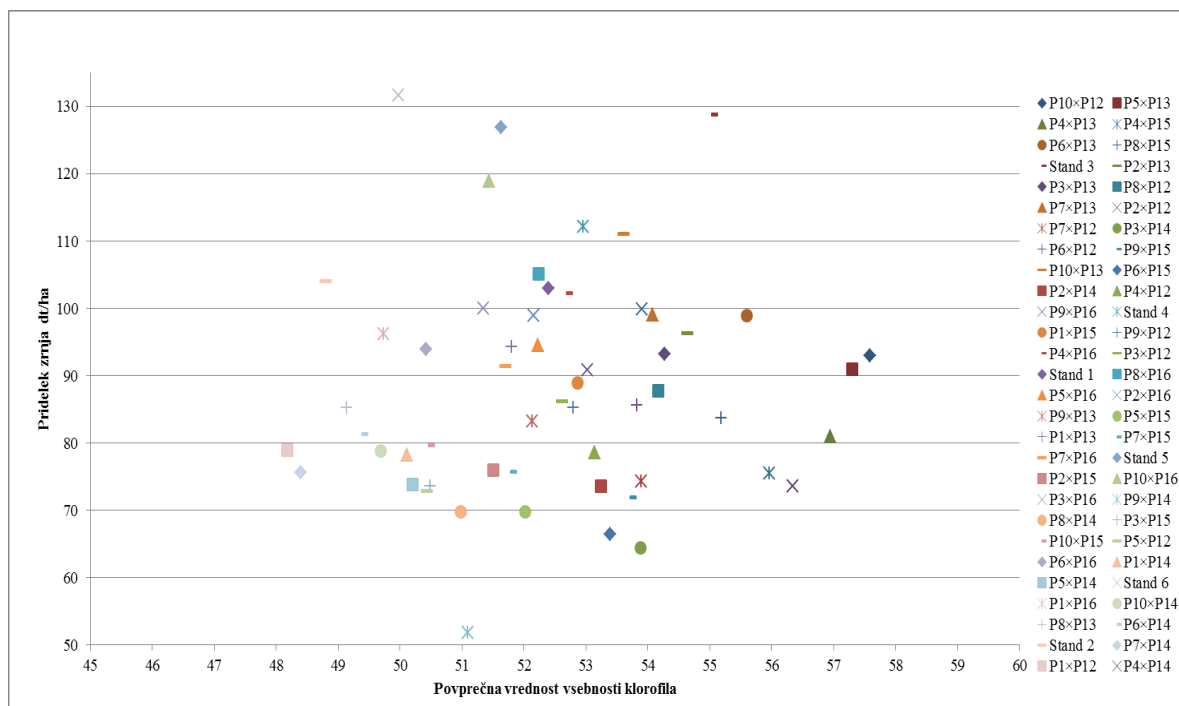
Rang po vsebnosti klorofila	Križanec	Variac.širina vseh meritev	KV % vseh meritev	KV % med ponovitvami	Povprečna vrednost vsebnosti klorofila	Povprečni pridelek zrnja dt/ha
1	P10×P12	52,4–63,2	6,22	1,89	57,6	92,9
2	P5×P13	54,6–60,9	4,05	1,91	57,3	91,0
3	P4×P13	50,0–60,6	6,05	3,24	56,9	80,9
4	P4×P14	51,6–60,2	5,96	5,33	56,3	73,5
5	P4×P15	51,0–60,8	7,57	7,01	56,0	75,5
6	P6×P13	50,3–59,6	6,38	5,42	55,6	98,9
7	P8×P15	51,0–60,5	5,21	4,10	55,2	83,8
8	Stand 3	49,8–58,6	5,04	0,06	55,0	128,8
9	P2×P13	47,0–59,1	6,99	3,94	54,6	96,3
10	P3×P13	47,5–58,7	7,33	6,98	54,3	93,2
11	P8×P12	47,6–57,6	6,36	4,01	54,2	87,7
12	P7×P13	47,2–61,1	7,99	2,09	54,1	99,0
13	P2×P12	48,0–60,0	6,87	5,88	53,9	99,8
14	P7×P12	47,1–60,9	8,12	2,93	53,9	74,3
15	P3×P14	49,4–57,5	4,67	2,10	53,9	64,4
16	P6×P12	47,5–59,7	8,43	7,51	53,8	85,6
17	P9×P15	48,8–61,1	8,53	6,99	53,7	71,9
18	P10×P13	48,6–58,3	6,58	2,29	53,6	111,1
19	P6×P15	49,5–58,8	5,97	6,34	53,4	66,5
20	P2×P14	47,2–58,2	6,04	2,92	53,2	73,6
21	P4×P12	44,2–59,9	11,09	11,02	53,1	78,6
22	P9×P16	43,6–58,4	9,37	6,02	53,0	90,9

Se nadaljuje

Nadaljevanje

Rang po vsebnosti klorofila	Križanec	Variac.širina vseh meritev	KV % vseh meritev	KV % med ponovitvami	Povprečna vrednost vsebnosti klorofila	Povprečni pridelek zrnja dt/ha
23	Stand 4	43,2–59,7	8,80	6,58	53,0	112,1
24	P1×P15	49,6–54,4	3,04	0,98	52,9	88,9
25	P9×P12	46,7–60,2	8,06	6,00	52,8	85,2
26	P4×P16	45,5–57,9	7,92	5,41	52,7	102,2
27	P3×P12	44,2–55,6	7,09	6,94	52,6	86,2
28	Stand 1	47,3–63,8	11,13	9,56	52,4	102,9
29	P8×P16	47,9–56,3	5,12	4,61	52,2	105,1
30	P5×P16	48,0–60,7	7,63	2,84	52,2	94,6
31	P2×P16	47,9–61,0	8,31	5,63	52,2	99,0
32	P9×P13	48,6–65,1	10,68	4,22	52,1	83,2
33	P5×P15	50,1–53,9	2,60	1,89	52,0	69,8
34	P1×P13	41,7–58,5	11,56	11,76	51,8	94,3
35	P7×P15	47,1–55,9	5,33	2,93	51,8	75,8
36	P7×P16	44,7–56,7	7,85	5,39	51,7	91,5
37	Stand 5	42,7–57,1	8,95	6,38	51,6	126,8
38	P2×P15	43,2–55,6	8,21	5,00	51,5	76,0
39	P10×P16	47,2–57,6	6,13	0,65	51,4	118,9
40	P3×P16	45,3–56,1	6,62	5,37	51,3	100,0
41	P9×P14	44,5–58,1	9,12	6,00	51,1	51,9
42	P8×P14	42,3–58,2	11,53	8,24	51,0	69,8
43	P3×P15	46,8–53,8	3,87	1,90	50,5	73,6
44	P10×P15	41,7–53,4	7,74	3,61	50,5	79,6
45	P5×P12	42,5–54,5	6,88	5,31	50,4	72,8
46	P6×P16	45,3–58,1	9,06	9,40	50,4	94,0
47	P5×P14	40,7–58,6	11,76	8,61	50,2	73,8
48	P1×P14	41,5–59,2	11,66	11,55	50,1	78,2
49	Stand 6	41,9–58,7	9,80	0,61	50,0	131,6
50	P1×P16	43,1–56,7	7,48	3,98	49,7	96,2
51	P10×P14	39,3–55,1	9,93	8,19	49,7	78,8
52	P6×P14	42,0–55,7	11,63	10,66	49,4	81,3
53	P8×P13	45,0–56,2	7,44	5,34	49,1	85,3
54	Stand 2	44,0–53,9	8,13	6,87	48,8	104,0
55	P7×P14	39,4–52,6	7,70	3,17	48,4	75,6
56	P1×P12	43,3–50,7	5,57	5,17	48,2	78,9
Skupni razpon		40,7–61,1	2,6–11,76	0,06–11,76	48,2–57,6	51,9–131,6
Povprečje			7,59	5,19	52,5	88,5

Pri povprečni vrednosti vsebnosti klorofila od 45 do 51 se pri križancih (P1×P2, P7×P14, Standard 2, P1×P16, P6×P16, P8×P13 in P6×P14) povprečni pridelki gibljejo od 70 do 110 dt/ha. Večje pridelke od 110 do 130 dt/ha imajo križanci (Standard 6, Standard 5 in P10×P16) pri povprečni vrednosti vsebnosti klorofila od 51 do 54. Pri vrednostih od 54 do 59, ki so med večjimi vrednostmi teh meritev, pa imajo križanci (P6×P13, P5×P13, P10×P12, P4×P14, P4×P13) pridelke od 70 do 100 dt/ha (Sl. 5).



Slika 5: Povezanost vsebnosti klorofila v listih s pridelkom

Največje povprečne vrednosti klorofila ima linija P4, katere povprečje vseh njenih križancev znaša 54,9, drugo največjo vsebnost ima linija P5 (54,3), medtem ko ima najnižjo vsebnost klorofila linija P1 (50,8). Najnižji pridelek imajo križanci linije P5, ki pa imajo drugo največjo vsebnost klorofila (Pregl. 3).

Preglednica 3: Povprečne vrednosti vsebnosti klorofila križancev materinih linij in pridelek, Jable 2011

Rang po vsebnosti klorofila	Križanci materinih linij	Povprečna vrednost vsebnosti klorofila	Povprečni pridelek zrnja dt/ha
1	P4	54,9	82,2
2	P5	54,3	80,4
3	P7	53,2	83,3
4	P9	52,8	81,2
5	P3	52,7	83,5
6	P6	52,5	85,3
7	P8	52,3	86,3
8	P10	52,3	96,3
9	P2	52,2	88,9
10	P1	50,8	87,3
Skupni razpon		50,8–54,9	80,4–96,3
Povprečje		52,8	85,5

Največjo povprečno vsebnost klorofila križancev očetne linije ima linija P13 (54,5), najmanjšo pa križanci linije P14 (51,4) (Pregl. 4). Povprečna vrednost vseh križancev je 52,8, razlika med največjo in najmanjšo vsebnostjo pa je 4,1.

Križanci linije P14 z najmanjšo vsebnostjo klorofila imajo tudi najmanjši pridelek. Križanci linije P16 z največjim pridelkom pa imajo drugo najmanjšo vsebnost klorofila.

Preglednica 4: Povprečje vrednosti vsebnosti klorofila križancev očetnih linij in pridelek, Jable 2011

Rang po vsebnosti klorofila	Križanci očetnih linij	Povprečna vrednost vsebnosti klorofila	Povprečni pridelek zrnja dt/ha
1	P13	54,5	93,3
2	P12	53,3	84,2
3	P15	52,5	76,1
4	P16	52,4	99,2
5	P14	51,4	74,4
Skupni razpon		51,4–54,5	74,4–99,2
Povprečje		52,8	85,5

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Namen naloge je bil ugotoviti vsebnost klorofila v listih nekaterih novih križancev koruze. Poleg 50 novih križancev je bilo v poskus vključenih 6 standardov. Ker so bili novi križanci vzgojeni z načrtnim križanjem (10 linij kot materine linije in 5 linij kot očetne) smo lahko primerjali tudi kako so vplivale določene linije na vsebnost klorofila.

Povprečna vsebnost klorofila pri vseh križancih se giblje od 57,6 (križanec P10×P12) do 48,2 (križanec P1×P12), kar v relativnem merilu znaša 17,9 %. Še večje razlike pa dobimo, če upoštevamo variacijsko širino vseh merjenih rastlin. Pri križancu z največjo vsebnostjo je posamezna meritev celo 63,2; najmanjša vsebnost tega križanca pa je večja od največje povprečne vsebnosti križanca z najmanjšo povprečno vsebnostjo klorofila. Nobeden od standardov ni imel večje ali manjše vsebnosti od križancev, najboljši standard po vsebnosti klorofila je bil po rangi vsebnosti 8. Čeprav po podatkih iz literature na vsebnost klorofila močno vplivajo različni dejavniki (svetloba, temperatura, vlaga, starost listov; Sarić 1979) je v naših rezultatih največja vrednost KV vseh meritev 11,76 % (P5×P14), med ponovitvami pa 11,55 % (P1×P14).

Za zlahtnitelje rastlin je pomembno kako se lastnosti prenašajo iz staršev na potomstvo. Ker so v nalogo vključeni načrtni križanci, lahko povežemo, kako so posamezne linije (10 linij ♀ × 5 linij ♂) vplivale na vsebnost klorofila v križancih oz. potomstvu. Križanci materine linije P4 imajo največjo vsebnost klorofila, pri križancih očetnih linij pa linija P13, njihov križanec P4×P13 pa ima po rangi vsebnosti klorofila tretjo največjo vsebnost klorofila. Podobne vrednosti so tudi pri križancu P5×P13, kjer so tako križanec kot obe starševski liniji z velikim vsebnostmi klorofila. Starševski liniji P4 in P13 se tudi najpogosteje pojavljata v križancih z večjo vsebnostjo klorofila. Starševski liniji (P10 in P12), katerih križanec P10×P12 ima največjo vsebnost klorofila, sta po rangi samo očetnih linij na drugem mestu (od 5 linij), po rangi samo materinih linij pa je med materinimi linijami z manjšo vsebnostjo.

Nadalje nas je zanimalo, če je vsebnost klorofila v kakšni povezavi s pridelkom, ki je končni cilj v kmetijski pridelavi. Za sigurnejšo ugotovitev bi morali vključiti natančnejše statistične analize. Iz dobljenih rezultatov v naši nalogi pa lahko ugotovimo, da križanci z največjo vsebnostjo nimajo tudi največjih pridelkov. Standard 6, ki ima najboljši pridelek (131 dt/ha) je po rangi vsebnosti klorofila šele na 49. mestu od vseh 56 hibridov, vključenih v poskus (Pregl.2). Od novih križancev ima najboljši pridelek križanec P10×P16 (118,8 dt/ha), a je po rangi vsebnosti klorofila na 39. mestu; medtem ko je križanec P10×P12, ki ima največjo vsebnost klorofila, po pridelku šele na 22. mestu. Iz tega lahko sklepamo, da v naši nalogi nismo ugotovili povezave med vsebnostjo klorofila in pridelkom (Sl. 5); tudi če primerjamo vsebnost klorofila križancev posebej materinih in očetnih linij. Pri materinih linijah ima linija P5 največjo vsebnost klorofila a najmanjši pridelek, največji pridelek pa ima linija P10, ki ima tudi tretjo največjo vsebnost klorofila (Pregl. 3). Tudi pri očetnih linijah ne moremo ugotoviti te povezave. Linija P14 ima sicer najmanjši pridelek in najmanjšo vsebnost klorofila, kar se odraža tudi v njenih križancih (Pregl. 4). Linija P16 ima največji pridelek, a majhno vsebnost klorofila. Kot je bilo rečeno že prej, bi za sigurnejše trditve bile potrebne natančnejše statistične analize.

Eden od vzrokov te nepovezanosti med vsebnostjo klorofila in pridelkom bi lahko bila tudi močna odvisnost proučevanih lastnosti od zunanjih dejavnikov. Pri pridelku že vse od setve do spravila, kot je priprava zemlje, obdelava, količina padavin oz. razpoložljivost vode v tleh, temperature, bolezni,... Na vsebnost klorofila, ki smo ga samo v roku 14 dni merili v času metličenja, ko ima po podatkih iz literature (Sarić, 1979) list koruze največ klorofila, pa najbolj vplivajo dejavniki kot so temperatura, svetloba, starost lista ali voda v tleh ter učinkovitost sprejemanja hranil iz tal. Za še bolj natančne meritve vsebnosti klorofila pa bi bilo bolje, da bi meritve izvajali v čim krajšem času, na več mestih na listu.

5.2 SKLEPI

- Povprečna vsebnost klorofila pri vseh križancih se giblje od 57,6 (križanec P10×P12) do 48,2 (križanec P1×P12), pri standardih pa od 48,8 do 55,0.
- Pri maternih linijah so največjo vsebnost klorofila imeli križanci linije P4 (54,9), najmanjšo pa križanci linije P1 (50,8).
- Pri očetnih linijah so največjo vsebnost klorofila imeli križanci linije P13 (54,5), najmanjšo pa križanci linije P14 (51,4).
- Standard 6, ki ima najboljši pridelek (131 dt/ha) je po rangi vsebnosti klorofila šele na 49. mestu. Od novih križancev ima najboljši pridelek križanec P10×P16 (118,8 dt/ha), a je po rangi vsebnosti klorofila na 39. mestu. Križanec P10×P12, ki ima največjo vsebnost klorofila, pa je po pridelku šele na 22. mestu.
- Po pridelku linij, vključenih v nove križance, je od materinih linij bila najboljša linija P10 (96,3 dt/ha), pri očetnih linijah pa linija P16 (99,2 dt/ha), ki imata glede na ostale linije majhno vsebnost klorofila. Najmanjši pridelek pa so imeli križanci materine linije linija P5 (80,4 dt/ha) pri očetnih pa linija P14 (74,4 dt/ha), od katerih ima materina linija P5 drugo največjo vsebnost klorofila, linija P14 pa najmanjšo.
- Glede na vsebnost klorofila in velikost pridelka posameznih križancev in povprečnih vrednosti križancev materinih in očetnih linij, ne moremo trditi, da so med proučevanimi lastnostmi povezave.

6 POVZETEK

Namen naloge je ugotoviti vsebnost klorofila v listih 50 novih Lj- križancev koruze, ki so bili vzgojeni iz samooplodnih linij koruze iz genske banke Oddelka agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani, po metodi nepopolnega dialelnega križanja. V križanja smo vključili 15 linij, 10 linij smo uporabili kot materine linije (P1–P10), 5 linij pa kot očetne linije (P12–P16). Poleg 50 novih Lj- križancev je bilo v poskus vključenih še 6 standardov. Poljski poskus je bil izveden na poskusnem polju Biotehniške fakultete v Jablah pri Trzinu (zemljepisna širina 46°7', zemljepisna dolžina 14°34', nadmorska višina 308 m), po metodi slučajnega bloka v 3 ponovitvah.

Podatke smo statistično obdelali s programom Microsoft Excel 2007. Prikazali smo variacijsko širino vseh zabeleženih meritev vseh rastlin vsakega križanca, skupni koeficient variabilnosti vseh teh meritev, koeficient variabilnosti samo med ponovitvami ter skupno povprečno vrednost, ki je izražena kot relativna vrednost vsebnosti klorofila. Vse vrednosti smo prikazali skupno za vse križance ter še posebej vrednosti za materine in vrednosti za očetne linije. Za materine linije smo izračunali vrednosti vseh križancev, v katerih je kot materin starš bila vključena ta linija. Za linijo P1, ki je bila vključena kot materina linija smo izračunali povprečje vrednosti križancev P1×P12, P1×P13, P1×P14, P1×P15 in P1×P16. Prav tako smo npr. za očetno linijo P12 izračunali povprečje vrednosti vseh križancev, v katere je bila vključena linija P12 in sicer P1×P12, P2×P12, P3×P12, P4×P12, P5×P12, P6×P12, P7×P12, P8×P12, P9×P12 in P10×P12.

Povprečna vsebnost klorofila pri vseh križancih se giblje od 57,6 (križanec P10×P12) do 48,2 (križanec P1×P12), pri standardih pa od 48,8 do 55,0. Pri maternih linijah so največjo vsebnost klorofila imeli križanci linije P4 (54,9), najmanjšo pa križanci linije P1 (50,8). Pri očetnih linijah so največjo vsebnost klorofila imeli križanci linije P13 (54,5), najmanjšo pa križanci linije P14 (51,4). Standard 6, ki ima najboljši pridelek (131 dt/ha) je po rangi vsebnosti klorofila šele na 49. mestu. Od novih križancev ima najboljši pridelek križanec P10×P16 (118,8 dt/ha), a je po rangi vsebnosti klorofila na 39. mestu. Križanec P10×P12, ki ima največjo vsebnost klorofila, pa je po pridelku šele na 22. mestu. Po pridelku linij, vključenih v nove križance, je od materinih linij bila najboljša linija P10 (96,3 dt/ha), pri očetnih linijah pa linija P16 (99,2 dt/ha), ki imata glede na ostale linije majhno vsebnost klorofila. Najmanjši pridelek pa so imeli križanci materine linije linija P5 (80,4 dt/ha) pri očetnih pa linija P14 (74,4 dt/ha), od katerih ima materina linija P5 drugo največjo vsebnost klorofila, linija P14 pa najmanjšo. Glede na vsebnost klorofila in višino pridelka posameznih križancev in povprečnih vrednosti križancev materinih linij in očetnih linij, ne moremo trditi, da so med proučevanimi lastnostmi povezave.

7 VIRI

- Borojević S. 2000. Principi i metodi oplemenjivanja bilja 2. Dopolnjeno izdanje. Beograd, Naučna knjiga: 385 str.
- 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.
- Kocjan Ačko D. 1999. Koruza. Ljubljana, Kmečki glas: 16 str.
- Kosmos scientific. 2002.
<http://www.kosmos.com.mx/tienda/catalog/minolta-spad-502-plus-meter-p-1648.html>
(11. september 2012)
- Kržan K. 2011. Vodni status koruze (*Zea mays* L.'PR37H24') in odzivnost listnih rež na spremembo koncentracije CO₂ v zraku. Ljubljana. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 53 str.
- Meteorološki podatki ARSO. 2011. <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/> (15. September 2012)
- RBOSE: Research Base for Open Source Environment. 2011.
<http://www.rbose.org/wiki/OSF/Databases/Lightsystems> (11. september 2012)
- Rozman L. 1997. Pomen koruze v razvoju človeštva. *Sodobno kmetijstvo*, 30, 4: 163-158
- Rozman L. 1998. Genska banka koruze. *Sodobno kmetijstvo*, 31,2: 71-73
- Rozman L. 2009. Osnove žlahtnjenja rastlin. Študijsko gradivo za študente univ. študija Biotehniške fakultete v Ljubljani. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 79 str.
- Rozman L. 2012. Genska banka koruze v Sloveniji. V: Zbornik Simpozija Slovenske rastlinske genske banke. Ljubljana, KIS (v tisku)
- Sarić M. 1979. Fiziologija biljaka. Beograd, Naučna knjiga: 570 str.
- Tanjšek T., Milevoj L., Čergan Z., Osvald J. 1991. Koruza. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 180 str.
- Vodnik D. 2001. Fiziologija rastlin - praktične vaje. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 56 str.
- Vodnik D. 2012. Osnove fiziologije rastlin. Ljubljana, Oddelek za agronomijo, Biotehniška fakulteta: 141 str.

ZAHVALA

Velika zahvala gre mentorju doc. dr. Ludviku Rozman za izvedbo poskusa, za strokovno pomoč in koristne nasvete pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi Gregorju Plestenjaku za pomoč pri meritvah in sodelavcem Katedre za aplikativno botaniko, ekologijo, fiziologijo rastlin in informatiko, ki so posodili merilne naprave.

Zahvala gre še družini, prijateljem in sošolcem, ki so me v času študija podpirali, me spodbujali in pomagali.