

Pre-Harvest Sprouting and Dormancy in Diverse Wheat Genotypes

Hrvoje ŠARČEVIĆ
Zdravko MARTINIĆ-JERČIĆ
Marijana BARIĆ
Jerko GUNJAČA

SUMMARY

Fifty wheat genotypes have been sown in northwestern Croatia, in 1994/95 and 1995/96 in order to determine variation for pre-harvest sprouting susceptibility and dormancy. Sprouting susceptibility was tested at physiological maturity, using intact spikes in wet paper towels. Dormancy level was detected from simple germination tests on threshed seeds at three intervals after harvest. 24 genotypes in 1995 and 30 genotypes in 1996 had the same level of sprouting resistance at physiological maturity as the sprouting resistant standard RL.4137. By comparison, a smaller number of genotypes were ranked equal to RL.4137 on the basis of the level of dormancy measured at three intervals after harvest. More genotypes appeared similar to RL.4137 on the third than after the seventh day of germination. This was a consequence of the low level of germination at the third day combined with relatively high level at the seventh day in some genotypes. In addition to a lower germination percentage, dormancy in these genotypes was detected as delayed germination. Thus, dormancy measurements after both three and seven days of germination would appear to be useful for detection of this characteristic. High genotype by environment interaction observed for sprouting susceptibility as well as for dormancy suggests the need of testing genotypes in more environments.

KEY WORDS

wheat, pre-harvest sprouting, dormancy

Department of Plant Breeding, Genetics, Biometrics and Experimentation
Faculty of Agriculture University of Zagreb
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia
E-mail: hsarcevic@agr.hr

Received: November 15, 1999

Priježetveno proklijavanje i dormantnost kod različitih genotipova pšenice

Hrvoje ŠARČEVIĆ
Zdravko MARTINIĆ-JERČIĆ
Marijana BARIĆ
Jerko GUNJAČA

SAŽETAK

Pedeset genotipova pšenice sijano je 1994/95. i 1995/96. godine u sjeverozapadnoj Hrvatskoj radi utvrđivanja osjetljivosti na priježetveno proklijavanje i dormantnosti. Osjetljivost na proklijavanje je testirano u fiziološkoj zriobi na intaktnim klasovima u vlažnom filter papiru. Razina dormantnosti je utvrđena pomoću jednostavnih testova klijavosti na ovršenim zrnima u tri roka nakon žetve. Jednaku razinu otpornosti na proklijavanje u fiziološkoj zriobi kao otporni standard RL.4137 imalo je 24 genotipa u 1995. godini i 30 genotipova u 1996. godini. Manji broj genotipova bio je jednak standardu RL.4137 po razini dormantnosti u tri roka nakon žetve. Po razini dormantnosti više genotipova je bilo slično standardu RL.4137 nakon trećeg nego nakon sedmog dana klijanja. Ovo je posljedica niske razine klijanja treći dan kombinirana s relativno visokom razinom klijanja sedmi dan kod nekih genotipova. Uz mali postotak klijavosti dormantnost se kod takvih genotipova očitovala i kroz odgođeno klijanje. Za utvrđivanje ovog svojstva bilo bi, stoga, korisno mjeriti dormantnost nakon tri i nakon sedam dana klijanja. Visoka interakcija genotip x okolina, dobivena kako za osjetljivost na proklijavanje tako i za dormantnost, upućuje na potrebu testiranja genotipova u većem broju okolina.

KLJUČNE RIJEČI

pšenica, priježetveno proklijavanje, dormantnost

Zavod za oplemenjivanje bilja, genetiku, biometriku i eksperimentiranje
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska
E-mail: hsarcevic@agr.hr

Primljeno: 15. studenog 1999.

UVOD

Obilne oborine neposredno prije ili u vrijeme žetvene zriobe mogu potaknuti klijanje već fiziološki zrelog zrna prije nego pšenica bude požeta. Ova pojava priježetvenog prokljavanja smanjuje prinos po jedinici površine (Belderok 1968) kao i hektolitarsku masu zrna (Derera 1980). Klijanje inducirano nepovoljnim vremenskim uvjetima praćeno je povećanjem aktivnosti α -amilaze i drugih hidrolitičkih enzima, koji razgrađuju škrobne i proteinske rezerve u endospermu i time smanjuju kakvoću zrna, čineći ga neprikladnim za prerađivačku industriju (Derera 1989). Priježetveno prokljavanje smanjuje i sjetvenu kakvoću sjemenske pšenice. Budući da ono rezultira probijanjem perikarpa, embrio je izložen mehaničkim oštećenjima tijekom žetve i dorade, kao i oštećenjima uslijed kemijskog tretiranja sjemena prije sjetve (Chastain i sur. 1994).

Dormantnost zrna glavni je čimbenik odgovoran za tolerantnost na priježetveno prokljavanje kod zrna pšenice u žetvenoj zriobi (Strand 1980, Mares i Ellison 1990, Reitan 1990). Pored dormantnosti zrna na štete od priježetvenog prokljavanja utječu i neki drugi čimbenici kao što su osjetljivost na giberelinsku kiselinu, sadržaj vodotopivih inhibitora u vegetativnim dijelovima cvijeta te brzina usvajanja vode od strane zrna ili intaktnog klasa (Gale i Marshall 1973, Derera i sur. 1977, King 1984, King i Richards 1984).

Prema Dereri (1989) štete od prokljavanja se u glavnim proizvodnim područjima pšenice u svijetu pojavljuju u tri do četiri od deset godina. U Hrvatskoj vlažni uvjeti u žetvi nisu česti u Slavoniji i Baranji, ali se i tamo javljaju u oko 20% godina. U zapadnim područjima Hrvatske, a naročito u njenim brdsko-planinskim područjima, pojava kiša u vrijeme žetve pšenice znatno je češća, što povećava opasnost od priježetvenog prokljavanja. Poznavanje otpornosti na priježetveno prokljavanje kod različitih genotipova pšenice važno je kako kod izbora roditelja za kombinacijska križanja tako i kod izbora kultivara za komercijalnu proizvodnju na područjima, gdje su vlažni uvjeti u žetvi česta pojava.

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi otpornost na prokljavanje u klasu i stupanj dormantnosti zrna od žetve do 14 dana nakon žetve kod vodećih kultivara ozime i jare pšenice u našoj proizvodnji, zatim genotipova korištenih kao roditelja u oplemenjivačkom programu ozime pšenice u Zavodu za oplemenjivanje bilja, genetiku biometriku i eksperimentiranje Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu te nekih introduciranih kultivara.

MATERIJAL I METODE

U dvogodišnjim istraživanjima, koja su provedena na pokusnom polju i u laboratoriju Zavoda za oplemenjivanje bilja, genetiku, biometriku i eksperimentiranje, Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu bilo je uključeno ukupno 50 genotipova ozimih i jarih pšenica: (1) standard za prokljavanje u klasu linija RL 4137 s vrlo izraženom dormantnošću i otpornošću

na prokljavanje u klasu, (2) kultivari korišteni u proizvodnji Hrvatske i bivše Jugoslavije: Baranjka, Bosanka, Dukat, Goranka, Jugoslavija, KG-56, Libellula, Marija, Novosadska Rana 2, Partizanka, Sana, San Pastore, Sava, Sivka, Skopjanka-7, Superzlatna, Vidovica, Zlatna Dolina, Žitarka i Žitarka atipična, (3) novopriznati kultivari i linije sa Zavoda za oplemenjivanje bilja, genetiku, biometriku i eksperimentiranje Agronomskog fakulteta u Zagrebu: Banica, Kuna, Lipa, Magdalen, L.18718800A, L.1871881093, L.185388, SVOB04, L.230889 i L.229989 te (4) introducirani kultivari : Amandus, Apollo, Arin, Carola, Danubia, Darius, Etoile de Choissy, Fundus, Granada, Kronjuwel, Manella, Monopol, Nimbus, Scipion, Selekt, Sirius, Sokrates, Viginta i Zdar.

Genotipovi su sijani bez ponavljanja u parcelice od 3 reda duljine 1 m s međurednim razmakom od 20 cm i 40 cm između parcelica . U svaki red sijano je po 100 zrna. Sjetva je 1994. godine izvršena 29. studenog, a 1995. godine 23. studenog. Agrotehnički postupci bili su uobičajeni za područje zapadne Hrvatske osim što usjev nije tretiran fungicidima.

Test za ocjenu otpornosti genotipova na prokljavanje u klasu

Nakon što je oko 50% klasova u parcelici dostiglo fiziološku zriobu, iz svake parcelice je uzeto tri puta po pet slučajno izabranih klasova. Uzimani su samo oni klasovi, koji su dostigli fiziološku zriobu (Paterson i sur., 1989). Nakon petodnevnog sušenja klasova u skladištu na ambijentalnoj temperaturi i vlažnosti zraka, klasovi su stavljeni na namakanje u destiliranu vodu. Po pet klasova umotano je prethodno u filter papir i zatim položeno u posude od stiropora u koje je dodana destilirana voda, tako da pokrije klasove. Nakon 24 sata voda je ocijeđena i klasovi su inkubirani u tami na 20°C i 95% rvz u trajanju od 7 dana. Nakon završetka inkubacije klasovi su sušeni 24 sata na 60°C te ručno ovršeni radi utvrđivanja broja prokljalih zrna. Zrna koja su imala probijen perikarp iznad embrija bilježena su kao prokljalala. Broj prokljalih zrna prikazan je kao postotak od ukupnog broja zrna na pet klasova. Pokus je postavljen po potpuno slučajnom rasporedu u tri ponavljanja .

Test klijavosti za određivanje dormantnosti zrna

U vrijeme prosječne pune zrelosti (manje od 14% vlage) parcelice su ručno požete i klasovi su ovršeni na vršalici za male parcele. Test klijavosti provodeći je u intervalima od 7 dana počevši od žetve pa do postizanja pune klijavosti. Po 50 zrna od svakog genotipa stavljano je u staklene petrijevke promjera 12 cm, na čijem dnu se nalazio disk filter papira natopljen s 5 ml 0.2 % fungicida (Benit universal) u destiliranoj vodi. Zrna su u petrijevke raspoređena ravnomjerno s brazdicom okrenutom prema dolje. Petrijevke su inkubirane u tami na 20°C . Prvo brojanje prokljalih zrna izvršeno je nakon 3 dana uz odstranjivanje prokljalih zrna. Drugo

brojanje izvršeno je nakon 7 dana. Zrna su smatrana prokljalim ako su imala probijen perikarp iznad embrija. Kljavost izražena u postocima izračunata je na osnovi broja prokljalih zrna nakon 3 odnosno 7 dana. Iz računa su izbačena neprokljalna zrna s izraženim vidljivim znakovima bolesti. Pokus je postavljen po potpuno slučajnom rasporedu u tri ponavljanja .

Statistička obrada podataka

Za svojstva prokljavanje u klasu , kljavost nakon 3 dana i kljavost nakon 7 dana provedena je zajednička analiza varijance za obje godine, nakon čega je proveden LSD test za testiranje razlika između srednjih vrijednosti uz $P=0,05$. Prije analize postoci su transformirani pomoću arcsin transformacije (Snedecor i Cochran 1971). U rezultatima su prikazane netransformirane vrijednosti.

REZULTATI I RASPRAVA

Prokljavanje u klasu

Prosječne vrijednosti postotka prokljalih zrna u intaktnim klasovima za 50 genotipova u 1995. i 1996. godini prikazane su u tablici 1. Analiza varijance pokazala je visoko signifikantne razlike između genotipova kao i visoko signifikantnu interakciju genotip x godina za ovo svojstvo. Postotak prokljalih zrna varirao

je u 1995. godini u rasponu od 0,9% kod Zdar do 53,2% kod Sane. Na razini standarda RL.4137 koji je imao 6,8% prokljalih zrna bio je 21 genotip s postocima prokljalih zrna u rasponu od 3,7% do 9,1%. Sa signifikantno manjim postotkom prokljalih zrna od standarda bili su Zdar (0,9%), Manella (1,5%) i Scipion (3,3%).

U 1996. postotak prokljalih zrna varirao je u rasponu od 0% kod Banice do 73% kod Vidovice, a otpornom standardu RL.4137 (0,3%), bilo je slično 30 genotipova sa postotkom prokljalih zrna od 0% do 3,7%. U prosjeku su genotipovi u 1996. imali veću razinu otpornosti na prokljavanje nego u 1995. Budući da je period između klasanja i fiziološke zriobe u 1996. godini, zbog sušnih uvjeta, bio prosječno za 6 dana kraći u usporedbi s 1995. godinom, nezrelost embrija (Gordon i sur., 1979) je mogla imati jači utjecaj na stupanj prokljavanja u 1996. nego u 1995. godini.

Dormantnost zrna

Analiza varijance je pokazala visoko signifikantne razlike između genotipova kao i visokosignifikantnu interakciju genotip x godina za kljavost nakon 3 kao i nakon 7 dana u sva tri roka nakon žetve (0, 7 i 14 dana nakon žetve). Broj genotipova s dormantnošću zrna na razini standarda RL.4137 u obje je godine ispitivanja bio manji

Tablica 1. Prokljavanje (%) u fiziološkoj zriobi za 50 genotipova pšenice u 1995 i 1996. godini
Table 1. Sprouting (%) at physiological maturity for 50 wheat genotypes in 1995 and 1996

Genotip-Genotype	Prokljavanje-Sprouting (%)		Genotip-Genotype	Prokljavanje-Sprouting (%)	
	1995	1996		1995	1996
RL.4137	6,8	0,3	Danubia	11,6	3,7
Zdar	0,9	0,5	Jugoslavija	11,9	4,8
Manella	1,5	0,7	Magdalen	12,7	0,9
Scipion	3,3	0,7	Etoile de Choissy	12,8	1,8
Bosanka	3,7	0,1	L.185388	12,9	2,9
Partizanka	3,7	4,7	Monopol	13,3	0,4
Baranjka	4,0	1,3	KG-56	14,9	20,5
Apollo	4,1	0,1	Dukat	16,1	3,5
Fundus	4,1	0,3	Viginta	16,4	1,6
San Pastore	4,6	0,5	L.18718800A	17,9	7,5
Sava	4,7	3,3	Zlatna Dolina	18,2	22,7
Kronjuwel	5,0	0,5	Selekta	18,3	3,2
Marija	5,1	7,7	Nimbus	19,1	7,6
Banica	5,2	0,0	L.1871881093	21,8	1,0
Žitarka	5,5	0,3	Lipa	22,4	6,4
Libellula	5,7	1,0	L.229989	24,8	12,0
Amandus	5,8	0,4	SVOB04	26,1	9,6
Granada	6,1	1,4	Arin	28,2	2,1
Carola	6,8	0,3	Kuna	29,7	4,1
Superzlatna	7,1	9,8	L.230889	30,2	35,1
Sirius	7,7	1,4	Sivka	32,9	44,0
Novosadska Rana 2	7,8	10,1	Vidovica	35,2	73,0
Skopjanka-7	8,7	1,9	Žitarka atp	35,4	14,4
Sokrates	8,7	0,8	Goranka	46,3	16,2
Darius	9,1	2,4	Sana	53,2	50,4

LSD ($P=0,05$) = 3,4

genotipovi s jednakom razinom otpornosti na prokljavanje kao RL.4137
genotypes with the same level of sprouting resistance as RL.4137

Tablica 2. Genotipovi s dormantnošću na razini standarda RL.4137 izraženom u jednom ili više rokova nakon žetve (Ž) u 1995. i 1996. godini**Table 2.** Genotypes with the same level of dormancy as the standard RL.4137 expressed in one or more terms after harvest (H) in 1995 and 1996

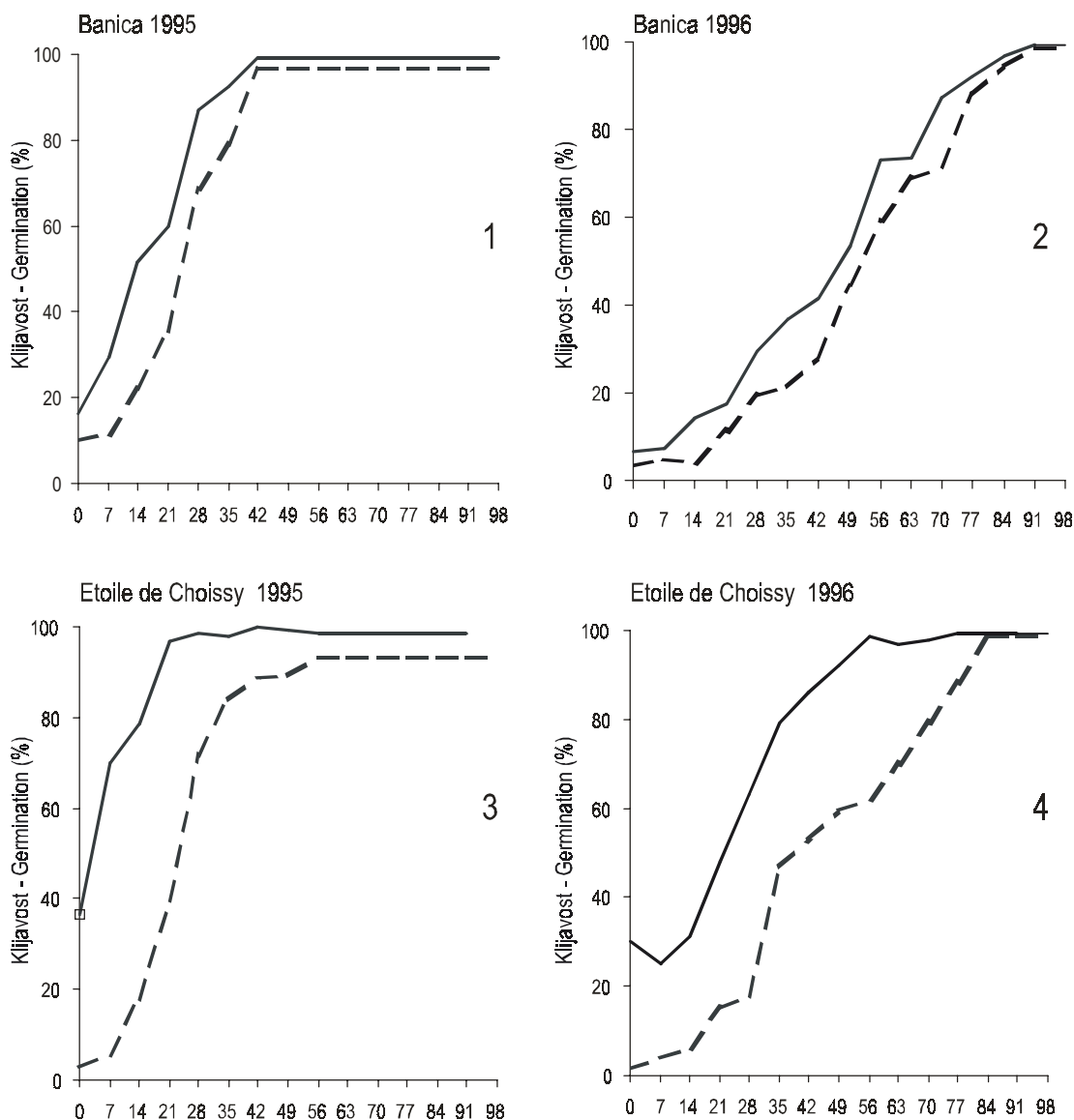
Genotip Genotype	Klijavost-Germination (%) 1995						Klijavost-Germination (%) 1996					
	Ž / H + 0 d		Ž / H + 7 d		Ž / H + 14 d		Ž / H + 0 d		Ž / H + 7 d		Ž / H + 14 d	
	3d	7d	3d	7d	3d	7d	3d	7d	3d	7d	3d	7d
RL.4137	1	11	9	16	13	19	1	3	1	5	3	5
Zdar												
Darius												
Amandus												
Etoile de Choissy												
Fundus												
Nimbus												
Žitarka												
Monopol												
Sirius												
L.185388												
Sava												
Magdalen												
Manella												
Banica												
Danubia												
Carola												
Skopjanka-7												
LSD(P=0,05)=5,3	postotak klijavosti genotipa nakon tri dana (3d) ne razlikuje se signifikantno od RL.4137 percent germination of the genotype after three days (3d) is not significantly different from RL.4137											
LSD(P=0,05)=5,0	postotak klijavosti genotipa nakon sedam dana (7d) ne razlikuje se signifikantno od RL.4137 percent germination of the genotype after seven days (7d) is not significantly different from RL.4137											

nego kod testa s intaktnim klasovima (tablica 2). Osim toga veći je broj genotipova bio na razini standarda ako su postoci prokljalih zrna uspoređivani nakon 3 dana nego nakon 7 dana. Ovo je posljedica niske razine klijanja nakon 3 dana kombinirane s relativno visokom razinom klijanja nakon 7 dana kod nekih genotipova. Kod takvih genotipova se dormantnost očitovala osim kroz niži postotak klijanja i kroz odgođeno klijanje. Razlike između genotipova u tipu ekspresije dormantnosti prikazani su na grafovima 1 do 4 na primjeru dvaju genotipova. Iz grafova se vidi, da su kod Banice mnogo manje razlike između postotaka prokljalih zrna mjerenih nakon 3 odnosno 7 dana nego kod Etoile de Choissy u obje godine ispitivanja. Prethodno je dormantnost ocjenjivana pomoću testova klijavosti u kojima je postotak prokljalih zrna utvrđivan nakon 3 (Larsson 1987) ili 7 dana (Hageman i Cih 1987). Rezultati naših istraživanja su međutim pokazali neslaganje između ovih dviju ocjena. Stoga bi za otkrivanje ovoga svojstva bilo korisno mjerenje dormantnosti nakon 3 i nakon 7 dana klijanja. Iako je za djelotvornu zaštitu od prokljavanja poželjna takva dormantnost, koja se očituje kroz nisku klijavost, zaštitu u kraćem vremenskom periodu može pružiti i niža energija klijanja kod relativno visoke klijavosti. Stoga kod kraćih perioda vlaženja odgođeno klijanje može biti korisno svojstvo u smanjivanju šteta od prokljavanja.

U provedenim istraživanjima su postotak prokljalih zrna u intaktnim klasovima i klijavost u žetvenoj zriobi (0

dana od žetve) bili u visokosignifikantnoj umjerenoj korelaciji ($r_{95} = 0,49^{**}$; $r_{96} = 0,52^{**}$). Hagemann i Cih (1984) su utvrdili signifikantnu pozitivnu korelaciju između prokljavanja u klasu i klijavosti ovršenih zrna pri temperaturi od 25°C i 30°C ali ne i pri 15°C i 20°C. DePauw i sur. (1989) su također dobili signifikantnu pozitivnu korelaciju između prokljavanja u klasu i klijavosti ovršenih zrna u 7 od 9 usporedbi. Nekonzistentnost spomenute korelacije može se pripisati modifikacijama klijavosti zbog sporijeg upijanja vode ili vodotopivih inhibitora u pljevicama. Ove karakteristike klasa vjerojatno su djelomično uzrok činjenici da je broj genotipova na razini standarda kod testova s intaktnim klasovima veći u odnosu na testove s ovršenim zrnima. Na korelativne odnose između ovih dvaju testova moglo je u našim istraživanjima utjecati i različito vrijeme njihovog provođenja (fiziološka zrioba odnosno žetvena zrioba). Osim toga i vremenske prilike u pojedinim godinama mogu utjecati na veličinu korelacije. U ispitivanjima Patersona i sur. (1989) okolinska varijanca i varijanca interakcije G x E bile su općenito manje u testovima s intaktnim klasovima nego u testovima s ovršenim zrnima, što ukazuje na veću osjetljivost dormantnosti na okolinske čimbenike od prokljavanja u klasu.

Testiranje otpornosti na prokljavanje pomoću testova sa intaktnim klasovima uključuje i neka svojstva klasa važna za otpornost na prokljavanje te je stoga bliži prirodnoj otpornosti na prokljavanje. Test korišten u



Graf. 1-4. Postotak klijavosti nakon 3(---) i 7(—) dana klijanja tijekom posliježetvenog dozrijevanja za Banicu i Etoile de Choissy u 1995. i 1996. godini
Graph 1-4. Percent germination after 3(---) and 7(—) days of germination during afterripening period for Banica and Etoile de Choissy in 1995 and 1996

ovim istraživanjima isključio je doduše utjecaj položaja klasa u zriobi na stupanj proklijavanja, ali je obuhvatio mogući utjecaj inhibitora iz pljevica i brzinu upijanja vode na proklijavanje tijekom inkubacije klasova. S druge strane test klijavosti ima prednost budući da zahtjeva manje vremena i prostora te omogućuje rukovanje većom količinom materijala. Test s ovršenim zrnima prikladniji je i zbog lakšeg čuvanja veće količine materijala nakon žetve. Ovo je važno zbog mogućnosti produljenja perioda testiranja dormantnosti sjemena ako se ono čuva u suhom stanju (< 12% vlage), na temperaturi od -15°C o čemu je izvjestio Mares (1983). Na ovaj se način dormantnost može sačuvati i nekoliko mjeseci. S obzirom na mogućnost rukovanja velikom

količinom materijala Strand (1980) i Larson (1987) su predložili selekciju pomoću testova klijavosti u ranim generacijama nakon križanja. U provedenim istraživanjima su postotak proklijalih zrna u intaktnim klasovima kao i energija klijanja i klijavost nakon žetve pokazali visokosignifikantnu interakciju genotip x godina. O signifikantnoj interakciji genotip x okolina za proklijavanje u klasu i dormantnost izvjestio je veći broj autora (Olsson i Mattson 1976, Hagemann i Ciha 1987, De Pauw i McCaig 1991. i dr.). Stoga ovi izvještaji poduprti i rezultatima dobivenim u ovom radu upućuju na potrebu testiranja ovih svojstava u većem broju okolina radi bolje procjene otpornosti genotipova na proklijavanje u klasu u različitim vremenskim uvjetima.

LITERATURA

- Belderok B. (1968). Seed dormancy problems in cereals. *Field Crop Abstracts* 21: 203-211.
- Chastain T.G., Klepper B.L., Wilkins D.E. (1994). Relationship of wheat seed sprouting severity, planting depth, and seed treatment to emergence and yield. *Crop Sci.* 34, 508-513.
- DePauw R.M., McCaig T.N. (1991). Components of variation, heritabilities and correlations for indices in sprouting tolerance and seed dormancy in *Triticum* spp. *Euphytica* 52: 221-229.
- DePauw R.M., McCaig T.N., Mares D., Brennan P., Henry R.J., King R., McEwan J.M., Gordon I. (1989). Interrelationships among assays for germination of kernels from threshed spikes, unthreshed spikes and alpha-amylase in wheat. In: Ringlud K, Mosleth E, Mares D.J. (eds) *Fifth International Symposium on Pre-Harvest Sprouting in Cereals*, Westview Press, Boulder, Co, USA, 1993, pp 195-205.
- Derera N.F. (1980). The audit of sprouting. *Cereal Res. Comm.* 8: 15-22.
- Derera N.F. (1989). The effects of pre-harvest rain ...
- Derera N.F., Bhatt G.M., McMaster G.J. (1977). On the problem of pre-harvest sprouting in wheat. *Euphytica* 26: 299-308.
- Gale M.D., Marshall G.A. (1973). Insensitivity to gibberelin in dwarf wheats. *Ann. Bot.* 37: 729-735.
- Gordon I.L., Balaam L.N., Derera N.F. (1979). Selection against sprouting damage in wheat. II Harvest ripeness, grain maturity and germinability. *Aust. J. Agric. Res.* 30: 1-17.
- Hagemann M.G., Ciha A.J. (1987). Environmental x genotype effects on seed dormancy and after-ripening in wheat. *Agron. J.* 79: 192-196.
- Hagemann M.G., Ciha, A.J. (1984). Evaluation of methods used in testing winter wheat susceptibility to pre-harvest sprouting. *Crop Sci.* 249-254.
- King R.W. (1984). Water uptake and pre-harvest sprouting damage in wheat: grain characteristics. *Aust. J. Agric. Res.* 35: 337-345.
- King R.W., Richards R.A. (1984). Water uptake in relation to pre-harvest sprouting damage in wheat: ear characteristics. *Aust. J. Agric. Res.* 35: 327-336.
- Larsson S. (1987). Selection for seed dormancy by using germination tests. In: Mares D.J. (eds) *Proc 4th Int Symp on Pre-Harvest Sprouting in Cereals*, Westview Press, Boulder, Co, USA, 1993, pp 400-407.
- Mares D.J. (1983). Preservation of dormancy in freshly harvested wheat grain. *Aust. J. Agric. Res.* 34: 33-38.
- Mares, D.J. Ellison, F.W. (1990). Dormancy and pre-harvest sprouting tolerance in white-grained and red-grained wheats. In: Ringlud K, Mosleth E, Mares D.J. (eds) *Proc 5th Int Symp on Pre-Harvest Sprouting in Cereals*, Westview Press, Boulder, Co, USA, 1993, pp 75-84.
- Olsson G., Mattsson B. (1976). Seed dormancy in wheat under different weather conditions. *Cereal Res. Comm.* 4: 181-185.
- Patersen A.H., Sorrells M.E., Obendorf R.L. (1989). Methods of evaluation for preharvest sprouting resistance in wheat breeding programs. *Can. J. Plant Sci.*: 681-689.
- Reitan L. (1990). Relationship between seed dormancy and falling number in wheat. In Ringlud K, Mosleth E, Mares D.J. (eds) *Proc 5th Int Symp on Pre-Harvest Sprouting in Cereals*, Westview Press, Boulder, Co, USA, 1993, pp 233-240.
- Strand E. (1980). A seed dormancy index for selection of cultivars of cereals resistant to pre-harvest sprouting. *Cereal Res. Comm.* 8: 219-223.

acs65_15