

KRUPNOĆA SJEMENA, PRIROD, KOMPONENTE PRIRODA I KAKVOĆA SLADA RAZLIČITIH KULTIVARA JAROG PIVARSKOG JEČMA

H. RUKAVINA

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za Sjemenarstvo

Faculty of Agriculture University of Zagreb
Department of Seed Science

SAŽETAK

Krupnoća sjemena jedan je od važnijih pokazatelja njegove kakvoće. Utjecaj krupnijeg sjemena strnih žitarica na veći krajnji prirod uglavnom je dobro poznat. U manjem je opsegu, međutim, izvješteno o povezanosti između krupnoće sjemena i važnijih gospodarskih osobina sjemena, žetvene efikasnosti te izravnih i neizravnih komponenti priroda. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj krupnoće sjemena na prirod, komponente priroda i pojedine pokazatelje kakvoće sjemena koje su važne za proizvodnju slada kod tri kultivara jarog pivarskog ječma, te utvrditi korelacijske povezanosti između priroda i njegovih komponenti. Istraživanje je provedeno na pokušalištu Agronomskog fakulteta u Maksimiru. Krupnoća sjemena pozitivno je utjecala na većinu ispitivanih svojstava. Veći prirod, smanjeni sadržaj vlage zrna u žetvi, manji rizik od reducirane gustoće sklopa, veća energija klijanja i veći sadržaj škroba u zrnu važni su agronomski i gospodarski pokazatelji povezani s korištenjem krupnijeg sjemena. Kultivar Knin postigao je u prosjeku najveći prirod, te se pokazao opravdano boljim od preostala dva kultivara (Tomislav i Trojanac) u većini pokazatelja kakvoće sjemena. Duljina glavne vlati, masa 1000 zrna i produkcija po klasu su pozitivno i visokoopravdano korelirani s prirodom. Visokoopravdana i pozitivna korelacija utvrđena je između duljine glavne vlati i produkcije po klasu.

Ključne riječi: jari pivarski ječam, krupnoća sjemena, prirod, komponente priroda, kakvoća sjemena

UVOD I CILJ ISTRAŽIVANJA

Ječam između žitarica predstavlja najprošireniju kulturu zbog svoje tolerantnosti na nepovoljne klimatske uvjete. Uzgaja se gotovo u svim područjima ratarske proizvodnje, od sjevernog do južnog pola. Danas

predstavlja glavni izvor hrane za znatan dio stanovništva hladnih i semiaridnih područja svijeta gdje su pšenica i druge žitarice slabije adaptirane. U mnogim zemljama Srednjeg Istoka i sjeverne Afrike, ječam zauzima glavni dio ukupne proizvodnje žitarica. U ostale velike proizvođače ove kulture ubrajaju se Južna Koreja, Iran, Indija, Turska i Etiopija.

Proizvodnja ječma u našoj zemlji oscilira u odnosu na zahtjeve tržišta i znatno je manja od proizvodnje glavnih žitarica, pšenice i kukuruza. U 1998. godini ječmom je zasijana površina od 42 737 ha uz prosječni prirod od 3,36 t/ha i ukupnu proizvodnju od 143 510 t (podatak Državnog zavoda za statistiku).

Tri su glavna načina uporabe zrna ječma. Znatno dio svjetske proizvodnje koristi se u izravnoj hranidbi domaćih životinja, pri čemu se u hranidbi ovaca koristi cijelo zrno, a za sve ostale domaće životinje zrno ječma se najprije ljušti, zatim pari i peletira.

Iz dijela proizvedenog ječma izdvaja se samo endosperm koji se koristi u industriji hrane kao visokoenergetski izvor škroba ili kao nadomjestak za rižu.

Obzirom na oko 4% nižu hranidbenu vrijednost ječma u odnosu na kukuruz, nešto slabiju iskoristivost zrna u hranidbi domaćih životinja, te velike površine koje zauzima kukuruz u svijetu, danas najveće značenje ima proizvodnja ječma kao nezamjenjive sirovine u industriji piva i slada. Kakvoća slada ovisi o kakvoći ječma koji se koristi u proizvodnji slada i o samom tehnološkom procesu slađenja. Kakvoća ječma za proizvodnju slada ovisi o efikasnosti oplemenjivačkog procesa, genotipu i uvjetima uzgoja. Za ovu namjenu mogu se koristiti obje forme ječma tj. jari i ozimi. Jari ječam ističe se boljom i ujednačenijom kakvoćom slada. Međutim, zbog većeg, sigurnijeg i stabilnijeg uroda zrna, boljeg iskorištavanja jesenske i zimske vlage, dozrijevanja prije ljetne suše te poboljšanih gospodarskih vrijednosti, naročito kakvoće slada, posljednjih godina u proizvodnji slada sve veću prednost dobiva ozimi ječam.

Fizičko mehaničke i kemijsko tehnološke osobine kultivara i sjemena pivarskog ječma, te visoki i stabilni urod sjemena osnovni su preduvjet osvajanja tržišta, intenzivne proizvodnje ove kulture, kako sjemenske tako i merkantilne te kakvoće sjemena prilikom prerade.

Jedan od značajnih parametara kakvoće sjemena svakako je i njegova krupnoća. Utjecaj krupnijeg sjemena strnih žitarica na veći krajnji prirod uglavnom je dobro poznat. U manjem je opsegu izvješteno o povezanosti između krupnoće sjemena i važnih gospodarskih osobina sjemena, žetvene efikasnosti, te izravnih komponenti priroda.

S toga sam se odlučio upustiti u ova istraživanja s ciljem: proučiti tri domaća kultivara jarog pivarskog ječma različite genetske konstitucije (Knin, Tomislav i Trojanac) predstavljena sa po četiri različite krupnoće sjemena i utvrditi da li i kako pojedina frakcija sjemena kod određenih kultivara utječe na prirod, izravne i neizravne komponente priroda (broj plodnih vlati po parceli,

duljina primarne vlati, broj sekundarnih vlati po biljci, broj sjemenki po primarnom klasu, masa sjemena po primarnom klasu, masa 1000 sjemenki), te određene pokazatelje kakvoće sjemena važne za proizvodnju slada (hektolitarska težina sjemena, sadržaj vlage u sjemenu tijekom žetve, klijavost i energija klijanja sjemena, hidrosenzibilitet, sadržaj bjelančevina u sjemenu, sadržaj škroba u sjemenu).

PREGLED LITERATURE

Značenje krupnoće sjemena i njen mogući utjecaj na krajnji prirodu i kakvoću proizvedenog sjemena već odavno privlači pozornost brojnih istraživača. Većina istraživača ove problematike izvještava o pozitivnoj vezi između priroda strnih žitarica i uporabe sjemena veće specifične težine i veće krupnoće.

Prva znanstvena istraživanja vezana za krupnoću sjemena počinju se provoditi u SAD još davnih dvadesetih godina od kada datiraju i prvi znanstveni radovi iz ovog polja agronomije. Tako Kiesselbach (1924.) eksperimentalno utvrđuje da se sjetvom krupnijeg sjemena strnih žitarica (pšenice, ječma i raži) postižu veći prirodu po jedinici površine.

Veći urod zrna, kao i veću težinu bushela (američka mjera za težinu volumena od 35 l žitarica) korištenjem sjemena pšenice veće krupnoće utvrđuje i Taylor (1928.).

Hektolitarska težina ili težina po bushelu roditeljskog sjemena strnih žitarica u pozitivnoj je korelaciji s težinom suhe tvari klijanaca, Frey i Wiggans (1956.), kao i s hektolitarskom težinom proizvedenog sjemena, McNeal i Berg (1960.).

Sistem biljne proizvodnje u kojem se sjetva žitarica obavlja u tlo prekriveno biljnim ostacima (conservation tillage seedbeds) vrlo je raširena praksa u SAD, što se posebice odnosi na američki sjeverozapad (Pacific Northwest). Poznato je međutim, da je u ovom sistemu ratarske proizvodnje, uslijed prisutnosti velike količine biljnih ostataka na površini tla, reduciran kontakt tlo-sjeme kao i hidraulička provodljivost tla neposredno u blizini zasijanog sjemena (Ward i Shaykewich, 1972., Heads i Russo, 1974.). Prema tome, glavni limitirajući čimbenik ostvarenja visokih priroda žitarica u navedenom sistemu biljne proizvodnje je reducirana gustoća sklopa. Pod pretpostavkom da bi se ovaj problem mogao riješiti sjetvom krupnijeg sjemena žitarica, šezdesetih i sedamdesetih godina počinju se provoditi intenzivna istraživanja vezana za utjecaj krupnoće sjemena na formiranje odgovarajuće gustoće sklopa i dakako prirodu žitarica, međutim, često s kontradiktornim rezultatima.

Kaufman i McFadden (1960.) utvrđuju da su u konkurenciji između biljaka u polju, biljke koje se razvijaju iz krupnog sjemena u prednosti nad

biljkama koje su dobivene sjetvom sitnog sjemena ječma, te da konačna visina priroda ovisi o učešću krupnog sjemena u ukupnoj masi sjemena koje se koristi za sjetvu. Osim toga, Kaufman i McFadden (1963.) zaključuju da je smanjeni prirod sjemena koji su dobili uporabom sitnog sjemena jarog ječma u odnosu na krupno najvjerojatnije posljedica smanjenog kapaciteta busanja.

Demirlicakmak et al. (1963.) navode da veća krupnoća sjemena, uz veću sjetvenu normu ima pozitivan utjecaj na produkciju po klasu, broj klasova po jedinici površine, kao i na krajnji prirod ječma. Slične rezultate dobivaju Drummond et al. (1966.) eksperimentirajući s različitim krupnoćama i sjetvenim normama durum pšenice. Pozitivan utjecaj krupnijeg sjemena na krajnji prirod pšenice konstatiraju i Geizler i Hoak (1966.).

Peterson i Foster (1964.) s druge strane, izvještavaju o statistički neopravdanim razlikama u prirodu dobivenim sjetvom sjemena ječma različitih krupnoća u ranom roku sjetve. Međutim, kako se rok sjetve pomicao kasnije u proljeće prirod dobiven sjetvom srednje i sitne frakcije sjemena bio je opravdano manji u usporedbi s prirodnom dobivenim iz krupne frakcije.

Kaufmann i Guitard (1967.) su u kontroliranim okolinskim uvjetima utvrdili znatno brži rani porast klijanaca kao i znatno napredniji razvoj biljaka koje su se razvijale iz krupnog sjemena ječma u usporedbi s onima dobivenim sjetvom sitnog sjemena.

Prethodne rezultate eksperimentalno je potvrdio McDaniel (1969.) navodeći da se klijanci dobiveni sjetvom specifično težeg i krupnijeg sjemena ječma odlikuju većim potencijalom rasta u odnosu na one dobivene sjetvom lakšeg sjemena. Veći potencijal rasta klijanaca specifično težeg sjemena autor dovodi u vezu s njihovim znatno povećanim metabolizmom mitohondrija.

Austenson i Walton (1970.) su u poljskim pokusima s dvije frakcije sjemena proljetne pšenice različitih krupnoća ustanovili varijacije u prirodu manje od 5%, kao posljedicu utjecaja krupnoće sjemena. Sličnim eksperimentom Knott i Talukdar (1971.) utvrđuju pozitivan utjecaj sjemena veće specifične težine na prirod pšenice, dok razlike u kakvoći, odnosno, postotku bjelančevina između sjemena pšenice dobivenog sjetvom veće i manje specifične težine nisu konstatirane.

Boyd et al. (1971.) navode da se ječam dobiven sjetvom krupnijeg sjemena odlikuje bržim nicanjem i rastom, te većim brojem izboja po busu u odnosu na biljke dobivene sjetvom sitnije frakcije sjemena. Znatno veći vigor klijanaca koji se razvijaju iz krupnog sjemena ječma potvrđuju i Reiss i Everson (1973.) uz opravdano veći prirod koji je dala krupna frakcija sjemena. S druge strane, autori nisu konstatirali da postoji utjecaj postotka bjelančevina u sjemenu na vigor klijanaca i krajnji prirod sjemena.

Evans i Bhatt (1977.) konstatiraju da krupnija frakcija sjemena pozitivno utječe na vigor klice, što je rezultiralo opravdano manjim sadržajem vlage u sjemenu biljaka dobivenim sjetvom krupne frakcije u odnosu na biljke dobivene

sjetvom srednje i sitne frakcije sjemena. Manji sadržaj vlage u sjemenu omogućuje raniju žetvu i smanjenje troškova umjetnog sušenja.

Halubova (1977.) navodi da krupnoća sjemena različito utječe na pojedina svojstva kod različitih kultivara jarog ječma. Od tri kultivara uključena u istraživanje (Topas, Ametyst i Diamond) krupna frakcija sjemena najviše je utjecala na masu 1000 sjemenki kod kultivara Topas. Postotak plodnih vlati po biljci kao i visina biljke najmanje je uvjetovana veličinom sjemena kod kultivara Diamond, a utjecaj krupnoće sjemena na krajnji prirod najviše se manifestirao kod kultivara Topas.

Roebuck i Trenerry (1978.) ispitujući različite frakcije sjemena ječma na različitim dubinama sjetve nisu utvrdili opravdane razlike u tretiranjima obzirom na prirod zrna. Sitno sjeme produciralo je više klasova po jedinici površine kao i više plodnih vlati po biljci nego krupno sjeme, ali s manjom težinom zrna po klasu te sitnijim i lakšim sjemenom. Dublja sjetva reducirala je broj plodnih vlati ali je povećala krupnoću i težinu proizvedenog sjemena.

Sličan eksperiment proveo je Evans (1978.) ispitujući učinke različitih krupnoća sjemena, dubina sjetve i gustoća sklopa kod jarog ječma. Plićom sjetvom dobiven je veći koeficijent busanja i veći broj plodnih vlati po biljci, dok različite krupnoće sjemena nisu utjecale na ova svojstva. Niti jedno od tretiranja nije imalo učinak na broj zrna po klasu a niti na produkciju po klasu. Krupno sjeme u kombinaciji sa pliћom sjetvom vodilo je bržem rastu i razvoju tj. ustanovljen je aditivni učinak ova dva činioca. Povećanjem gustoće sklopa smanjivao se broj klasova po biljci, ali se istodobno povećavao broj plodnih vlati po jedinici površine uz veći krajnji prirod.

Paluska et al. (1979.) provodeći istraživanje u suhim uvjetima američkih država Arizone i Nevade utvrđuju da krupno sjeme ječma ima 37% veći endosperm i znatno manji postotak pljevica u odnosu na sitno. Osim toga krupna frakcija sjemena producirala je u postotku više tkiva klijanaca i korjenčića.

Caccarelli i Pegiati (1980.) ispitujući povezanost između težine sjemena i dimenzija koleoptile kod ječma ne nalaze nikakve razlike. Međutim, nakon uklanjanja dijela endosperma utvrđene su opravdane razlike u dimenziji koleoptile tj. sjeme s nekompletnim endospermom produciralo je koleoptilu znatno manjih dimenzija.

Fuciman i Herinkova (1980.) provode istraživanje s tri različita kultivara jarog ječma ispitujući utjecaj pojedinih stadija zriobe i krupnoće sjemena na različita agronomska svojstva. Najbolje nicanje pokazala je sitna frakcija sjemena (2,2-2,8 mm promjera) požeta pri sadržaju suhe tvari sjemena od 50-60%. Broj plodnih vlati po jedinici površine i po biljci bio je najveći kod krupne frakcije sjemena (2,8-3,0 mm promjera), dok stadij zriobe nije utjecao na ovo svojstvo. Prosječni prirod, masa 1000 zrna i hektolitarska masa nisu bili uvjetovani niti krupnoćom sjemena niti datumom žetve.

Duczek i Piening (1982.) konstatiraju da krupnoća sjemena jarog ječma nije značajno utjecala na stupanj zaraženosti biljaka s truleži korijena (*Cochliobolus sativus* i *Fusarium* spp.), dok se broj zaraženih biljaka povećavao s povećanjem dubine sjetve. Autori također nisu utvrdili značajnu razliku u visini priroda u odnosu na različite krupnoće sjemena. Prirod sjemena padao je s povećanjem dubine sjetve i kasnijim sjetvenim rokom.

Kusiroška i Tworkowski (1984.) proveli su eksperiment uspoređujući tri različite krupnoće sjemena jarog ječma, raži i ozime pšenice. Najbolje poljsko nicanje postignuto je korištenjem krupnog sjemena pšenice, te krupne i srednje frakcije sjemena raži. S druge strane, različite krupnoće sjemena jarog ječma nisu se značajno razlikovale u odnosu na ovo svojstvo. Raž je sjetvom krupnog sjemena ostvarila najveću produkciju po klasu. Najmanji broj zrna po biljci kod ječma utvrđen je sjetvom sitne frakcije, dok kod pšenice nisu utvrđene razlike. Različite frakcije sjemena nisu imale nikakav učinak na težinu 1000 sjemenki te klijavost kod niti jedne kulture.

Velikovski (1985.) utvrđuje pozitivan utjecaj krupnijeg sjemena na prirod ječma, raži i pšenice u agroekološkim uvjetima češke. Također, eksperimentalno utvrđuje da sjeme ječma iz toplih područja proizvodnje, uključujući i područje uzgoja kukuruza daje veći prirod u odnosu na sjeme ječma podrijetlom iz hladnijih područja uzgoja krumpira kao i iz planinskih regija.

Spilde (1989.) provodi opsežno višegodišnje istraživanje u agroekološkim uvjetima Sjeverne Dakote uspoređujući različite specifične težine i krupnoće sjemena jarog ječma i jare pšenice, te različite sjetvene norme. Istraživanjima je dokazano da krupna frakcija sjemena ječma daje u prosjeku 4-5% veći prirod u odnosu na srednju frakciju, te 6-8% veći prirod u odnosu na sitnu frakciju. Osim toga, biljke dobivene sjetvom krupne frakcije odlikovale su se ranijom zriobom, nižim postotkom vlage u sjemenu prilikom žetve, te većom hektolitarskom težinom u usporedbi s biljkama dobivenim sjetvom srednje i sitne frakcije sjemena jarog ječma. Sjeme veće specifične težine također je dalo veći prirod, ali je utjecaj ovog svojstva na prirod i druga ispitivana svojstva bio manji u usporedbi s krupnoćom sjemena. Kod jare pšenice prirod sjemena povećao se 5% i 7% uporabom krupnog sjemena u odnosu na srednje i sitno. Povećani sadržaj vlage sjemena u žetvi, povezan s produženim razdobljem dozrijevanja što je rezultat manjeg početnog vigora sjemena, te sjeme manje specifične težine ostali su nepovoljni učinci dobiveni sjetvom sitnog i srednjeg sjemena u usporedbi s krupnim. S druge strane značajne razlike u prinosu proljetne pšenice uporabom sjemena različite specifične težine nisu ustanovljene. Prednost specifično težeg sjemena utvrđena je jedino u uvjetima rijetke gustoće sklopa što se može dogoditi kada okolinski uvjeti nepovoljno djeluju na klijanje i nicanje. Opravdane razlike u sadržaju bjelančevina sjemena nisu konstatirane niti kod različitih krupnoća niti kod različitih specifičnih težina sjemena. Veća sjetvena norma povećala je prirod i reducirala sadržaj vlage u

sjemenu kod obje kulture. Sadržaj bjelančevina u sjemenu ječma smanjio se povećanjem gustoće sklopa. Autor je konstatirao da početna gustoća sklopa nije uvjetovana veličinom sjemena.

Za razliku od prethodnog istraživanja Robertson (1991.) utvrđuje da su i veća specifična težina sjemena i njegova veća krupnoća najbolji fizikalni pokazatelji kakvoće sjemena te važni čimbenici visine priroda jarog ječma.

Peterson et al. (1989.) i Rao (1981.), potvrđuju brojne prethodne navode, provodeći istraživanja o povezanosti između krupnoće sjemena i poljske klijavosti, te vigora klijanaca kod pšenice i ječma. Sjetvom krupnije frakcije sjemena uspostavljena je veća gustoća sklopa u polju u usporedbi sa sitnom. Osim toga, klijanci dobiveni sjetvom krupnijeg sjemena odlikovali su se većom klijavašću u polju i većim vigorom tj. bržim prodorom klice na površinu tla. Eksperimentirajući na istoj problematici slične rezultate dobili su i Ragastis et al. (1992.), te Gan i Stobbe (1995.) na proljetnoj pšenici, koji osim navedenog, utvrđuju i veći prirod te veći postotak fertilnih biljaka dobiven sjetvom sjemena veće krupnoće.

Za razliku od većine drugih istraživanja Lafond i Baker (1986.b) konstatirali su značajno veću laboratorijsku klijavost sitnog sjemena proljetne pšenice u usporedbi s krupnim. Lafond i Baker (1986.a) također su potvrdili ranije navode o pozitivnoj koreliranosti između težine suhe tvari klijanaca i sjetve krupnijeg sjemena proljetne pšenice, ali za razliku od mnogih drugih provedenih istraživanja utvrđuju znatno veću poljsku klijavost i vigor koji su pokazali klijanci proizvedeni iz sitnog sjemena.

Mian i Nafziger (1992.) izvještavaju da krupnoća sjemena ozime pšenice ima tek neznatni učinak na poljsku klijavost i kasniji prirod. Isto tako, Douglas i Wilkins (1992.) poljskim pokusima utvrđuju da krupnoća sjemena i gustoća sklopa kod ozime pšenice nemaju učinka na poljsko nicanje i busanje.

Chastain et al. (1995.a) provodeći dvogodišnje poljske pokuse s različitim kultivarima i krupnoćama sjemena ječma u američkoj državi Oregon izvještavaju da klijanci razvijeni iz krupnijeg sjemena pokazuju znatno brži proboj klice na površinu tla te uspostavljaju veću i sigurniju početnu gustoću sklopa. Autori zaključuju da je to vjerojatno posljedica krupnijeg endosperma koji sadrži veću količinu hranjivih i rezervnih tvari čiji se pozitivan utjecaj očituje u boljoj ishranjenosti i opskrbljenosti mlade klice, pogotovo u nepovoljnim klimatskim i edafskim uvjetima, što nije rijedak slučaj pri klijanju i nicanju. Biljke dobivene sjetvom krupnijeg sjemena bile su nešto veće u proljeće, ali krupnoća sjemena nije imala značajan utjecaj na rast i prirod. Promjer zrna u žetvi bio je veći kod biljaka dobivenih sjetvom krupnije frakcije, ali samo u prvoj godini istraživanja. Veličina sjemena nije utjecala na broj klasova po jedinici površine, usprkos većoj početnoj gustoći sklopa, kao ni na laboratorijsku klijavost.

Sličan eksperiment provode Chastain et al. (1995.b) u kojem uspoređuju različite krupnoće sjemena ozime pšenice. Klijanci koji su se razvijali iz krupnog

sjemena, također, su pokazali znatno brži proboj na površinu tla, ali sjetvom krupnog sjemena nije dobivena veća konačna gustoća sklopa. Biljke izrasle iz krupnog sjemena bile su teže i veće, imale su bolje razvijenu glavnu stabljiku s većim brojem sekundarnih vlati. Međutim, prirod nije bio uvjetovan veličinom sjemena u prvoj godini istraživanja, ali je u drugoj godini krupnije sjeme pšenice dalo za 4,2% veći prirod u odnosu na sitno sjeme.

Martinčić i Guberac (1991.) su provođenjem pokusa sa dva osječka kultivara jarog ječma, od kojih je svaki bio predstavljen sa po tri krupnoće sjemena, došli do zaključka da energija klijanja i klijavost sjemena, sadržaj škroba i bjelančevina, te masa 1000 zrna proporcionalno opadaju sa smanjenjem promjera zrna kod oba kultivara.

Martinčić i Guberac (1996.) provode istraživanja o utjecaju krupnoće sjemena jarog ječma na dužinu klice i primarnih klicinih korjenčića. Dobiveni rezultati pokazuju da je najdužu klicu i najduži primarni klicin korjenčić postiglo krupno sjeme ječma. Krupno sjeme ječma, također, je pokazalo veću klijavost u polju u odnosu na sitno. Poljska klijavost bila je veća u ranom u odnosu na kasniji rok sjetve.

Slične rezultate prezentiraju Martinčić et al. (1996.) zaključujući da veličina sjemena strnih žitarica (ozime pšenice, ozimog ječma, raži i jare zobi) ima pozitivan utjecaj na klijavost sjemena u laboratorijskim i poljskim uvjetima. S krupnijim sjemenom strnih žitarica postiže se veći broj izniklih biljaka po jedinici površine i bolji sklop u odnosu na sitno sjeme. Ove razlike bi se osobito trebale manifestirati u nepovoljnim klimatsko-edafskim uvjetima prilikom klijanja i nicanja kada veći endosperm krupnijeg sjemena dolazi do punog izražaja.

Martinčić i Guberac (1996.) proveli su eksperiment o utjecaju veličine sjemena strnih žitarica (ozime pšenice, ozimog ječma, raži i jare zobi) na prirod. Na temelju dobivenih rezultata, pokazalo se da veličina sjemena navedenih kultura pozitivno utječe na prirod po jedinici površine. Povećanje priroda očitovalo se kod svih žitarica koje su bile uvrštene u istraživanje.

Poznato je da različiti genotipovi žitarica imaju različitu strukturu uroda zrna. Žafojava et al. (1987.) istražuju strukturu priroda jarog jačma pomoću Path koeficijenta veze, te utvrđuju da od bazičnih komponenti priroda (broj klasova/m², masa 1000 zrna i broj zrna po klasu) najveći utjecaj na varijabilnost u prirodu ima broj zrna po klasu.

Kovačević (1991.) na osnovu izračunavanja genotipskih koeficijenta veza i indirektno genetske dobiti od selekcije zaključuje da je povećanje priroda ječma u najvećoj zavisnosti s povećanjem broja plodnih vlati po parceli. Međutim, istodobno navodi kako je broj plodnih vlati zbog niskog heritabiliteta vrlo nesiguran kriterij u oplemenjivanju na prirod zrna primjenom pedigree metode, a oplemenjivanje u smjeru povećanja mase 1000 zrna i broja zrna po klasu doprinosi samo djelomičnom uspjehu u oplemenjivanju na prirod, iako su masa 1000 zrna i broj zrna po klasu svojstva relativno visokog heritabiliteta.

Mobasser et al. (1996.) provode istraživanje sa ciljem determiniranja odnosa između postotnog udijela bjelančevina u sjemenu ječma i drugih komponenata priroda. Postotak bjelančevina pokazao je opravdano negativnu korelaciju s visinom priroda, te opravdano pozitivnu korelaciju s visinom biljke i duljinom klasa. Masa zrna po klasu bila je negativno korelirana sa sadržajem bjelančevina. Regresionom analizom utvrđeno je da su prirod sjemena, visina biljke i duljina klasa najvažniji činioci koji utječu na količinu bjelančevina. Korištenje Path koeficijentata veze pokazalo je izravan negativni učinak visine priroda na sadržaj bjelančevina u sjemenu, dok su duljina klasa i visina biljke imali neizravni učinak na ovo svojstvo.

U namjenskoj proizvodnji ječma za potrebe industrije piva i slada svake zemlje, pa tako i naše, važno je procijeniti opravdanost proizvodnje određenog kultivara, ali i odlike ječma (ozimi ili jari ječam) te pronaći mogućnosti stimuliranja ovakve proizvodnje, Lalić i Kovačević (1997.). Autori su usporednom analizom uroda sjemena i kakvoće slada osječkih kultivara i linija ozimog i jarog ječma u nizinskom području Hrvatske ustanovili da su kultivari ozimog dvorednog ječma većeg i stabilnijeg uroda, nego kultivari jarog ječma, dok su kultivari jarog ječma uglavnom bolje i ujednačenije kakvoće slada, nego kultivari ozimog ječma. Autori ujedno preporučuju da bi u namjenskoj proizvodnji ječma za potrebe sladarstva i pivarstva najopravdanije bilo proizvoditi osječke kultivare Vitez i Astor jarog ječma, a kod ozimog ječma kultivar Rex, na što su ukazali veći indeksi ukupne vrijednosti kultivara i povoljniji odnosi indeksa kakvoće slada i uroda sjemena.

Neosporno je da genetska struktura kultivara ima vrlo važan ako ne i odlučujući utjecaj na visinu priroda i kakvoću proizvedenog sjemena u namjenskoj proizvodnji ječma za industriju piva i slada. Međutim, osim kultivara i primjenjenih agrotehničkih mjera, agroekološko područje također u velikoj mjeri utječe na prirod i tehnološke osobine sjemena ječma o čemu postoje brojni rezultati pa čak i zaključci da je utjecaj ekoloških čimbenika dominantan, Pržulj et al. (1998.). Autori su proveli istraživanja slična prethodnim, ali s nešto drugačijim rezultatima. Eksperiment je proveden u agroekološkim uvjetima Vojvodine u razdoblju nepovoljnog za uzgoj jarog pivarskog ječma. Usporednom analizom između 10 kultivara ozimog i jarog pivarskog ječma utvrđena su bolja svojstva kakvoće slada kod ozimog ječma, pogotovo veći sadržaj finog ekstrakta, bolja modifikacija slada i niži sadržaj bjelančevina. Autori navode da je u godinama bez temperaturnih stresova, te stresova uslijed nedostatka vode, jari pivarski ječam općenito bolje kakvoće od ozimog, dok se sa druge strane, ozimi ječam u takvim uvjetima uz veći prirod odlikuje i boljom kakvoćom slada. Zbog sveobuhvatnih klimatskih promjena (sve učestalija vruća i suha ljetna razdoblja) i svoje veće rodnosti, ozimi ječam zauzima sve veće površine u područjima inače tradicionalnog uzgoja jarog ječma.

Introdukcija novih kultivara, te uvođenje istih u široku proizvodnju ima važnu ulogu u osiguranju sigurne i stabilne proizvodnje jarog i ozimog pivarskog ječma (Kolak, 1979., 1984.). Temeljem rezultata testiranja 185 stranih i domaćih kultivara i linija jarog i ozimog pivarskog ječma autor izdvaja i uvodi u proizvodnju strane kultivare Robur, Berenice, Alpha i Anteras koji su pokazali izrazito dobru adaptabilnost na različite agroekološke uvjete proizvodnje, te bolju rodnošć i kakvoću sjemena za industriju slada u usporedbi s tadašnjim standardnim kultivarima pivarskog ječma u Hrvatskoj.

Kakvoća slada pivarskog ječma kompleks je usko povezanih svojstava, Špunarova i Prokeš (1998.). Prema dobivenim rezultatima, razlike u sadržaju ekstrakta i diastatskoj snazi između tri kultivara jarog pivarskog ječma bile su uvjetovane samim genotipom, dok je na razlike u sadržaju bjelančevina u sjemenu, razgradnji bjelančevina tijekom slađenja i razgradnji slada glavni učinak imala godina uzgoja ječma. Visoko opravdana pozitivna korelacija pronađena je između sadržaja bjelančevina i diastatske snage. Visoko opravdana negativna korelacija dobivena je između sadržaja bjelančevina u sjemenu i slijedećih parametara: ekstrakt slada, Kolbachov indeks i razgrađenost slada.

Najvažniji čimbenici koji utječu na varijabilan sadržaj bjelančevina u sjemenu pivarskog ječma su gnojdba dušikom, genetska struktura kultivara, godina i lokacija uzgoja, Ewertson (1977.). Autor je ustanovio jaku negativnu korelaciju između sadržaja bjelančevina u zrnu i ekstrakta u sladu. Ovaj korelacijski odnos bio je sličan kod svakog ispitanog kultivara. Razlika ekstrakta fine i grube meljave povećala se s povećanjem sadržaja bjelančevina. Korelativni odnos između ova dva svojstva jako je varirao kod različitih kultivara. Kolbachov indeks smanjivao se različito kod različitih kultivara s povećanjem sadržaja bjelančevina. Vrlo jaka negativna korelacija ustanovljena je i između razlike ekstrakta fine i grube meljave i ekstrakta slada i to kod većine kultivara. Kolbachov indeks pozitivno je koreliran s sadržajem ekstrakta, ali je ovaj odnos bio više uvjetovan okolinom nego genetskom strukturom kultivara.

Man i Bruyneel (1987.) istraživali su ukupan sadržaj masnih kiselina sjemena te njihov sastav kod 9 kultivara ječma različitih tipova (šesteroredni i dvoredni ozimi, te dvoredni jari) koji su bili predstavljeni različitim krupnoćama sjemena. Prema dobivenim rezultatima ne postoji razlika u ukupnom sadržaju masnih kiselina između sitnog i krupnog sjemena, ali dvoredni tipovi odlikuju se većim ukupnim sadržajem u usporedbi s šesterorednima. U prosjeku udio zasićenih masnih kiselina i oleinske kiseline bio je veći, a linolne i linolenske kiseline manji u krupnijem sjemenu u usporedbi sa sitnijim. Razlike u sadržaju oleinske i linolenske kiseline između dvorednih i šesterorednih kultivara autori objašnjavaju njihovim razlikama i krupnoćom sjemena i različitom distribucijom, dok su razlike u sadržaju zasićenih masnih kiselina i linolne kiseline između ova

dva tipa kultivara objašnjene učinkom genotipa. Ozimi ječam sadrži više linolenske kiseline u usporedbi s jarim.

Kako navode Swanston et al. (1992.) najbolji europski kultivari jarog pivarskog ječma odlikuju se mekanom, brašnjavom strukturom endosperma. Energija mljevenja (mjera mehaničke energije potrebne za razgradnju strukture endosperma) tijekom slađenja općenito je pozitivno povezana s dobivanjem visokog sadržaja ekstrakta. Međutim, predhodna konstatacija ne odnosi se na slučajeve kada enzimi koji sudjeluju u modifikaciji strukture endosperma imaju sporo inicijalno djelovanje ili ukoliko postižu nizak završni nivo. Poboljšanje kakvoće kod kultivara kao što je Triumph postignuto je kombinacijom enzima koji se odlikuju mogućnošću brze modifikacije staničnih stijenki endosperma s genotipovima mekane strukture endosperma. Buduće poboljšanje kakvoće prema tome zahtjeva identifikaciju genotipova s navedenom poželjnom karakterisitkom enzima.

Prethodne rezultate potvrđuje istraživanje koji su proveli Swanston et al. (1993.) uspoređujući svojstva kakvoće slada španjolskog kultivara Troubadour i mutantnu liniju TR49, koja je dobivena nakon što je navedeni kultivar bio izložen kemijskim mutagensima. Tijekom slađanja energija se mljevanja smanjivala puno brže kod mutanta TR49 u usporedbi s Troubadourom usprkos tome što između mutantne linije i kultivara Troubadour nisu utvrđene razlike u strukturi endosperma. Navedena činjenica je pripisana puno bržoj modifikaciji staničnih stijenki endosperma tj. puno bržem djelovanju enzima koji sudjeluju u razgradnji endosperma kod mutantne linije TR49.

Arends et al. (1995.) istraživali su varijabilnost u diastatskoj snazi i odnos između enzima koji sudjeluju u degradaciji škroba kod 11 kultivara pivarskog ječma na 6 različitih lokacija u Australiji. Diastatska snaga varirala je ovisno o genotipu i lokaciji što se odnosi i na aktivnost hidrolitičkih enzima α -amilaze i β -amilaze, te dekstrinaze. Ujedno je ustanovljena puno jača pozitivna koreliranost između aktivnosti α -amilaze i β -amilaze sa diastatskom snagom u usporedbi s enzimom dekstrinazom. Sadržaj dušika u sjemenu bio je pozitivno koreliran s diastatskom snagom, najvećim dijelom zbog odnosa između sadržaja dušika i aktivnosti β -amilaze. Visoki sadržaj dušika također je bio u negativnoj korelaciji sa sitnim sjemenom i niskim iskorištenjem ekstrakta dobivenim tretiranjem s vrelom vodom. Nivo aktivnosti α -amilaze bio je puno jače koreliran s graničnom aktivnošću dekstrinaze nego s aktivnošću β -amilaze. Na temelju dobivenih rezultata autori preporučuju selekciju kultivara ječma odvojeno za aktivnost α -amilaze i β -amilaze kako bi se postigao visoki nivo diastatske snage.

Sposobnost sjemena za usvajanje vode kritičan je aspekt pri proizvodnji kvalitetnog slada. Molina-Cano et al. (1995.) proveli su istraživanja u različitim okolinskim uvjetima s ciljem ispitivanja uloge bjelančevina i komponenata staničnih stijenki sjemena u procesu usvajanja vode kod različitih kultivara jarog pivarskog ječma. Pri tome je sposobnost usvajanja vode više

ovisila o genotipu nego o okolinskim čimbenicima, te nije ustanovljena opravdana interakcija između genotipa i okoline. Autori navode da je proces usvajanja vode gotovo u potpunosti kontroliran sadržajem hordeina i β glukana u endospermu sjemena. Bolja kakvoća sjemena za proizvodnju slada povezana je s manjim sadržajem topivih β glukana i većim sadržajem C hordeina.

Nešto drugačije rezultate od prethodnih dobivaju Swanston et al. (1995.). Autori su uzgajali dva kultivara jarog pivarskog ječma u agroekološkim uvjetima Španjolske i Škotske u cilju determiniranja utjecaja okoline na kakvoću slada. Kultivari uzgajani u Španjolskoj odlikovali su se bržom i produženom sintezom enzima α -amilaze i β -glukanaze, puno bržom modifikacijom staničnih stijenki endosperma i većom redukcijom u energiji mljevenja tijekom slađenja u usporedbi s kultivarima uzgajanim u Škotskoj. Redukcija energije mljevenja tijekom slađenja povezana je s puno bržom degradacijom staničnih stijenki endosperma. Prodor vode u zrno, tijekom močenja sjemena, bio je, međutim, sporiji kod kultivara uzgajanih u Španjolskoj, ali ovo svojstvo pripisano je povećanom sadržaju bjelančevina u sjemenu. Naime, poznato je da visoki nivo netopivih rezervnih bjelančevina, osobito u sub-aleuronskom sloju, može restriktivno djelovati na premještanje vode u unutarnje slojeve endosperma. Razlozi zbog kojih su nastali ove razlike u kakvoći slada kod istih kultivara uzgajanih na dvije različite lokacije autorima nisu bili jasni, ali su vjerojatno povezani s prirodom i preciznim vremenom utjecaja okolinskih činioca. Autori sugeriraju buduća istraživanja koja trebaju biti usmjerena na razmatranje utjecaja okoline tijekom nalijevanja sjemena i procesa zriobe na različitim lokacijama.

Nekoliko preliminarnih studija ukazalo je da prisutnost tri gena (wx ili voštani, 1 k2 ili gen za kratko osje, te n ili gen za bezosatost) na kromosomu 1 jarog pivarskog ječma može imati aditivan efekat na povećani sadržaj β glukana. U cilju determiniranja aditivnog učinka spomenutih gena Swanston (1995.) provođenjem višekratnog povratnog križanja iz ishodišnog kultivara Compana dobiva njegove izogene linije koje su sadržavale samo jedan (Wapana wx i Shopana 1 k2), dva (Wanupana wx i n) ili sva tri navedena gena (Washonupana wx, 1 k2 i n). U provođenju poljskih pokusa uočio se aditivni efekat ova tri gena koji je utjecao na smanjenje veličine sjemena i povećanje brzine usvajanja vode tijekom slađenja. Za gene wx i 1 k2 opažen je efekat približno jednake magnitude koja se odnosila na energiju mljevenja i masu 1000 sjemenki, međutim, navedeni učinak nije bio ravnomjeran tijekom cijele sezone. Wx gen bio je povezan s puno nepovoljnijim učinkom na svojstva važna za modifikaciju endosperma tijekom slađenja u usporedbi s 1 k2 genom. Kombinacija wx i n gena nije pokazala aditivne efekte na energiju mljevenja, sadržaj ekstrakta i modifikaciju staničnih stijenki sjemena.

Boja sjemena važan je pokazatelj kakvoće, kako pivarskog, tako i stočnog ječma, Edney et al. (1998.). Autori su istraživali razlike u boji sjemena između

75 kultivara ječma uzgajanih na tri različite lokacije u Kanadi. Kultivari uzgajani na dvije lokacije u istočnoj Kanadi imali su svjetliju boju sjemena u usporedbi sa kultivarima uzgajanim u zapadnom dijelu Kanade. U prosjeku, dvoredni kultivari imali su svjetlije sjeme od šesterorednih kultivara. Općenito, sjeme pokriveno pljevicama bilo je manje svjetlo od sjemena bez pljevica. Blijede sjeme šesterorednih kultivara bilo je povezano s njihovom povećanom osjetljivošću na mrežastu pjegavost (*Pyrenophora teres*).

Divlji predak kultiviranog ječma, *Hordeum spontaneum*, izvor je široke genetske varijabilnosti, uključujući svojstva važna za kakvoću slada, Erkkila et al. (1998.). Svojstvo visoke aktivnosti beta amilaze, prethodno identificirano kod *Hordeum spontaneum* iz Izraela, preneseno je u kultivirani ječam, provođenjem višestrukog povratnog križanja. Dokazano je da je visoka aktivnost β -amilaze kod linija dobivenih povratnim križanjem povezan s genom β -amy 1, nasljeđenim iz *Hordeum spontaneum*. Potom je analizirana organizacija gena β -amy 1 kod različitih tipova kultiviranog i divljeg ječma te je utvrđeno postojanje tri alela ovog gena, od kojih su dva prisutna kod kultiviranog ječma, a jedan od njih je specifičan za kultivare koji se odlikuju vrlo dobrom kakvoćom slada. Treći alel, povezan s visokom aktivnošću β amilaze, pronađen je jedino kod lokalne populacije *Hordeum spontaneum* u podnožju Judejskog gorja u Izraelu. Rad ujedno govori o vrlo velikoj važnosti divljih srodnika kultiviranih divljih vrsta i specifičnih lokalnih populacija pojedinih vrsta koje su često jedini izvor vrlo važnih gena.

MATERIJAL I METODE

U istraživanje su uključena tri kultivara jarog pivarskog ječma: Trojanac, Tomislav i Knin. Sva tri kultivara botanički pripadaju vrsti *Hordeum vulgare* convar. *distichon*. Navedeni kultivari polupatuljastog su tipa rasta, s tim da se Trojanac izdvaja s nešto višom i robusnijom stabljikom. Po duljini vegetacije pripadaju ranozrelim kultivarima s dobrom tolerantnošću na sušu (osobito Trojanac). Dobre su rodnosti i zadovoljavajućih pivarskih osobina. Odlikuju se solidnom otpornošću na polijeganje, pri čemu se naročito ističe Knin, koji se osim toga odlikuje i vrlo krupnim sjemenom. Tolerantni su na glavne bolesti ječma *Puccinia* spp. i *Erysiphe graminis* (Kolák, 1986., Kolák i Milas 1995., Kolák et al., 1996.).

Iz kategorije elitnog sjemena svakog odabranog kultivara izdvojene su po četiri različite krupnoće sjemena. Izdvajanje pojedinih frakcija sjemena obavljeno je na posebnom laboratorijskom stroju za separiranje sjemena K 293B, firme Petkus. Prije samog prosijavanja sjeme iz svake partije očišćeno je od organskih i anorganskih primjesa uporabom laboratorijske vjetrilice K 292A,

istog proizvođača. Proces jednog prosijavanja traje pet minuta, što je regulirano satnim mehanizmom. Količina sjemena koja ulazi u prosijavanje iznosi 100 g. Stroj je za ovo prosijavanje imao četiri vertikalno (jedno iznad drugog) postavljena sita. Otvori na sitima su pravokutnog oblika i izduženi tako da im je dimenzija određena širinom. Nakon pet minuta najkrupnije sjeme, odnosno, ono čiji promjer iznosi između 2,8 i 3,25 mm zadržalo se na najgornjem situ. Sjeme promjera između 2,5 i 2,8 mm zadržalo se na drugom situ. Sitnija frakcija sjemena tj. ona promjera između 2,2 i 2,5 mm ostala je na trećem situ, dok je na najdonjem situ ostala najsitnija frakcija promjera između 2,0 i 2,2 mm. Sjeme koje je propalo kroz sva četiri sita zadržalo se u limenoj zdjelici ispod četvrtog sita i klasificirano je kao otpad tj. nije uzeto u daljnja istraživanja.

Poljski dvofaktorijalni pokus 3 x 4 (tri kultivara svaki predstavljen sa po četiri različite krupnoće sjemena) postavljen je 1997. godine po shemi latinskog pravokutnika (tablica 1.). Broj ponavljanja iznosio je četiri. Veličina osnovne parcelice bila je 12 m² a obračunske 7 m².

Tablica 1. Shematski prikaz postavljenog poljskog dvofaktorijalnog pokusa

	I				II				III				IV			
I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
II	6	4	5	9	7	8	11	12	10	2	1	3				
III	11	12	10	2	3	1	5	6	4	8	7	9				
IV	9	8	7	12	10	11	3	2	1	5	4	6				

Objašnjenje:

Kultivari	Krupnoće sjemena	Članovi pokusa
Knin	Vrlo sitna (do 2,25 mm)	1
Knin	Sitna (2,25-2,5 mm)	2
Knin	Srednje krupna (2,5-2,8 mm)	3
Knin	Krupna (2,8-3,25mm)	4
Tomislav	Vrlo sitna (do 2,25 mm)	5
Tomislav	Sitna (2,25-2,5 mm)	6
Tomislav	Srednje krupna (2,5-2,8 mm)	7
Tomislav	Krupna (2,8-3,25mm)	8
Trojanac	Vrlo sitna (do 2,25 mm)	9
Trojanac	Sitna (2,25-2,5 mm)	10
Trojanac	Srednje krupna (2,5-2,8 mm)	11
Trojanac	Krupna (2,8-3,25mm)	12

Lokacija odabrana za pokus bilo je pokušalište Agronomskog fakulteta u Maksimiru. Maksimir se nalazi na 123 m nadmorske visine. Tlo je aluvijalno-koluvijalno smeđe razvijeno na aluviju, neutralne reakcije, siromašno na humusu, slabo do osrednje opskrbljeno hranjivima (Vidaček et al., 1994.). Predusjev na površini odabranoj za pokus bio je kukuruz. Primjenjena je uobičajena tehnologija proizvodnje jarog pivarskog ječma tj. u jesen, nakon berbe predkulture, obavljena je osnovna obrada tla prije koje je dodano 400 kg/ha mineralnih gnojiva u omjeru glavnih hranjiva (NPK) 8:26:26. Dopunska ili predstjetvena priprema tla obavljena je u proljeće uporabom tanjurače i sjetvo-spremača. Količina sjemena za sjetvu svakog člana pokusa izračunata je na osnovu prethodno određene mase 1000 sjemenki, uporabne vrijednosti sjemena i planiranog sklopa od 550 kljavih sjemenki po m². Za sjetvu je korištena specijalna sijačica za postavljanje mikropokusa. Sijačica odjednom sije 8 redova s razmakom od 12,5 cm tako da ukupna duljina zahvata iznosi 1 m.

Klimatske prilike neposredno prije i tijekom istraživanja

U razdoblju od listopada 1996. do kraja godine, uključujući i siječanj, bilo je dovoljno oborina (više od prosjeka), a temperatura tih mjeseci kretala se u granicama višegodišnjeg prosjeka (tablica 2). Nešto manja količina oborina od prosjeka pala je u veljači i ožujku. Međutim, zahvaljujući dovoljnoj količini oborina tijekom jeseni i zime, može se konstatirati da je došlo do akumuliranja i stvaranja dovoljnih zaliha vode u tlu za proljetnu vegetaciju. Manja količina oborina u veljači i ožujku, te više temperature zraka omogućile su dobru pripremu tla za sjetvu.

Tablica 2. Srednje mjesečne temperature zraka i mjesečne količine oborina u Maksimiru koje su predhodile istraživanju, za mjesece nakon berbe predkulture te višegodišnji prosjek za iste mjesece od 1963. do 1992. godine (Podaci Hrvatskog hidrometeorološkog zavoda)

Mjesec	Mjesečne količine oborina, mm		Srednje mjesečne temperature zraka, °C	
	1996/97. godina	prosjek (1963-1992)	1996/97. godina	prosjek (1963-1992)
Listopad	60,7	74,0	11,7	10,4
Studeni	136,2	78,0	5,1	5,3
Prosinac	63,1	57,0	-1,0	1,1
Siječanj	58,0	44,0	-0,9	-0,6
Veljača	28,5	41,0	4,8	1,8
Ožujak	30,1	57,0	6,7	6,1

Optimalni rok za sjetvu navedenih kultivara je druga, odnosno, treća dekada ožujka. Iako je količina oborina koja je pala tog mjeseca bila dosta ispod prosjeka, a srednje dnevne temperature zraka iznad, te iako je tlo bilo izvrsno pripremljeno, zbog objektivnih poteškoća (neraspologanje mehanizacijom za sjetvu na vrijeme) sjetva se nije mogla obaviti u drugoj dekadi. S druge strane u trećoj dekadi ožujka nastupa učestalo kišno razdoblje (najviše oborina palo je upravo u tom razdoblju ožujka), te je zbog tog razloga sjetva obavljena nešto kasnije nego što je to uobičajeno tj. 2. travnja 1997. godine.

Tablica 3. Srednje mjesečne temperature zraka i mjesečne količine oborina u Maksimiru tijekom vegetacijskog razdoblja jarog ječma u 1997. godini, te višegodišnji prosjek za iste mjesece od 1963. do 1992. godine (Podaci Hrvatskog hidrometeorološkog zavoda)

Mjesec	Mjesečne količine oborina, mm		Srednje mjesečne temperature zraka, °C	
	1997. godina	prosjek (1963-1992)	1997. godina	prosjek (1963-1992)
Travanj		59,0	8,2	10,5
I dekada	2,1			
II dekada	12,1			
III dekada	35,4			
Ukupno	49,6			
Svibanj		75,0	17,2	15,3
I dekada	11,3			
II dekada	0			
III dekada	60,8			
Ukupno	72,1			
Lipanj		98,0	20,1	18,6
I dekada	18,8			
II dekada	31,0			
III dekada	37,3			
Ukupno	87,1			
Srpanj		79,0	20,6	20,4
I dekada	7,7			
II dekada	70,6			
III dekada	2,4			
Ukupno	80,7			

Travanj se odlikovao manjom količinom oborina od prosjeka (tablica 3), osobito prva dekada, tijekom koje je palo samo 2,1 mm oborina. Ovako mala količina oborina uz niske temperature u prvoj dekadi travnja uvjetovali su nešto usporenije nicanje koje je nastupilo 14. travnja. Međutim, u drugoj polovici travnja bilo je dovoljno oborina, osobito u trećoj dekadi (čak 35,4 mm) uz ravnomjerno raspoređene povoljne temperature. Navedeni klimatski uvjeti

omogućili su biljci kompenzaciju početnog sporijeg porasta i imali povoljan učinak na brzi početak busanja. Busanje se odvija dobro uz korištenje dovoljnih količina travanjske vlage i svibanjskih povoljnih temperatura. Velika količina oborina koja je pala u zadnoj dekadi svibnja (60,8 mm) izvrsno je pogodovala intenzivnom vegetativnom porastu, kada je ječam u potpunosti kompenzirao spori početni porast. Iako se lipanj odlikovao nešto manjom količinom oborina od prosjeka, one su bile ravnomjerno raspoređene. Ovaj čimbenik, uz umjereno tople (vrlo povoljne) temperature i ravnomjeran raspored oborina u prvoj dekadi srpnja povoljno se odražava na daljnji razvoj ječma, oplodnju, formiranje i nalijevanje sjemeni. Uz navedeno, dovoljna količina oborina u fazi mlječne zriobe vrlo je važan preduvjet kakvoće sjemeni za pivarsku industriju. U drugoj dekadi srpnja pala je neobično velika količina oborina (čak 70,6 mm) što je produžilo fazu sazrijevanja sjemeni i odgodilo žetvu. Suhi uvjeti u zadnjoj dekadi srpnja (samo 2,4 mm oborina), uz visoke temperature zraka, omogućuju brz prolazak voštane zriobe i dobro sušenje sjemeni. Žetva je obavljena 28. srpnja, uporabom specijalnog malog kombajna za žetvu poljskih pokusa. Prije žetve obavljena je košnja onih redova osnovnih parcelica koji su premašivali površinu od 7 m².

Tijekom vegetacije i nakon žetve analizirana su slijedeća svojstva:

- Broj plodnih vlati po parceli (izražen brojčano po 1m²)
- Duljina primarne vlati (izražena u cm)
- Broj sekundarnih vlati po biljci (izražen brojčano)
- Broj sjemenki po primarnom klasu (izražen brojčano)
- Masa sjemeni po primarnom klasu (izražena u g)
- Masa 1000 sjemenki (izražena u g)
- Hektolitarska težina sjemeni (izražena u kg)
- Prirod po parceli (izražen u kg po obračunskoj parceli)
- Sadržaj vlage u sjemenu u žetvi (izražen u % od ukupne suhe tvari)
- Klijavost i energija klijanja sjemeni (izraženi u % isključajlog sjemeni)
- Hidrosenzibilitet (izražen brojem neisklijalih sjemenki)
- Sadržaj bjelančevina u sjemenu (izražen u %)
- Sadržaj škroba u sjemenu (izražen u %)

Broj plodnih vlati po parceli određen je na osnovu brojanja produktivnih vlati (onih koje su dale klas) na površini od 2 x 1 m² obračunske parcele, a konačni rezultat je prikazan kao srednja vrijednost dva prebrojavanja.

Broj sjemenki po klasu, masa sjemeni po klasu, duljina vlati i broj sekundarnih vlati po biljci, određeni su analizom tj. prebrojavanjem, odvagom i mjerenjem 10 slučajno odabranih biljaka po obračunskoj parceli.

Klijavost i energija klijanja određena je ISTA metodom propisanom za ječam tj. sjeme je stavljeno na naklijavanje u petrijeve zdjelice između dva navlažena sloja papirne podloge, u termostat, na temperaturu od 20° C. Utvrđivanju ovih parametara prišlo se šest mjeseci nakon žetve kako bi se sa sigurnošću prevladalo stanje dormantnosti sjemena. Energija klijanja određivana je nakon 4, a klijavost nakon 7 dana, po stavljanju uzoraka na naklijavanje. Svaki član pokusa bio je predstavljen uzorkom od 2 x 100 sjemenki, a rezultati su iskazani kao prosječni postoci dobiveni na osnovu prebrojavanja normalno iskljalog sjemena u obje petrijevke kod svakog člana pokusa. Pod normalno iskljalim sjemenom podrazumijevao se klijanac čije su sve životno potrebne strukture dobro razvijene (normalna klica i tri primarna korjenčića).

Sadržaj vlage u sjemenu određen je elektronskim vlagomjerom 24 sata nakon žetve.

Prirod sjemena određen je vaganjem nakon žetve na bazi zrakosuhog sjemena.

Hektolitarska težina sjemena određena je pomoću laboratorijske hektolitarske vage.

Hidrosenzibilitet sjemena određen je metodom po Pollocku: močenjem po 100 sjemenki sa 4, odnosno sa 8 ml vode i nakon 120 sati određivanjem razlike broja iskljalih zrna što predstavlja hidrosenzibilitet.

Sadržaj bjelančevina određen je u mikrosladari "Saturn", Nova Gradiška, standardnom metodom po Kjeldahlu. U Kjeldahlovu tikvicu odvagano je za svaki uzorak (član pokusa) po 2,2 g prethodno samljevenog sjemena, nakon čega je dodano 0,7 g HgO, po 15 g K₂SO₄ i Na₂SO₄, te 25 ml H₂SO₄. Tikvica je nagnuta i lagano grijana, sve dok se sadržaj nije prestao pjeniti, nakon čega je ostavljena na temperaturi vrenja 2 sata. Nakon toga uzorci su ohlađeni (ispod 25° C), dodano je po 200 ml vode i 25 ml otopine tiosulfata, a sadržaj je promiješan. Kako bi se izbjeglo preljevanje otopine preko ruba tikvice, prije miješanja dodano je nekoliko Zn granula. Potom je u tikvicu dodan NaOH u količini od 15 ml za svakih 10 ml dodane H₂SO₄, kako bi se postigla jako alkalna reakcija otopine. Tikvica je odmah zatim spojena na kondenzator, vrh kondenzatora je uronjen u standardnu otopinu H₂SO₄, te je u posudu za primanje destilata ukapano 5 kapi indikatora. Tikvica je potom rotirana kako bi se postiglo dobro miješanje sadržaja i grijana do završetka destilacije NH₃. Posuda za primanje destilata je nakon toga maknuta te je suvišak standardne H₂SO₄ titriran u destilatu sa standardnom otopinom NaOH. Postotak dušika izračunat je na slijedeći način: $(\text{mol H}_2\text{SO}_4 - \text{mol Na OH}) \times 1,4007/\text{g uzorka}$.

Dobiveni postotak pomnožen je s faktorom 6,25 čime je dobiven postotak bjelančevina u sjemenu.

Sadržaj škroba određen je spektrofotometrijskom metodom na način da je najprije pomoću Beckmanovog spektrofotometra određen postotak reduktivnog šećera na bazi glukoze. Potom je postotak reduktivnog šećera pomnožen s faktorom 0,923 čime je dobiven postotak škroba u sjemenu.

Za statističku analizu podataka korištena je analiza varijance (SAS System software). Nulte hipoteze su testirane primjenom odgovarajućih testova (F test i Duncanov multipli test rangova). Podaci izraženi u postocima su prije provođenja analize varijance transformirani pomoću arc sin transformacije. Korelacijski koeficijenti izračunati su pomoću računalnog programa Statistica.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA S RASPRAVOM

Prirod

Sigurna realizacija priroda težak je i kompliciran zadatak agronoma obzirom da se radi o složenom genotipskom svojstvu koje predstavlja konačni rezultat mnogih funkcija rasta biljke (Šatović, 1975., cit. Barić et al. 1994.). Prirod je funkcija brojnih karakteristika individualne biljke (npr. fotosintetska efikasnost), zajednice biljaka (npr. indeks lisne površine, gustoća sklopa, kut položaja lista), okoline i integracije procesa rasta u promjenjivim okolinskim uvjetima (TeKronoy i Egli 1991.).

Prirod je isto tako rezultat komponenti priroda od kojih je svaka važna za sebe, ali su manje ili više u svom razvoju uzajamno uzročno povezane. Prirod i komponente priroda kvantitativna su svojstva.

Tablica 4. Rezultati analize varijance

Izvori varijabilnosti	(n-1)	Sume kvadrata	Varijance	F exp. i opravdanost
Kultivari	2	4,96	2,48	13,89**
Frakcije	3	1,81	0,60	3,38*
Interakcija KxF	6	1,34	0,22	1,25
Ostatak	30	5,35	0,18	

Rezultati analize varijance prikazani u tablici 4 ukazuju na vrlo značajan utjecaj kultivara i frakcija sjemena na prirod, dok interakcija između kultivara i različitih frakcija nije bila značajna.

Tablica 4a. Duncanov test usporedbi srednjih vrijednosti priroda između kultivara

Kultivari	Srednje vrijednosti	Rang značajnosti
Knin	4,70	a
Trojanac	4,63	a
Tomislav	3,99	b

Kultivari Knin i Trojanac imali su opravdano veći prirod u usporedbi s kultivarom Tomislav. Između Knina i Trojanca nije utvrđena opravdana razlika u prirod (tablica 4a).

Tablica 4b. Duncanov test usporedbi srednjih vrijednosti priroda između frakcija sjemena

Frakcije sjemena	Srednje vrijednosti	Rang značajnosti
Krupna	4,78	a
Srednja	4,36	b
Sitna	4,32	b
Vrlo sitna	4,31	b

Najkrupnija frakcija sjemena dala je najveći prirod, odnosno, prirod se smanjivao kako se smanjivala krupnoća sjemena (tablica 4b). Naime, Duncanov test je pokazao da je najkrupnija frakcija sjemena opravdano većeg priroda od preostale tri frakcije (između kojih nije bilo značajnih razlika).

Dobiveni rezultati ukazuju na pozitivan utjecaj koje krupnije sjeme ječma ima na prirod u usporedbi sa srednjim i sitnim, te u ovim istraživanjima potvrđuju zaključak koji su izveli Kaufman i McFadden, 1960. da je u konkurenciji između biljaka u polju krupno sjeme ječma u prednosti nad sitnim, te da konačna visina priroda ovisi o učešću krupnog sjemena u smjesi. Pozitivan odnos između krupnoće sjemena i priroda utvrđen je i prethodnim rezultatima istraživanja brojnih autora kao npr. Demirlicakmak et al. 1963., Kaufman i Mc Fadden 1963., Splide 1989., Martinčić i Guberac 1996. , koji veći prirod koji daje krupnije sjeme dovode u vezu s većim potencijalom rasta, većim kapacitetom busanja te bržim formiranjem optimalne gustoće sklopa, čime se odlikuju biljke dobivene sjetvom takvog sjemena.

Navedena povoljna svojstva su prema zaključcima koje donose McDaniel 1969., te Chastain et al. 1995a posljedica povećanog metabolizma mitohondrija kod biljaka dobivenih iz krupnog sjemena kao i krupnijeg endosperma koje ima krupnije sjeme u usporedbi s sitnim.

Broj plodnih vlati po jedinici površine

Broj plodnih vlati po jedinici površine izravna je komponenta priroda ječma. Na osnovu procjene okolinskih i fenotipskih koeficijenata veza Kovačević 1991., ukazuje na vrlo jaki pozitivni utjecaj plodnih vlati na prirodu, ali istodobno navodi da postoje vrlo različiti podaci u pogledu utjecaja ove komponente na prirodu.

Broj plodnih vlati u žetvi ovisi o gustoći sjetve, mortalitetu u stadiju klijanaca i gubitku biljaka kao rezultatu okolinskih stresova (Hay i Walker 1987. cit. Barić et al. 1994.). Gustoća sjetve utječe na smanjenje broja plodnih vlati po biljci. Naime, povećanjem gustoće sjetve reducira se brzina i dužina trajanja sekundarnih vlati, pojačava se konkurencija između biljaka, a mortalitet biljaka je povećan. Optimalni broj plodnih vlati po jedinici površine može se postići gustoćom sjetve karakterističnom za kultivar. Za to je potrebno poznavati arhitekturu biljke koja može imati reducirani broj sekundarnih i tercijarnih vlati ili može imati sekundarne i tercijarne vlati po rodosti vrlo blizu glavnoj vlati ili to mogu biti tzv. unculum biljke (Barić et al. 1994.).

Tablica 5. Rezultati analize varijance

Izvori varijabilnosti	(n-1)	Sume kvadrata	Varijance	F exp. i opravdanost
Kultivari	2	44685,3	22343,6	5,69**
Frakcije	3	98575,2	32858,4	8,37**
Interakcija KxF	6	74071,7	12354,1	3,14*
Ostatak	30	117802,1	3926,7	

Analizom varijance (tablica 5) ustanovljen je vrlo značajan utjecaj i kultivara i frakcija kao i njihove interakcije na broj plodnih vlati po jedinici površine.

Tablica 5a. Duncanov test usporedbi srednjih vrijednosti broja plodnih vlati po jedinici površine između kultivara

Kultivari	Srednje vrijednosti	Rang značajnosti
Knin	1107,2	a
Tomislav	1081,6	a
Trojanac	1033,6	b

Rezultati prikazani u tablici 5 pokazuju da se najvećim brojem plodnih vlati u prosjeku odlikovao kultivar Knin, a između njega i kultivara Tomislav nije bilo opravdane razlike. Značajno manji broj plodnih vlati po jedinici površine od oba ova kultivara imao je Trojanac.

Tablica 5b. Duncanov test usporedbi srednjih vrijednosti broja plodnih vlati po jedinici površine između frakcija sjemena

Frakcije sjemena	Srednje vrijednosti	Rang značajnosti
Krupna	1131	a
Srednja	1156	a
Vrlo sitna	1134	b
Sitna	1026	b

Krupna i srednja frakcija sjemena (između kojih nije bilo opravdane razlike) odlikovale su se značajno većim brojem plodnih vlati u odnosu na vrlo sitnu i sitnu frakciju između kojih nije bilo značajne razlike u broju plodnih vlati po jedinici površine (tablica 5b).

Tablica 5c. Duncanov test usporedbi srednjih vrijednosti broja plodnih vlati po jedinici površine između svih članova pokusa (kombinacija)

Članovi pokusa (kombinacije)	Srednje vrijednosti	Rang značajnosti
3 Knin-Srednja frakcija	1214,0	a
4 Knin-Krupna frakcija	1133,25	a b
12 Trojanac-Krupna frakcija	1133,0	a b
8 Tomislav-Krupna frakcija	1127,0	a b
7 Tomislav-Srednja frakcija	1117,5	a b c
6 Tomislav-Sitna frakcija	1062,5	b c d
1 Knin-Vrlo sitna frakcija	1052,0	b c d
2 Knin-Sitna frakcija	1029,75	b c d
9 Trojanac-Vrlo sitna frakcija	1029,5	b c d
5 Tomislav-Vrlo sitna frakcija	1019,25	c d
11 Trojanac-Srednja frakcija	986,25	d
10 Trojanac-Sitna frakcija	985,75	d

Obzirom da je utvrđen značajan utjecaj interakcije između kultivara i frakcija na broj plodnih vlati po jedinici površine proveden je Duncanov test (tablica 5c) za usporedbu svih 12 mogućih kombinacija (kultivara i frakcija). Najveći broj plodnih vlati po jedinici površine postignut je srednjom frakcijom kultivara Knin, koja se nije opravdano razlikovala od krupne frakcije istog kultivara, krupne i srednje frakcije Tomislava i krupne frakcije Trojanca.

Iz dobivenih rezultata vidljiv je pozitivan odnos između krupnoće sjemena i broja plodnih vlati. Ovakve opravdane razlike u vrijednosti konačne gustoće

sklopa vjerojatno su uvjetovane veličinom endosperma krupnijeg sjemena. Takvo sjeme daje klice koje imaju veći vigor, klije s većim brojem primarnih korjenčića pa biljke imaju bolje razvijen korjenov sustav, što rezultira većim brojem izniklih biljaka. Puno brže nicanje klijanaca dobivenih sjetvom krupnog sjemena ječma kao i formiranje veće početne gustoće sklopa utvrdili su Chastain et al. 1995a, ali nisu opazili razlike u broju klasova po jedinici površine kao posljedicu veličine sjemena. Spilde 1989. s druge strane nije konstatirao razlike u početnoj gustoći sklopa kao posljedicu krupnoće sjemena usprkos značajno većem prirodnom dobivenom iz krupnijeg sjemena. Međutim, Demirlicakmak et al. 1963. izvijestili su o značajno većem broju klasova dobivenom sjetvom krupnijeg sjemena ječma. O većem broju klasova po jedinici površine dobivenom korištenjem krupnog sjemena izvijestili su i Fuciman i Herinkova 1980. i Peterson 1989. S druge strane, Evans 1978. utvrđuje da krupnije sjeme daje veći broj plodnih vlati jedino pri plićoj sjetvi. Roebuck i Trennery 1978. konstatirali su da sitno sjeme producira više plodnih vlati po jedinici površine, međutim, te su biljke imale manji broj zrna po klasu koja su bila sitnija i lakša.

Duljina primarne vlati

Duljina vlati je značajno svojstvo jer predstavlja komponentu otpornosti na polijeganje kao i neizravnu komponentu priroda ječma. Općenito je poznato da se noviji kultivari ječma odlikuju kraćom i čvršćom vlati što je povezano s većim žetvenim indeksom, te je i oplemenjivanje najčešće usmjereno u smjeru smanjenja duljine vlati. Međutim, prema navodima Kovačevića 1991., kod ječma su vrlo česte procjene pozitivnih korelacijskih koeficijenata između duljine vlati i priroda.

Tablica 6. Rezultati analize varijance

Izvori varijabilnosti	(n-1)	Sume kvadrata	Varijance	F exp. i opravdanost
Kultivari	2	9218,5	4609,25	198,56**
Frakcije	3	338,2	112,7	4,86**
Interakcija KxF	6	145,2	24,2	1,04
Ostatak	453	10515,7	23,2	

Analizom varijance ustanovljen je vrlo značajan utjecaj i kultivara i frakcija na duljinu primarne vlati, dok interakcija između kultivara i frakcija nije bila značajna (tablica 6).

Tablica 6a. Duncanov test usporedbi srednjih vrijednosti duljine plodne vlati između kultivara

Kultivari	Srednje vrijednosti	Rang značajnosti
Knin	58	a
Trojanac	51	b
Tomislav	47,5	c

Između sva tri kultivara postoje statistički značajne razlike u duljini primarne vlati (tablica 6a). Značajno dužu primarnu vlat imao je kultivar Knin u usporedbi s Trojancem i Tomislavom, dok je kultivar Trojanac imao značajno dužu vlat od Tomislava.

Tablica 6b. Duncanov test usporedbi srednjih vrijednosti duljine plodne vlati između frakcija sjemena

Frakcije sjemena	Srednje vrijednosti	Rang značajnosti
Krupna	53	a
Srednja	52	b a
Sitna	51,5	b
Vrlo sitna	51	b

Krupna frakcija sjemena imala je opravdano dulju primarnu vlat u usporedbi s vrlo sitnom i sitnom, dok između krupne i srednje frakcije nije utvrđena statistički značajna razlika kao ni između srednje i sitnih frakcija sjemena (tablica 6b).

Ovi rezultati podudaraju se s istraživanjima koja su proveli Chastain et al. 1995. a i b, prema kojima je krupnije sjeme ječma i pšenice ujedno dalo biljke dulje vlati. Međutim, Guberac 1992. nije utvrdio statistički značajan utjecaj različitih krupnoća sjemena na duljinu vlati, te istovremeno navodi da su rezultati istraživanja utjecaja krupnoće sjemena na duljinu vlati kod ječma kod mnogih autora različiti. Statistički značajne razlike u duljini vlati između krupne i sitnih frakcija sjemena konstatirane u ovom istraživanju nastale su, vjerojatno, zbog jačeg i bržeg početnog porasta klijanaca kod kojih su se sve etape organogeneze odvijale u povoljnim klimatskim prilikama.

Broj sekundarnih plodnih vlati po biljci

Analizom varijance (tablica 7) utvrđen je vrlo značajan utjecaj frakcija sjemena na broj sekundarnih vlati po biljci. Utjecaj kultivara na ovo svojstvo nije bio značajan, kao ni interakcija između kultivara i frakcija.

Tablica 7. Rezultati analize varijance

Izvori varijabilnosti	(n-1)	Sume kvadrata	Varijance	F exp. i opravdanost
Kultivari	2	4,1	2,03	0,85
Frakcije	3	70,1	23,36	9,78**
Interakcija KxF	6	28,9	4,83	2,02
Ostatak	453	1082,7	2,39	

Vrlo sitna, sitna i krupna frakcija (između kojih nije bilo opravdanih razlika) imale su značajno veći broj sekundarnih vlati po biljci u usporedbi s srednjom (tablica 7a).

Tablica 7a. Duncanov test usporedbi srednjih vrijednosti broja sekundarnih plodnih vlati po biljci između frakcija sjemena

Frakcije sjemena	Srednja vrijednost	Rang značajnosti
Vrlo sitna	3,7	a
Sitna	3,5	a
Krupna	3,4	a
Srednja	2,7	b

Veliki broj sekundarnih vlati kod biljaka koje su se razvile iz sitnih frakcija sjemena moguće je objasniti povećanim busanjem koje je moralo nastupiti kako bi takve biljke pokušale kompenzirati manji početni potencijal rasta i reduciranu početnu gustoću sklopa, a što se podudara s rezultatima koje su dobili Kirby i Faris, 1972. i Chastain et al. 1995a.

Rezultati istraživanja utjecaja veličine sjemena na broj klasova po biljci različiti su kod mnogih autora i vjerojatno su uvjetovani svojstvom simetričnosti žitarica kojim se nastoje s manjom ili većom sposobnošću prilagoditi na različite uvjete okoline i proizvodnog procesa. Chastain 1995b. utvrđuje veći broj klasova kod biljaka koje su se razvile iz krupnog sjemena, ali bez utjecaja na krajnji prirod. Veći broj produktivnih vlati po biljci sjetvom krupnog sjemena dobivaju i Boyd et al. 1971., te Fuciman i Henrikova 1980. S druge strane, Halubova 1980. i Evans 1978. utvrdili su da ovo svojstvo nije uvjetovano veličinom sjemena.

Broj zrna po klasu i masa zrna po klasu

Broj zrna po klasu izravna je komponenta priroda koju mnogi istraživači smatraju i najvažnijom komponentom priroda kod ječma. Kod višerednog

ječma, a osobito kod dvorednog, broj zrna po klasu u čvrstoj je vezi s brojem članaka klasnog vretena.

Tablica 8. Rezultati analize varijance za broj zrna po klasu

Izvori varijabilnosti	(n-1)	Sume kvadrata	Varijance	F exp. i opravdanost
Kultivari	2	77,3	38,7	2,94
Frakcije	3	156,9	52,3	3,98**
Interakcija KxF	6	117,3	19,5	1,49
Ostatak	453	5954,03	13,14	

Analizom varijance (tablica 8) utvrđen je vrlo značajan utjecaj frakcija sjemena na broj zrna po klasu. Utjecaj kultivara na ovo svojstvo nije bio značajan, kao ni interakcija između kultivara i frakcija.

Tablica 8a. Duncanov test usporedbi srednjih vrijednosti broja zrna po klasu između kultivara

Kultivari	Srednje vrijednosti	Rang značajnosti
Knin	18,7	a
Trojanac	17,9	b a
Tomislav	17,8	b

Obzirom da je rezultat F testa za utvrđivanje razlike između kultivara u ovom svojstvu bio vrlo blizu granice opravdanosti od 5% proveden je Duncanov test (tablica 8a) koji je pokazao da je kultivar Knin ipak imao značajno veći broj zrna po klasu u odnosu na kultivar Tomislav, dok između kultivara Knina i Trojanca, te Trojanca i Tomislava ne postoje značajne razlike.

Tablica 8b. Duncanov test usporedbi srednjih vrijednosti broja zrna po klasu između frakcija sjemena

Frakcije sjemena	Srednje vrijednosti	Rang značajnosti
Krupna	18,52	a
Sitna	18,49	a
Vrlo sitna	18,4	a
Srednja	17,15	b

Krupna, sitna i vrlo sitna frakcija (između kojih nije bilo opravdanih razlika) imale su značajno veći broj zrna po klasu u usporedbi s srednjom (tablica 8b).

Broj zrna po klasu i masa zrna (masa 1000 zrna) u potpunosti određuju masu zrna po klasu. Stoga se masa zrna po klasu ne koristi često kao kriterij oplemenjivanja na prirod kod ječma.

Tablica 9. Rezultati analize varijance za masu zrna po klasu

Izvori varijabilnosti	(n-1)	Sume kvadrata	Varijance	F exp. i opravdanost
Kultivari	2	0,57	0,28	5,3**
Frakcije	3	0,56	0,18	3,51*
Interakcija KxF	6	0,36	0,06	1,14
Ostatak	453	24,35	0,05	

Analizom varijance (tablica 9) ustanovljen je vrlo značajan utjecaj i kultivara i frakcija na masu zrna po klasu, dok interakcija između kultivara i frakcija nije bila značajna.

Tablica 9a. Duncanov test usporedbi srednjih vrijednosti mase zrna po klasu između kultivara

Kultivari	Srednje vrijednosti	Rang značajnosti
Knin	0,74	a
Trojanac	0,7	b a
Tomislav	0,66	b

Kultivar Knin imao je značajno veću masu zrna po klasu od kultivara Tomislav, dok između Knina i Trojanca, te između Trojanca i Tomislava nije bilo značajne razlike (tablica 9a).

Tablica 9b. Duncanov test usporedbi srednjih vrijednosti mase zrna po klasu između frakcija sjemena

Frakcije sjemena	Srednje vrijednosti	Rang značajnosti
Krupna	0,74	a
Sitna	0,73	a
Vrlo sitna	0,70	b a
Srednja	0,65	b

Krupna i sitna frakcija (koje se nisu značajno razlikovale od vrlo sitne) imale su značajno veću masu zrna po klasu od srednje. Između srednje i vrlo sitne frakcije nije utvrđena značajna razlika (tablica 9b).

Rezultati pojedinih autora o ovoj problematici su vrlo različiti. Većina istraživača ove problematike (Demirlicakmak et al. 1963., Drummond et al. 1966., Halubova 1977., Boniaameur i Caddel 1976., Roebuck i Trenerry 1978., Kusiroška i Tworkowski 1984.) ipak izvještava o većoj produkciji po klasu uvjetovanu krupnijim sjemenom. Guberac 1992. je utvrdio značajno duži klas i formiranje većeg broja začetka klasića kod ječma koji se razvio iz krupnijeg sjemena. S druge strane, Splide 1989., nije utvrdio značajne razlike u broju i masi zrna po klasu uvjetovane veličinom sjemena usprkos većem prirodu koji je dobiven iz krupnijeg sjemena. Slične rezultate dobio je i Evans 1978., te Chastain 1995a., ali ovi autori nisu ustanovili niti razlike u prirod. Veća produkcija po klasu koja se dobiva sjetvom najkrupnijeg sjemena također se može objasniti većim, pogotovo početnim potencijalom rasta takvih klijanaca, bržim formiranjem optimalnog sklopa, bržim formiranjem vegetativnih organa što vodi ka formiranju klasa duljeg klasnog vretena s većim brojem članaka. Listovi ovih biljaka imaju intenzivniju asimilaciju i brži tijek metabolita iz lista u klasić, što omogućuje bolji razvoj većeg broja klasića. Veći početni rast uvjetuje da biljka brže dođe do treće etape organogeneze kada još vladaju pro hladni i vlažniji uvjeti. Navedeni okolinski čimbenici uvjetuju sporije odvijanje ove etape (stvaranje začetka klasića u klasu), što vodi ka formiranju većeg broja začetaka klasića i time duljeg klasnog vretena. Međutim, sporiji početni rast uzrokuje da biljka dođe do početka treće etape organogeneze kasnije, kada već vladaju povišene temperature. U takvim uvjetima navedena etapa prolazi vrlo brzo, a što za posljedicu ima formiranje kraćeg klasnog vretena s manjim brojem začetaka klasića.

Donekle iznenađuje činjenica da je u ovim istraživanjima i sitna frakcija sjemena (uz krupnu) pokazala značajno veću produkciju po klasu u odnosu na srednju. Između ovih frakcija istodobno nije bilo značajnih razlika u prirod, međutim srednja frakcija je kroz veću konačnu gustoću sklopa kompenzirala razliku u prirod. Ovdje ne treba isključiti niti mogućnost da je kod srednje frakcije došlo do etioliranja klasnog vretena (povećanje parenhimskog tkiva na račun sklerenhimskog) što može voditi povećanom nalijeganju biljaka. Do ovoga može doći uslijed povećane količine dušika ili nekog drugog čimbenika na određenom dijelu parcele.

Vlaga sjemena u žetvi

Postotak vlage koju sjeme sadrži u žetvi vrlo je važan gospodarski čimbenik jer manji sadržaj vlage omogućuje raniju žetvu i smanjenje troškova umjetnog dosušivanja sjemena.

Tablica 10. Rezultati analize varijance

Izvori varijabilnosti	(n-1)	Sume kvadrata	Varijance	F exp. i opravdanost
Kultivari	2	0,0025	0,00124	16,57**
Frakcije	3	0,0118	0,00394	52,5**
Interakcija KxF	6	0,0002	0,00003	0,38
Ostatak	30	0,002	0,00007	

Analizom varijance (tablica 10) utvrđen je vrlo značajan utjecaj i kultivara i frakcija na sadržaj vlage u sjemenu u žetvi, dok interakcija između kultivara i frakcija sjemena nije bila značajna.

Tablica 10a. Duncanov test usporedbi srednjih vrijednosti vlage sjemena u žetvi između kultivara

Kultivari	Srednje vrijednosti	Rang značajnosti
Tomislav	0,441	a
Knin	0,430	b
Trojanac	0,424	c

Između sva tri kultivara utvrđene su statistički značajne razlike (tablica 10a). Kultivar Trojanac, čije je sjeme sadržavalo najmanju količinu vlage u žetvi pokazao se opravdano boljim u ovom svojstvu od Knina i Tomislava, a kultivar Knin imao je značajno manji postotak vlage od Tomislava.

Tablica 10b. Duncanov test usporedbi srednjih vrijednosti vlage sjemena u žetvi između frakcija sjemena

Frakcije sjemena	Srednje vrijednosti	Rang značajnosti
Vrlo sitna	0,453	a
Sitna	0,440	b
Srednja	0,421	c
Krupna	0,414	d

Između svih frakcija sjemena utvrđena je opravdana razlika (tablica 10b). Najmanji sadržaj vlage sjemena u žetvi imala je krupna frakcija, odnosno, sadržaj vlage se povećavao kako se promjer sjemena smanjivao.

Dobiveni rezultati podudaraju se sa rezultatima koje su dobili Evans i Bhatt 1977., te Spilde 1989. koji su također u svojim istraživanjima konstatairali da sjeme ječma proizvedeno sjetvom krupnog sjemena sadrži

opravdano manji sadržaj vlage za vrijeme žetve u usporedbi sa srednjim i sitnim sjemenom.

Povećani sadržaj vlage sjemeni u žetvi povezan sa sjetvom sitnijeg sjemeni upućuje na produženo razdoblje zriobe koje je posljedica manjeg početnog vigora takvog sjemeni. Naprotiv, manji sadržaj vlage u sjemeni kojim se odlikuju biljke dobivene iz krupnog sjemeni omogućuje raniju žetvu i smanjenje troškova umjetnog sušenja.

Masa tisuću sjemenki

Masa 1000 sjemenki, odnosno masa sjemeni, izravna je komponenta priroda i važno svojstvo pivarske kakvoće ječma. Ovo svojstvo u pravilu je pouzdaniji pokazatelj kakvoće ječma nego hektolitarska masa. Masa 1000 sjemenki u pozitivnoj je vezi sa sortiranjem i sa sadržajem ekstrakta u ječmu: sa povećanjem mase 1000 sjemenki povećava se i postotni udio zrna prve klase, a samim time, pod uvjetom da je jednak sadržaj bjelančevina, raste i ekstrakt ječma. Prema Kovačeviću, 1991. korelacijske veze ovog svojstva s prirodnom ječma vrlo su različite tj. različiti autori utvrdili su od vrlo slabih negativnih, preko slabo pozitivnih do značajno pozitivnih korelacijskih veza između mase 1000 sjemenki i priroda ječma.

Tablica 11. Rezultati analize varijance

Izvori varijabilnosti	(n-1)	Sume kvadrata	Varijance	F exp. i opravdanost
Kultivari	2	49,8	24,89	5,2*
Frakcije	3	39,2	13,07	2,73
Interakcija KxF	6	43,0	7,16	1,5
Ostatak	30	143,6	4,78	

Analizom varijance (tablica 11) utvrđen je značajan utjecaj kultivara na masu 1000 sjemenki. Utjecaj frakcija na ovo svojstvo nije bio značajan, kao ni interakcija između kultivara i frakcija.

Tablica 11a. Duncanov test usporedbi srednjih vrijednosti mase 1000 sjemenki između kultivara

Kultivari	Srednje vrijednosti	Rang značajnosti
Trojanac	44,9	a
Knin	44,6	a
Tomislav	42,6	b

Kultivari Trojanac i Knin (između kojih nije bilo značajne razlike) imali su značajno veću masu 1000 sjemenki od kultivara Tomislav (tablica 11a).

Tablica 11b. Duncanov test usporedbi srednjih vrijednosti mase 1000 sjemenki između frakcija sjemena

Frakcije sjemena	Srednje vrijednosti	Rang značajnosti
Krupna	45,3	a
Srednja	44,45	b a
Sitna	43,3	b
Vrlo sitna	43,1	b

Obzirom da je rezultat F testa kojim su testirane razlike između krupnoća sjemena u ovom svojstvu bio blizu granice opravdanosti od 5% proveden je Duncanov test za višestruke usporedbe koji je ipak pokazao (tablica 11b) da je krupna frakcija sjemena imala značajno veću masu 1000 sjemenki u usporedbi sa sitnom i vrlo sitnom frakcijom.

Ovakvi rezultati podudaraju se s rezultatima koje su dobili Boniaameur i Caddel, 1976. i Martinčić i Guberac, 1991.

Međutim, ovo je svojstvo prema navodima iz literature najmanje uvjetovano veličinom sjemena. Različite krupnoće sjemena nisu utjecale na masu 1000 sjemenki u istraživanjima koja su proveli Evans, 1978., Fuciman i Henrikova 1980. i Kusiroška i Tworkowski 1984. Također, Splide, 1989. nije konstatirao razlike u masi sjemena kao i krupnoći zrana na klasu kao posljedicu veličine sjemena. Iste rezultate iznose i Chastain et al., 1995. koji konstatiraju da krupnoća sjemena nije utjecala niti na jednu od žetvenih karakteristika ječma.

Prema brojnim autorima ova komponenta priroda može najslabije kompenzirati ostale dvije (broj plodnih vlati po jedinici površine i produkciju po klasu). Masa 1000 sjemenki je karakteristika kultivara (genotipa) ječma i ujedno je i najstabilnija komponenta priroda osim u ekstremnim uvjetima.

Hektolitarska masa

Hektolitarska masa ovisi o broju sjemenki u određenom volumenu (1 hl) i o masi sjemenki (masi 1000 sjemenki). Broj sjemenki koji mogu stati u određeni volumen najviše ovisi o obliku samog sjemena. Uslijed veće mase, pune, ovalne sjemenke slažu se kompaktnije od plosnatih. Međuprostori između plosnatih sjemenki su, međutim, nešto manji. Uslijed otkidanja vrhova sjemenki

u žetvi hektolitarska masa ječma se povećava, a prilikom slabijeg odvajanja osja ona se znatno smanjuje. Isto tako, povećanjem vlage sjemena hektolitarska masa se smanjuje dok se sušenjem povećava.

Od sastojaka ječma najveću specifičnu težinu ima škrob. Zbog toga, ječam s većom hektolitarskom težinom daje slad s većim sadržajem ekstrakta. Međutim, sama hektolitarska masa nije dovoljna za određivanje kakvoće ječma, već se ona mora promatrati u sklopu sa drugim pokazateljima, kao što su npr. kljavost, sadržaj bjelančevina, vlaga itd.

Tablica 12. Rezultati analize varijance

Izvori varijabilnosti	(n-1)	Sume kvadrata	Varijance	F exp. i opravdanost
Kultivari	2	25,35	12,67	10,32**
Frakcije	3	7,1	2,36	1,93
Interakcija KxF	6	11,3	1,88	1,53
Ostatak	30	36,86	1,23	

Analizom varijance (tablica 12) utvrđen je vrlo značajan utjecaj kultivara na hektolitarsku masu. Utjecaj frakcija na ovo svojstvo nije bio značajan, kao ni interakcija između kultivara i frakcija.

Tablica 12a. Duncanov test usporedbi srednjih vrijednosti hektolitarske mase između kultivara

Kultivari	Srednje vrijednosti	Rang značajnosti
Knin	62,25	a
Trojanac	60,9	b
Tomislav	60,6	b

Kultivar Knin imao je značajno veću hektolitarsku težinu od Trojanca i Tomislava između kojih nije bilo opravdane razlike (tablica 12a).

Dobiveni rezultati podudaraju se s rezultatima koje su dobili Boniaameur i Caddel, 1976., Fuciman i Herinkova 1980 i Evans 1978. Navedeni istraživači konstatirali su da krupnoća sjemena nema utjecaja na hektolitarsku masu ječma. Za razliku od ovih rezultata Splide, 1989. je konstatirao opravdano veću hektolitarsku težinu ječma dobivenog sjetvom krupnog sjemena, premda nije utvrdio razliku u krupnoći požnjevenog sjemena kao posljedicu krupnoće sjemena.

Hektolitarska masa je kao i masa 1000 sjemenki svojstvo kultivara.

Klijavost i energija klijanja

Klijavost je vrlo važna značajka kakvoće sjemenske robe kao i pivarskog ječma namjenjenog za proizvodnju slada, obzirom da tek prilikom klijanja nastaje cijeli niz hidrolitičkih enzima koji obavljaju razgradnju endosperma sjemena. Od sjemenki koje ne proklju ne može se ni u kojem slučaju dobiti slad. Slad u kome ima više postotaka neisklijalih sjemenki teško se ošećeruje iz čega proizlaze mnoge poteškoće u tehnološkom procesu proizvodnje piva.

Tablica 13. Rezultati analize varijance za klijavost sjemena

Izvori varijabilnosti	(n-1)	Sume kvadrata	Varijance	F exp. i opravdanost
Kultivari	2	0,029	0,014	2,47
Fracije	3	0,02	0,006	1,13
Interakcija KxF	6	0,014	0,002	0,41
Ostatak	30	0,17	0,0058	

Analizom varijance (tablica 13) utvrđeno je da ne postoji značajan utjecaj niti kultivara niti frakcija sjemena kao ni njihove interakcije na klijavost sjemena.

Za usporedbu, Chastain et al., 1995. također u svojim istraživanjima nisu konstatirali razlike u laboratorijskoj klijavosti kao posljedici veličine sjemena ječma. Lafond i Baker, 1986b čak su utvrdili bolju klijavost sitnog sjemena. Drugačije rezultate dobili su Martinčić et al., 1996. koji su zaključili da veličina sjemena strnih žitarica ima opravdano pozitivni utjecaj na laboratorijsku klijavost.

Energija klijanja, uz životnost (klijavost) sjemena, ima izravan učinak na sposobnost regeneracije sjemena u biljku. Ovo svojstvo predstavlja potencijal sjemena za brzo, jednoliko nicanje i razvoj normalnih klijanaca pod različitim agroekološkim uvjetima koji mogu vladati u polju (TeKrony i Egli, 1991.). Prema tome, koncept ovog svojstva sjemena nameće zaključak da se dvije partije sjemena koje imaju isti nivo standardne klijavosti u idealnim laboratorijskim uvjetima mogu ponašati potpuno drugačije pod nepovoljnim uvjetima u polju upravo zbog razlike u vigoru sjemena tj. energiji klijanja.

Ovo svojstvo, također, daje uvid u tehnološku zrelost ječma za proizvodnju slada. Energija klijanja već nakon 3 dana treba biti što bliža sa klijavošću. Energija klijanja nakon tog vremena nema značenja za praksu, obzirom da vrijeme koje je na raspolaganju za klijanje u cilju odgovarajuće razgradnje endosperma u tom slučaju nije dovoljno.

Tablica 14. Rezultati analize varijance za energiju klijanja sjemena

Izvori varijabilnosti	(n-1)	Sume kvadrata	Varijance	F exp. i opravdanost
Kultivari	2	0,063	0,03	6,71**
Frakcije	3	0,03	0,01	2,14
Interakcija KxF	6	0,015	0,003	0,55
Ostatak	30	0,14	0,0047	

Analizom varijance (tablica 14) utvrđen je vrlo značajan utjecaj kultivara na energiju klijanja sjemena. Utjecaj frakcija na ovo svojstvo nije bio značajan, kao ni interakcija između kultivara i frakcija.

Tablica 14a. Duncanov test usporedbi srednjih vrijednosti energije klijanja sjemena između kultivara

Kultivari	Srednje vrijednosti	Rang značajnosti
Knin	1,19	a
Tomislav	1,12	b
Trojanac	1,10	b

Kultivar Knin imao je značajno bolju energiju klijanja od preostala dva kultivara između kojih nije bilo značajne razlike (tablica 14a).

Tablica 14b. Duncanov test usporedbi srednjih vrijednosti energije klijanja sjemena između frakcija sjemena

Frakcije sjemena	Srednje vrijednosti	Rang značajnosti
Krupna	1,17	a
Srednja	1,15	b a
Sitna	1,13	b a
Vrlo sitna	1,10	b

Krupna frakcija imala je značajno veću energiju klijanja od vrlo sitne. Između ostalih frakcija sjemena nije postojala opravdana razlika u energiji klijanja (tablica 14b).

Prema tome, krupna frakcija sjemena ipak se odlikovala značajno većom energijom klijanja u usporedbi sa sitnom, iako između njih nije bilo značajnih razlika u klijavosti. Ovakav rezultat u skladu je sa brojnim predhodnim istraživanjima (Boyd et al., 1971., Demirlicakmak et al., 1963., Kaufman i McFadden 1960. i 1963., Spilde 1989., Chastain et al., 1995.) kojima je

utvrđeno da krupnije sjeme daje klijance s većim vigorom, odnosno većom energijom klijanja, što je uglavnom povezano s većim prirodom. Vigor sjemena ima pozitivni utjecaj na vegetativni rast biljke. Ova činjenica upućuje na zaključak da se veći vigor sjemena izravno odražava na prirod kod kultura koje se žanju tijekom vegetativnog rasta, kao i kod onih biljaka čija se žetva obavlja tijekom ranog reproduktivnog razvoja. Međutim, bujniji vegetativni rast nije tako usko povezan sa prirodom ječma koji se žanje u punoj reproduktivnoj zriobi zbog sjemena. Prema tome, u proizvodnji ječma (kao i ostalih strnih žitarica) veći vigor krupnijeg sjemena neće toliko doći do izražaja pod optimalnim agroekološkim uvjetima. Njegova će se prednost manifestirati u uvjetima gustoće sklopa koja je manja od one koja se zahtjeva za maksimalan prirod, kao i u uvjetima zakašnjele sjetve.

Sadržaj škroba u sjemenu

Sadržaj škroba u sjemenu značajan je parametar tehnološke vrijednosti ječma. Ovo svojstvo pozitivno je korelirano s količinom ekstrakta koji se dobije u sladu, a negativno s količinom bjelančevina u sjemenu. Ekstrakt ječma obično je oko 14,7% veći od sadržaja škroba u njemu. Od količine ekstrakta u sladu ovisi količina utroška slada za proizvodnju određene količine i koncentracije piva.

Tablica 15. Rezultati analize varijance

Izvori varijabilnosti	(n-1)	Sume kvadrata	Varijance	F exp. i opravdanost
Kultivari	2	0,007	0,003	19,02**
Frakcije	3	0,002	0,0006	3,70*
Interakcija KxF	6	0,001	0,0002	1,15
Ostatak	30	0,0052	0,00017	

Analizom varijance (tablica 15) ustanovljen je vrlo značajan utjecaj i kultivara i frakcija na sadržaj škroba u sjemenu, dok interakcija između kultivara i frakcija nije bila značajna.

Tablica 15a. Duncanov test usporedbi srednjih vrijednosti sadržaja škroba u sjemenu između kultivara

Kultivari	Srednje vrijednost	Rang značajnosti
Knin	0,86	a
Trojanac	0,84	b
Tomislav	0,83	b

Kultivar Knin odlikovao se značajno većim sadržajem škroba u sjemenu u usporedbi s Trojancem i Tomislavom između kojih nije bilo opravdane razlike.

Tablica 15b. Duncanov test usporedbi srednjih vrijednosti sadržaja škroba u sjemenu između frakcija sjemena

Frakcije sjemena	Srednje vrijednosti	Rang značajnosti
Krupna	0,85	a
Srednja	0,85	a
Sitna	0,84	b a
Vrlo sitna	0,83	b

Krupna i srednja frakcija sjemena imale su značajno veći sadržaj škroba u usporedbi sa vrlo sitnim. Između krupne, srednje i sitne, kao i između vrlo sitne i sitne frakcije sjemena nisu postojale opravdane razlike (tablica 15b).

U literaturi postoji malo podataka o istraživanju utjecaja veličine sjemena na sadržaj škroba u sjemenu. Martinčić i Guberac, 1991. navode da se količina škroba smanjivala usporedo sa smanjivanjem promjera sjemena, što je i za pretpostaviti jer krupnije sjeme zbog većeg endosperma sadrži i više škroba. S druge strane, Chastain et al., 1995b, kao i Spilde 1989. nisu utvrdili da je veličina sjemena utjecala na veličinu sjemena dobivenog u žetvi, pa je i za očekivati da nije bilo niti razlika u sadržaju škroba jer je ovo svojstvo uglavnom karakteristika genotipa.

Sadržaj bjelančevina u sjemenu

Iako sadržaj bjelančevina u sjemenu ječma iznosi najčešće samo od 10 do 15%, ovo svojstvo ima presudan utjecaj na kakvoću ječma koji se koristi za proizvodnju slada.

Odavno je poznato da previsok sadržaj bjelančevina, tj. dušika u sjemenu ječma ima negativan učinak na kakvoću slada i piva. Za proizvodnju slada poželjan je ječam s nižim sadržajem dušika. Takvo zrno odlikuje se bržom modifikacijom, a tijekom proizvodnje slada dolazi do manjih gubitaka kao posljedica manje respiracije i rasta korjena. Slad s malim postotkom dušika daje najviše ekstrakta. Međutim, premali sadržaj dušika također nije poželjan. Takav ječam ima nedovoljnu diastatsku aktivnost, daje pivo koje se slabo pjeni, a deficit složenih dušikovih spojeva kvari puni okus piva.

Prema Ewersonu, 1977. sadržaj ekstrakta u sladu, što je jedan od najvrijednijih pokazatelja kakvoće slada, usko je i negativno koreliran sa sadržajem bjelančevina u zrnu ječma i takav korelacijski odnos vrlo je sličan u

svakom pojedinom kultivaru. Isto tako, razlika ekstrakta fine i grube meljave tj. mjera stupnja konverzije ječma u slad, povećava se usporedo s povećanjem sadržaja bjelančevina u zrnju ječma. I ovo svojstvo je negativno korelirano sa sadržajem ekstrakta. Također, Kolbachov indeks, koji predstavlja odnos između topivih bjelančevina prema ukupnom sadržaju bjelančevina u sladu, smanjuje se s povećanjem sadržaja bjelančevina.

Tablica 16. Rezultati analize varijance

Izvori varijabilnosti	(n-1)	Sume kvadrata	Varijance	F exp. i opravdanost
Kultivari	2	0,004	0,002	853,23**
Frakcije	3	0,000007	0,000002	1,04
Interakcija KxF	6	0,000006	0,000001	0,46
Ostatak	30	0,000067	0,000022	

Analizom varijance (tablica 16) utvrđen je vrlo značajan utjecaj kultivara na postotak bjelančevina u sjemenu. Utjecaj frakcija na ovo svojstvo nije bio značajan, kao ni interakcija između kultivara i frakcija.

Tablica 16a. Duncanov test usporedbi srednjih vrijednosti sadržaja bjelančevina u sjemenu između kultivara

Kultivari	Srednje vrijednosti	Rang značajnosti
Trojanac	0,35	a
Tomislav	0,33	b
Knin	0,32	c

Između sva tri kultivara utvrđena je statistički značajna razlika u ovom svojstvu. Najveći postotak bjelančevina imao je kultivar Trojanac, zatim Tomislav i Knin (tablica 16a).

Ovi rezultati ukazuju da krupnoća sjemena nije utjecala na sadržaj bjelančevina u sjemenu i u potpunosti se podudaraju s rezultatima koje je dobio Spilde, 1989. Ovaj autor je, također, konstatirao da ne postoje nikakve razlike u ovom svojstvu uvjetovane krupnoćom sjemena.

Sadržaj bjelančevina je svojstvo kultivara pod velikim utjecajem godine, lokacije i tehnologije proizvodnje.

Hidrosenzibilitet

Hidrosenzibilitet ječma predstavlja osjetljivost embrija na povećanu količinu vode tijekom klijanja. Za početak klijanja ovakvog ječma potrebno je dugo

vremena ili klijanje uslijed jakog inhibicijskog djelovanja vode potpuno izostaje. Hidrosenzibilitet ovisi o stadiju tehnološke zrelosti ječma, kultivaru (genotipu) i uvjetima okoline (naročito vremenskih prilika tijekom dozrijevanja). Iako uzrok hidrosenzibiliteta nije do kraja rasvjetljen, poznato je da u vrlo hidrosenzibilnom ječmu, koji je dozrijevao na nižim temperaturama, ima ferula kiseline koja ima inhibirajući učinak na klijanje. Hidrosenzibilitet se u praksi može prevladati močenjem ječma u 0,1% otopini vodikovog peroksida uz dodatak oksidansa ili dugačkim pauzama na zraku u procesu močenja ječma.

U ovom istraživanju svi uzorci koji su tretirani s 8 ml vode pokazali su ili jednaku ili čak veću klijavost od uzoraka tretiranih sa 4 ml vode. Ovo svojstvo stoga nije uzeto u statističku obradu. Može se samo konstatirati da kultivari u pokusu nisu hidrosenzibilni, kao i to da krupnoća sjemena nema utjecaja na ovo svojstvo ječma.

Korelacijske povezanosti između nekih svojstava

Korelacijski odnosi između priroda i njegovih komponenti ovise o genetskoj strukturi kultivara i utjecaju okoline (Kovačević, 1991.). Poznavanje međusobne zavisnosti većeg broja važnih svojstava ječma može biti korisno npr. u svrhu pravilnog vođenja procesa oplemenjivanja. Utvrđivanje korelacijskih odnosa između priroda i komponenti priroda može dati odgovor kako povećati prirod neizravnim putem preko njegovih komponenti.

Tablica 17. Korelacije između priroda i komponenti priroda

Varijabla	Prirod	M 1000 zrna	Duljina pl. vlati	Br.pl. vlati	Br. sek. vlati po biljci	Br. zrna po klasu	M zrna po klasu
Prirod	-	0,46**	0,50**	0,26	0,12	0,40**	0,37**
M 1000 zrna	0,46**	-	0,31*	0,22	-0,03	0,27	0,58**
Duljina pl. vlati	0,50**	0,31*	-	0,13	0,09	0,42**	0,41**
Br. pl. vlati	0,26	0,22	0,13	-	-0,22	-0,05	-0,01
Br. sek vlati	0,12	-0,30	0,09	-0,22	-	0,35*	0,21
Br. zrna po klasu	0,40**	0,27	0,42**	-0,05	0,35*	-	0,81**
Masa zrna po klasu	0,37**	0,58**	0,41**	-0,01	0,21	0,81*	-

N=48 $r_{0,05}=0,273$ $r_{0,01}=0,354$

Ovim istraživanjem utvrđeno je da su duljina plodne vlati, masa 1000 zrna, broj zrna po klasu, te masa zrna po klasu pozitivno i statistički visokoopravdano korelirani s prirodom ječma (tablica 17). Između broja klasova po jedinici površine, te broja sekundarnih vlati po biljci i priroda utvrđeni su pozitivni

korelacijski koeficijenti, no oni nisu bili statistički značajni. Obzirom na visokoopravdanu i pozitivnu korelaciju između duljine plodne vlati, te broja i mase zrna po klasu, može se pretpostaviti da je dulja plodna vlat neizravno utjecala na prirod preko ovih komponenti. Između mase 1000 zrna i mase zrna po klasu, te broja i mase zrna po klasu također postoji pozitivna i visokoopravdana korelacija.

Iako je kod pšenice veliki broj istraživača procjenio vrlo jaku negativnu korelaciju između visine biljke i prirod zrna, kod ječma su vrlo česte procjene pozitivnih korelacijskih koeficijenata između duljine plodne vlati i prirod (Paroda, 1972. i Acikgoz, 1973., cit. Kovačević 1991.).

Korelacijske veze mase 1000 zrna s prirodom su prema Kovačeviću, 1991. vrlo različite, a najvećim dijelom ovise o genetskoj strukturi kultivara. Broj zrna po klasu veliki broj istraživača smatra najvažnijom komponentom prirod ječma. Između ovog svojstva i prirod gotovo su redovito utvrđene pozitivne korelacijske veze, kao i u ovim ispitivanjima.

Postoje također vrlo različiti podaci u pogledu utjecaja broja plodnih vlati na prirod ječma. Kovačević et al., 1986. i Kovačević 1991. procjenili su visoku i vrlo visoku pozitivnu korelaciju između broja plodnih vlati i prirod ječma. S druge strane Chao et al., 1980. cit. Kovačević, 1991. procjenili su negativni utjecaj broja plodnih vlati na prirod preko broja zrna po klasu. Slično tome, Grafius et al., 1976. cit. Kovačević, 1991. procjenjuju jaku negativnu korelaciju između broja plodnih vlati i broja zrna po klasu. Negativna korelacija između broja klasova po jedinici površine, te broja i mase zrna po klasu procjenjena je i u ovom istraživanju.

ZAKLJUČAK

Između tri proučena kultivara jarog pivarskog ječma, u namjenskoj proizvodnji za potrebe sladarstva najopravdanije bi bilo preporučiti kultivar Knin. Naime, ovaj kultivar postigao je u prosjeku najveću rodnošć te se pokazao opravdano boljim u većini svojstava značajnih za kakvoću slada (hektolitarska masa i masa 1000 sjemenki, sadržaj škroba i bjelančevina, energija klijanja,) u usporedbi s kultivarima Tomislavom i Trojancem.

Duljina plodne vlati, masa 1000 zrna, broj i masa zrna po klasu pozitivno su i statistički visokoopravdano korelirani s prirodom ječma. Visokoopravdana pozitivna korelacija utvrđena je između duljine plodne vlati, te broja i mase zrna po klasu.

Krupnoća sjemeni pozitivno je utjecala na većinu ispitivanih svojstava kod jarog pivarskog ječma. Veći prirod, smanjeni sadržaj vlage zrna u žetvi i manji rizik od reducirane gustoće sklopa ukazuju na moguću gospodarsku dobit povezanu s korištenjem krupnijeg sjemeni. Krupno sjeme pokazalo je svoju superiornost i u drugim važnim svojstvima; energija klijanja, sadržaj škroba i masa 1000 sjemenki.

Najveća prednost biljaka koje se razvijaju iz krupnog sjemena je njihov znatno veći potencijal ranog rasta. Ovo svojstvo omogućuje takvim biljkama bolju konkurenciju s korovima, lakše preživljavanje napada bolesti i štetnika, te formiranje optimalne gustoće sklopa koja se zahtjeva za visoki prirod. Potencijalna ekonomska dobit povezana s većim prirod pokazatelji su koji nas upućuju da pri odabiru sjemenske robe prednost treba dati krupnom, visokokvalitetnom sjemenu usprkos njegovoj često znatno većoj cijeni.

SEED SIZE, YIELD, YIELD COMPONENTS AND MALT QUALITY OF DIFFERENT SPRING BARLEY CULTIVARS

SUMMARY

Seed size (frequently measured as volume) is an important component of seed quality that has been studied extensively for many crop species. The positive influence of seed size on grain yield of cereal crops is mainly well known. On the other hand, the effect of seed size on yield components and important factors of seed quality has not been reported to the same degree. The objectives of this study were to evaluate the relative influence of seed size of three spring malting barley cultivars (*Hordeum vulgare* L.) on grain yield, yield components and certain seed quality factors important in malt industry and to determine the correlation among yield and its components. Research was conducted at Maksimir experimental field, Zagreb, Croatia. Seed size positively affected most of the studied traits. Grater grain yield, reduced grain moisture content at harvest, lower risk of reduced stand density, higher starch content and seed vigour are extremely important agronomic attributes associated with large seed. Cultivar Knin significantly exceeded other two cultivars (Tomislav and Trojanac) both in grain yield and seed quality. Mainstem length, 1000 kernel weight, kernel number and weight per spike have been positively correlated with grain yield. High positive correlation has been determined between mainstem length and spike production.

Key words: spring malting barley, seed size, yield, yield components, seed quality

LITERATURA

1. Arends, A. M., et al. 1995. Genetic and environmental variation in the diastatic power of Australian barley. *Journal of Cereal Science*, 21 (1): 63-70.
2. Austenson, H. M., and P.D. Walton. 1970. Relationships between initial seed weight and mature plant characters in spring wheat. *Can. J. Plant Sci.* 50: 53-58.

3. Barić, Marijana, et al. 1994. Sorte ozime pšenice (*Tr. aestivum* L.) različite strukture uroda zrna. *Sjemenarstvo* 5, 387-400.
4. Bonaameur, F., and J. L. Caddel. 1976. Barley kernel size in relation to seedling, vigor, yield and yield components. p. 92. *In* *Agronomy abstracts*. ASA, Madison, WI, USA.
5. Boyd, W.J., et al. 1971. Seed size, germination resistance and seedling vigor in barley. *Can. J. Plant Sci.* 51: 93-99.
6. Briggs, D. E. 1978. *Barley*. John Wiley, New York.
7. Ceccarelli, S., and M. T. Pegiati. 1980. Effect of seed weight on coleoptile dimensions in barley. *Can. J. Plant Sci.* 60 (1): 221-225.
8. Chapman S. R., and L. P. Carter. 1976. *Crop Production, Principles and Practices*. W. H. Freeman and Company, San Francisco.
9. Chastain, T. G., et al. 1995a. Seedbed residue and seed size relationships in winter barley. *Agronomy Journal*. 87 (3): 517-520.
10. Chastain, T. G., et al. 1995b. Stand establishment responses of soft white winter wheat to seedbed residue and seed size. *Crop Science*. 35 (1): 213-218.
11. Demircakmak, A., et al. 1963. The influence of seed size and seeding rate on yield and yield components of barley. *Can. J. Plant Sci.* 43: 330-337.
12. Douglas, C. L., and D. E. Wilkins. 1992. Influence of tillage and seeds on wheat emergence and development. p. 323. *In* *Agronomy abstracts*. ASA, Madison, WI, USA.
13. Drummond, W. 1966. The effect of seed source, seed size, fungicide treatment and seeding rate on yield, quality and agronomic characteristics of Wells durum (*Triticum durum* Desf.) M. S. thesis. North Dakota State Univ., Fargo.
14. Duczek, L. J., and I. J. Piening. 1982. Effect of seeding depth, seeding date and seed size on common root rot of spring barley. *Can. J. Plant Sci.* 62 (4): 885-891.
15. Edney, M. J., et al. 1998. Kernel colour varies with cultivars and environments in barley. *Can. J. Plant Sci.* 78 (2): 217-222.
16. Erkkila, M. J., et al. 1998. Allele-dependent barley grain β -amylase activity. *Plant Physiology* 117 (2): 679-685.
17. Evans, L. E., and G. M. Bhatt. 1977. Influence of seed size, protein content and cultivar on early seedling vigor in wheat. *Can. J. Plant Sci.* 57 (3): 929-935.
18. Evans, S. A. 1978. Exploratory trials on the influence of seed number and distribution on the components of yield of spring barley. *Experimental Husbandry*, 34, 118-129.
19. Ewertson, G. 1977. Protein content and grain quality relations in barley. *Agri Hortique Genetica*, 1-4, 1-104.
20. Frey, K. J., and S. C. Wiggans. 1956. Growth rates of oats from different test weight seed lots. *Agron. J.* 48: 521-523.
21. Fuciman, L., and J. Herinkova. 1980. The effect of different ripeness and grading of seeds on the subsequent yield of spring barley (*Hordeum sativum* var. nutans). *Rostlinna Vyroba*, 26 (8): 785-790.
22. Gan, Y., and E. H. Stobbe. 1995. Effects of variations in seed size and planting depth on emergence, infertile plants and grain yield of spring wheat. *Can. J. Plant Sci.*, 75 (3): 565-570.
23. Geizlet, G. N., and B. K. Hoag. 1966. Wheat seed size influences yield. *North Dakota Farm Res.* 24 (11): 12-14.
24. Guberac, V. 1992. Utjecaj veličine zrna na duljinu klice, korjenčića te neke komponente priroda zrna kod jarog ječma. *Magistarski rad*, Osijek, 1-70.
25. Hads, A., and D. Russo. 1974. Water uptake by seeds as affected by water stress, capillary conductivity, and seed-soil water contact. I. Experimental study. *Agron. J.* 66: 643-647.

26. Holubova, K. 1977. The effect of barley seed (*Hordeum sativum* L.) on yields. *Agricultura tropica et Subtropica*. 10, 105-117.
27. Kaufman, M. L., and A. D. Mc Fadden. 1960. The competitive interaction between barley plants grown from large and small seeds. *Can. J. Plant Sci.* 40: 623-629.
28. Kaufman, M. L., and A. D. Mc Fadden. 1963. The influence of seed size on results of barley yield trials. *Can. J. Plant Sci.* 43: 51-58.
29. Kaufman, M. L., and A. A. Guitard. 1967. The effect of seed size on early plant development in barley. *Can. J. Plant Sci.* 47: 73-78.
30. Kiesselbach, T. A. 1924. Relation of seed size to the yield of small grains. *Jour. Amer. Soc. Agron.*, 16: 670-682.
31. Kirby, E. J. M. and D. G. Faris. 1972. The effect of plant density on tiller growth and morphology in barley. *J. Agric. Sci.* 78: 281-288.
32. Knott, D. R., and B. Talukdar. 1971. Increasing seed weight in wheat and its effect on yield, yield components, and quality. *Crop Sci.* 11: 280-283.
33. Kolak, I. 1979. Proučavanje gospodarskih vrijednosti nekih sorti ozimog pivarskog ječma u Hrvatskoj. *Poljoprivreda i šumarstvo*, XXV, 2, 69-86.
34. Kolak, I. 1984. Kvantitativne i kvalitativne osobine nove sorte jarog ječma Berenice. *Agronomski glasnik* 3-4, 219-231.
35. Kolak, I. 1986. Trojanac (*Hordeum vulgare* convar. distichon) novopriznata sorta jarog pivarskog ječma. *Polj. aktualnosti*, 4-5, 585-602.
36. Kolak, I., i S. Milas 1995. Novostvoreni kultivari zobi, ječma, lupine i graška. *Sjemenarstvo* 1, 47-59.
37. Kolak, I., et al. 1996. Knin, Tomislav, Tvrtko i Sladar - visokorodni, kvalitetni kultivari jarog pivarskog ječma. *Sjemenarstvo* 5-6, 361-373.
38. Kovačević, J. 1991. Kvantitativna analiza prinosa i komponenata prinosa ječma u odnosu na metode oplemenjivanja. *Poljoprivredna znanstvena smotra*. 56 (1-2), str. 23-48.
39. Kusirooska, K. and J. Tworkowski. 1984. The influence of seed size on field emergence, grain yield and seed quality of cereals. *Wissenschaftliche Beitrage, Martin Luther Universität*, 55 (44): 505-514.
40. Lafond, G. P., and R. J. Baker. 1986a. Effects of genotype and seed size on speed of emergence and seedling vigor in nine spring wheat cultivars. *Crop Sci.* 26: 341-346.
41. Lafond, G. P., and R. J. Baker. 1986b. Effects of temperature, moisture stress, and seed size on germination of nine spring wheat cultivars. *Crop Sci.* 26: 563-567.
42. Lalić, A. i J. Kovačević. 1997. Usporedna analiza uroda zrna i kakvoće slada osječkih kultivara ozimog i jarog ječma. *Sjemenarstvo* 3-4, 143-152.
43. Leonard, W. H., and J. H. Martin. 1963. *Cereal Crops*. The Macmillan Company. New York.
44. Little, T. M., i F. J. Hills. 1966. *Experimental Methods - For Extension Workers*. University of California, Agricultural Extension Service.
45. Man, W., and P., De Bruynell. 1987. Fatty acid content and composition in relation to grain size of barley. *Phytochemistry* 26 (5): 1307-1310.
46. Martinčić, J. i V. Guberac. 1991. Utjecaj veličine zrna, sadržaja škroba i bjelančevina na energiju klijanja i klijavost zrna jarog ječma. *Bilten poljodobra*, (5-12), 61-64.
47. Martinčić, J. i V. Guberac. 1996. Influence of seed size in spring barley on the germ length, rootlet length and field germination. *Sjemenarstvo* 3-4, 177-185.
48. Martinčić, J., et al. 1996. Utjecaj veličine sjemena strnih žitarica na laboratorijsku i poljsku klijavost. *Novi izazivi v poljodjelstvu '96*. 149-153 str., Radenci.
49. Martinčić, J. i V. Guberac. 1996. Utjecaj veličine sjemena strnih žitarica na urod zrna. *Novi izazivi v poljodjelstvu '96*. 155-161 str., Radenci.
50. McDaniel, R. G. 1969. Relationship of seed weight, seedling vigor, and mitochondrial metabolism in barley. *J. Agr. Sci. (Camb.)* 78: 281-288.

51. McDonald M. B., and L. O. Copeland. 1996. Seed Production, Principles and Practices. Chapman & Hall, New York.
52. McNeal, F. H., and M. A. Berg. 1960. The evaluation of spring wheat from different sources. *Agron. J.* 52: 303-304.
53. Mian, A. R. i E. D. Nafziger. 1992. Seed size effects on emergence, head number, and grain yield of winter wheat. *J. Prod. Agric.* 5: 265-268.
54. Mobaser, S., et al. 1996. Study on the correlatin between seed protein and yield and some morphological characters of barley using path analysis. *Seed and Plant* 12 (2): 24-29.
55. Molina-Cano, J. L., et al. 1995. Effect of grain composition on water uptake by malting barley: a genetic and environmental study. *J. Inst. Brew.* Vol. 101, 79-83.
56. Paluska, M. M., et al. 1979. Seed size and seedling components in Arivat barley. *Arizona-Nevada Academy of Science, Journa.* 14 (3): 88-90.
57. Peterson, G. A. and E. Foster. 1964. The effect of kernel size and date of planting on barley performance. p. 46-52. In R. H. Garrison (ed.) 46th Annu. Rep. of the Int. Crop Improvement Assoc. Victoria, BC. 4-9 Oct. ICIA, Clemson Univ., Clemson, SC.
58. Peterson, C. M., et al. 1989. Seed reserves and seedling development in winter wheat. *Agronomy journal.* 81 (2): 245-251.
59. Pržulj, N., et al. Comparative performance of winter and spring malting barleys in semiarid growing conditions. *Euphitica* 101 (3): 377-382.
60. Ragastis, I., et al. 1992. Effect of wheat seed size on seed value and on yield quantity and quality. *Novenytermeles*, 41 (2): 149-153.
61. Rao, S. K. 1981. Influence of seed size on field germination, seedling vigor, yield and quality of self-pollinated crops: A review. *Agric. Rev.* 2: 95-101.
62. Reiss, S. K., and E. H. Everson. 1973. Protein content and seed size relationships with seedling vigor of wheat cultivars. *Agron. J.* 65: 884-886.
63. Robertson, L. D. 1991. Influence of seed vigor indicators on field performance of cereal grains. Str. 170. U Agronomy abstracts. ASA, Madison, WI, USA.
64. Roebuck, J. F., and J. Trenerry. 1978. Seed size and sowing depth in spring barley. *Experimental Husbandry*, 34, 12-18.
65. Schuster, Weinfurtnr, Narziss 1990. Tehnologija proizvodnje slada - prijevod s njemačkog.
66. Spilde, L. A. 1989. Influence of Seed Size and Test Weight on Several Agronomic Traits of Barley and Hard Red Spring Wheat. *J. Prod. Agric.* 2: 169-172.
67. Swanston, J. S., et al. 1992. Grain and malt milling energies relative to malting quality parameters in a mutant of cv. Troubadour. *J. Inst. Brew.* Vol. 98: 505-508.
68. Swanston, J. S., et al. 1993. An assessment of the malting quality of a mutant of the barley cv. Troubadour grown under scottish conditions. *J. Inst. Brew.* Vol. 99: 33-334.
69. Swanston, J. S. 1995. Differences in malting performance between barleys grown in Spain and Scotland. *J. Inst. Brew.* Vol. 101: 261-265.
70. Swanston, J. S. 1995. Effects on barley grain size, texture and modification during malting associated with three genes on chromosome 1. *Journal of Cereal Science.* 2: 157-161.
71. Špunarova, M., and J. Prokeš. 1988. Malting quality in relation to genotype, year and malting technology in spring barley. *Rostlinna Vyroba* 44 (2): 45-50.
72. Taylor, J. W. 1928. Effect of continous selection of small and large wheat seeds on yield, bushel weight, varietal purity and loose smut infection. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 20, 856-867.
73. TeKrony, D. M., and D. B. Egli. 1991. Relationship of seed vigor to crop yield: A Review. *Crop Sci.* 31: 816-822.
74. Vasilj, Đurdica. 1973. Uloga transformacije u analizi varijance. *Agronomski glasnik* 1-2: 85-92.

75. Velikovsky, V. 1985. The effect of appropriate provenance and seed size for increasing cereal grain yields. *Rostlinna Vyroba* 31 (3): 227-236.
76. Vidaček, Ž., et al. 1994. Lizimetrijsko mjerenje otjecanja vode iz tla u uvjetima agroekološke postaje Zagreb-Maskimir. Znanstveni skup "Poljoprivreda i gospodarenje vodama". Bizovačke toplice, Priopćenja: 223-232.
77. Ward, J., and C. F. Shaykewich. 1972. Water absorption by wheat seeds as influenced by hydraulic properties of soil. *Can. J. Soil Sci.* 52: 99-105.
78. Žafajova, A., et al. 1987. Path analysis of grain yield formation in the "Krystal" cultivar of spring barley. *Rostlinna Vyroba* 33 (7): 705-710.

ŽIVOTOPIS

Hrvoje Rukavina rođen je 12. ožujka 1968. godine u Zagrebu. Na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu (smjer Ratarstvo) diplomirao je 1994. godine. Početkom 1996. godine upisuje poslijediplomski studij za znanstveno usavršavanje iz Bilinogojstva na istom fakultetu. Magistrirao je 29. travnja 1999. godine. Od 1995. godine pa do sada zaposlen je na Agronomskom fakultetu u Zagrebu kao znanstveni novak na projektu "Hrvatska banka biljnih gena". U okviru *Europskog programa suradnje za biljne genetske izvore* (European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources) samostalno je i aktivno kao predstavnik Hrvatske sudjelovao na sastancima radnih grupa u Varšavi i Budimpešti. Aktivno je sudjelovao na više domaćih znanstvenih i stručnih skupova ("*Kvalitetnim kultivarom i sjemenom u Europu*" - Opatija, "*Zeleni dan*" - Opatija, "*Hrvatska agrikulturna znanost na pragu trećeg tisućljeća*" - Opatija, "*Kaštela kolijevka Hrvatske*" - Kaštel Stari), te na simpoziju "*Novi izzivi u poljodstvu*" u Radencima - Slovenija. Kao koautoru ili autoru objavljeno mu je desetak znanstvenih i stručnih radova iz područja biljnih genetskih izvora i sjemenarstva ratarskih kultura.

Napomena

Magistarski rad je obranjen 29. travnja 1999. godine pred povjerenstvom u sastavu:

prof. dr. sc. Đurđica Vasilj, Agronomski fakultet, Zagreb

prof. dr. sc. Ivan Kolak - mentor, Agronomski fakultet, Zagreb

prof. dr. sc. Vladimir Marić, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb

Adresa autora-Author's address
Mr. sc. Hrvoje Rukavina
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za sjemenarstvo
Svetošimunska 25
HR-10 000 Zagreb

Primljeno - Received:
30. travnja 1998.