

Changes in Some Agronomic Traits of Winter Wheat Cultivars as Influenced by Management Systems

Boris VARGA
Zlatko SVEČNJAK *
Ana POSPIŠIL **
Josip VINTER

SUMMARY

Field studies in a winter wheat - maize - soybean crop rotation were conducted at Maksimir in 1996 and 1997 to determine the agronomic responses of winter wheat cultivars under intensive (IMS) and extensive (EMS) management systems. IMS consisted of ploughing at 30-32 cm, fertilisation with 194 kg N ha⁻¹ including three top-dressing applications, 130 kg P ha⁻¹, 130 kg K ha⁻¹, and intensive crop protection (herbicide, fungicide and insecticide application). EMS consisted of ploughing at 20-22 cm, fertilisation with 59 kg N ha⁻¹ including one top-dressing application, 104 kg P ha⁻¹ and 104 kg K ha⁻¹, less effective herbicide (2,4 D), and insecticide, but no fungicide, application. In each management system two factorial experiment with eight winter wheat cultivars at two sowing rates (440 and 770 seeds m⁻²) was arranged as a strip-plot design in five replications. Cultivars Sana and Darka, that outyielded other cultivars in IMS, had also the highest grain yield in EMS. Significant differences among cultivars were found for grain yield and yield components in both management systems. All cultivars increased ear number per square meter and grain yield at high sowing rate in both management systems. In two growing seasons some cultivars exert the different type of response for grain yield and ear number per square meter only in IMS. Test weight and 1000-grain weight were highly affected by growing season, cultivar and their interaction. Thousand grain weight decreased in IMS, and at high sowing rate for most cultivars in both management systems. Test weight showed the tendency to increase in IMS, and at high sowing rates in both management systems.

KEY WORDS

cultivar, management system, winter wheat, yield, yield components

Department of Field Crops, Forages and Grassland
Faculty of Agriculture, University of Zagreb
Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Croatia
E-mail: * svecnjak@agr.hr ** apospisil@agr.hr

Received: November 19, 1999

Promjene nekih agronomskih svojstava sorata ozime pšenice u ovisnosti o razini agrotehnike

Boris VARGA

Zlatko SVEČNJAK *

Ana POSPIŠIL **

Josip VINTER

SAŽETAK

Unutar tropoljnog plodoreda kukuruz - soja - pšenica na pokušalištu Maksimir provedena su dvogodišnja istraživanja (1996. i 1997.) da se utvrdi agronomska reakcija sorata ozime pšenice na dvije razine agrotehnike, uvjetno označenih kao visoka i niska razina. Visoka razina imala je ove značajke: duboko oranje na 30-32 cm, gnojidba s ukupno 194 kg/ha N, 130 kg/ha P i 130 kg/ha K, intenzivna zaštita od korova, bolesti i štetnika, a niska: oranje na 20-22 cm, gnojidba s ukupno 59 kg/ha N, 104 kg/ha P i 104 kg/ha K, zaštita od korova manje učinkovitim herbicidom (na bazi 2,4 D), uz primjenu insekticida, a bez fungicida. Na svakoj razini agrotehnike postavljen je istovjetan dvofaktorijalni pokus s osam sorata pšenice u dvije gustoće sjetve (440 i 770 kljavih zrna/m²) po strip-plot shemi u pet ponavljanja. Sana i Darka, dvije najprinosnije sorte na visokoj razini agrotehnike također su bile u skupini sorata s najvišim prinosima na niskoj razini agrotehnike. U svih sorata pšenice dobiven je povećan broj klasova/m² i prinos zrna pri gustoj sjetvi na obje razine agrotehnike. Utvrđene su razlike između sorata za prinos i komponente prinosa zrna na obje razine agrotehnike. U dvije vegetacijske godine neke sorte pokazale su različiti smjer i jačinu reakcije za prinos zrna i broj klasova/m² samo na visokoj razini agrotehnike, dok su na niskoj razini agrotehnike sve sorte slično reagirale. Vegetacijska godina, sorta i njihova interakcija značajno su utjecale, kako na masu 1000 zrna, tako i na hektolitarsku masu. Masa 1000 zrna bila je manja na visokoj razini agrotehnike te u većine sorata u gustoj sjetvi na obje razine agrotehnike. Hektolitarska masa bila je neznatno veća na visokoj razini agrotehnike te značajno veća u većine sorata u gustoj sjetvi na obje razine agrotehnike.

KLJUČNE RIJEČI

agrotehnika, komponente prinosa, prinos zrna, pšenica, sorta

Zavod za specijalnu proizvodnju bilja
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska
E-mail: * svecnjak@agr.hr ** apospisil@agr.hr

Primljeno: 29. studenog 1999.



UVOD

Prosječni prinos zrna pšenice u Hrvatskoj iznosi 4,17 t/ha za posljednju dekadu (Statistički ljetopis, 1998), što je relativno skromno u usporedbi sa zemljama zapadne Europe. Ti niži prinosi zrna pšenice u glavnoj mjeri rezultat su nižih inputa, jer primjena optimalnih normi sjetve, herbicida, fungicida i zadovoljavajuće razine gnojidbe (prvenstveno dušikom) nisu redovite agrotehničke mjere. U pšenice se određena razina prinosa zrna može ostvariti pri veoma različitim omjerima komponenata prinosa. Naime, biljka pšenice ima značajnu sposobnost da kompenzira rast i da prilagodi svoje komponente prinosa na različitim stanišnim uvjetima. Stoga agrotehnički zahvati trebaju omogućiti učinkovitu proizvodnju pšenice, temeljenu na genetskom potencijalu rodnosti sorte i u skladu s vladajućim ekološkim uvjetima.

Butorac i sur. (1977, 1981) i Konstantinović (1982) nisu utvrdili značajniju razliku u prinosu zrna pšenice pri različitim dubinama oranja (15–50 cm) na različitim tipovima tala. Smanjena norma sjetve može rezultirati s više izboja i klasova po biljci, klasića po klasu i zrna po klasiću (Frederick i Marshall, 1985), ali u većini slučajeva smanjuje prinos zrna po hektaru (Pucarić i Jukić, 1989). Ipak, zbog moguće kompenzacije između komponenata prinosa, visoki prinosi zrna pšenice mogu se ostvariti kod relativno velikog raspona norme sjetve (Bavec, 1999). Shah i sur. (1994) utvrdili su jak utjecaj stanišnih čimbenika na prinos zrna pšenice kod različitih normi sjetve, pa u humidnoj klimi ostvaruju više prinose zrna kod visokih normi sjetve samo u kasnim rokovima sjetve. Intenzivnija gnojidba pšenice dušikom u većini slučajeva povisuje prinos zrna pšenice. Opća reakcija usjeva pšenice na povećane doze dušika je povećan broj izboja i klasova, povećan broj zrna u klasu i smanjena masa 1000 zrna (Gotlin i Pucarić, 1966; Varga, 1980; Bouchard i Jeuffroy, 1998; Bavec, 1999). Međutim, nisu rijetki radovi u kojima se ukazuje na smanjenje prinosa zrna pšenice pri prekomjernoj gnojidbi dušikom zbog polijeganja (Varga, 1980), povećanog nedostatka vode u usjevu uslijed preburnog vegetativnog rasta (Frederick i Camberato, 1995), te jačeg napada bolesti (Roth i Marshall, 1987). Povećanje prinosa zrna pšenice pri intenzivnijoj gnojidbi dušikom može i izostati zbog nedovoljnih oborina, te nepovoljnih vremenskih uvjeta tijekom nalijevanja zrna, što može osjetno smanjiti masu 1000 zrna. Primjena folijarnih fungicida u usjevu pšenice također ima širok raspon reakcija (Roth i Marshall, 1987). No, u većini slučajeva pokazala se korisnom (Pucarić i Jukić, 1989), naročito u osjetljivijih sorata i u slučajevima visokih prinosa zrna pšenice (Guy i sur., 1995).

Glavni cilj oplemenjivanja u većine današnjih oplemenjivačkih programa pšenice usmjeren je na prinos zrna, dok je otpornost na bolesti, štetnike i korove u drugom planu budući se ti problemi mogu uspješno riješiti i na drugi način. Postavlja se pitanje u kojoj se mjeri međusobne razlike u genetskom potencijalu

rodnosti u različitim sorata mogu očitovati i u ekstenzivnijoj proizvodnji koja je jače izložena negativnim biotskim utjecajima. Stoga je cilj ovih istraživanja bio agronomska evaluacija novih sorata ozime pšenice na dvije razine agrotehničke, uvjetno označenih kao visoka i niska agrotehnik.

MATERIJAL I METODE

Pokus je bio postavljen unutar tropoljnog plodoreda pšenica - kukuruz - soja na pokušalištu Maksimir Zavoda za specijalnu proizvodnju bilja Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Istraživanje je provedeno tijekom dvije vegetacijske godine (1995./96. i 1996./97.) na dvije razine agrotehničke, uvjetno označenih kao visoka i niska agrotehnik. Visoka razina imala je slijedeće značajke: duboko oranje na 30-32 cm, gnojidba s ukupno 194 kg/ha N (od toga je 86 kg/ha dodano pri osnovnoj obradi u jesen, a ostatak putem prihrana i to 54 kg/ha pred početak proljetne vegetacije te po 27 kg/ha u punom busanju odnosno pred početak vlatanja), 130 kg/ha P i 130 kg/ha K, intenzivna zaštita primjenom odgovarajućih sredstava protiv korova, bolesti i štetnika. Niska razina agrotehničke sastojala se od oranja na 20-22 cm, gnojidbe s ukupno 59 kg/ha N (od toga je 32 kg/ha dodano pri osnovnoj obradi tla u jesen, a preostalih 27 kg/ha u punom busanju), 104 kg/ha P i 104 kg/ha K, zaštita od korova manje učinkovitim herbicidom (na bazi 2,4 D), uz primjenu insekticida, a bez fungicida.

Na svakoj razini agrotehničke postavljen je istovjetan dvofaktorijalni pokus, jedan do drugog, po strip-plot shemi u pet ponavljanja. U pokus je bilo uključeno osam sorata ozime pšenice i to Sana, Žitarka, Olga, Darka, Pakra, Barbara, OSK 4238/15-90 i Banica. Sorte su posijane u dvije gustoće sjetve i to 440 kljavih zrna/m² (kod OSK 4238/15-90 sijano 330 kljavih zrna/m²) u rijetkoj sjetvi i 770 kljavih zrna/m² (kod OSK 4238/15-90 sijano 550 kljavih zrna/m²) u gustom sjetvi. Sjetva je obavljena sijačicom za pokuse u optimalnim rokovima u obje godine (16. i 26. listopada u 1995. odnosno 1996.). Površina osnovne parcele u sjetvi bila je 7,7 m² i sastojala se od 10 redova pšenice s međurednim razmakom od 11 cm.

Na visokoj razini agrotehničke herbicid na bazi amidosulfurona (25g a.t./ha) i bromoksinila (225ml a.t./ha) apliciran je u busanju (početkom travnja) te fungicid na bazi tebukonazola (250ml a.t./ha) istovremeno s insekticidom na bazi lambda cihalotrina (5 ml a.t./ha) u klasanju. Na niskoj razini agrotehničke korovi su tretirani herbicidom na bazi 2,4 D (1,0 l a.t./ha) tijekom proljetnog busanja, a lema istim insekticidom kao na visokoj razini, također u klasanju. Neposredno pred žetvu u svakoj parceli izbrojan je broj klasova s 0,55 m² površine. Obračunska parcela u žetvi iznosila je 7,15 m² (6,5 x 1,1 m). Žetva je obavljena malim kombajnom za pokuse. Nakon žetve i utvrđivanja mase zrna po parceli uzeti su uzorci za određivanje vode u zrnu (sušenjem

na 105°C do konstantne mase), hektolitarske mase i mase 1000 zrna (brojanjem 2'100 zrna). Prinos zrna pšenice u radu izražen je sa 13% vode. Dobiveni podaci obrađeni su analizom varijance u statističkom programu MSTAT-C (1990). Razlike između srednjih vrijednosti testirane su Duncan-ovim testom rangova.

REZULTATI I RASPRAVA

U vegetacijskoj godini 1995./96. su, bez obzira na izrazito sušno i toplo razdoblje krajem svibnja i početkom lipnja, u pokusu dobiveni primjereni prinosi zrna koji su u prosjeku iznosili 6962 kg/ha na visokoj razini agrotehnike i 5799 kg/ha na niskoj razini agrotehnike. Posljednji su još uvijek iznad naših prosječnih prinosa i u toj su vegetacijskoj godini djelomice rezultat postojeće tehnološke plodnosti tla, budući da je za predusjev primjenjena intenzivna agrotehnika, a zatim i vrlo slabe zakorovljenosti te slabog napada bolesti. Za razliku od prethodne vegetacijske godine, vegetacijska godina 1996./97. bila je povoljna za uzgoj pšenice bez značajnijih klimatskih ograničenja. Stoga su u toj godini dobivene značajnije razlike u prinosima zrna koji su u prosjeku iznosili 5378 kg/ha na niskoj te 8375 kg/ha na visokoj razini agrotehnike, što je povećanje za 56%.

Na visokoj razini agrotehnike sorte su u prosjeku ostvarile 37,5% veći prinos zrna i 10,6% veći broj klasova/m² u odnosu na nisku razinu agrotehnike. Kako je u svih sorata masa 1000 zrna bila značajno veća na niskoj razini agrotehnike (tablica 3), to jasno ukazuje da su smanjeni prinosi zrna sorata pšenice na niskoj razini agrotehnike u glavnoj mjeri posljedica značajno manjeg broja zrna u klasu. Poznato je da zbog intenzivnog rasta i razvoja tijekom vlatanja usjev pšenice ima velike potrebe za dušikom pa ako one nisu zadovoljene doći će do smanjenja potencijalnog broja zrna u klasiću odnosno klasu. Još davne 1946. Coic, začetnik racionalne gnojidbe pšenice dušikom, utvrdio je da prihrana pšenice na početku proljetne vegetacije ima za posljedicu jači porast postranih izboja odnosno povećane potrebe usjeva u daljnjim fenofazama koje, ako nisu zadovoljene, depresivno djeluju na prinos zrna, reducirajući broj zrna u klasu.

Prosječni prinos zrna pšenice u obje godine istraživanja značajno je varirao samo na visokoj razini agrotehnike, iako nije utvrđena razlika u broju klasova/m². To ukazuje da su vremenske prilike (sušni svibanj-lipanj) u 1995./96. bile glavni limitirajući čimbenik proizvodnje, unatoč tome što se gnojidbom dušikom osigurao isti broj klasova/m², kao glavne komponente prinosa, u obje vegetacijske godine. Na niskoj razini agrotehnike prosječni prinos zrna pšenice nije značajno varirao u obje godine istraživanja, što bi moglo ukazati da su u istraživanim ekološkim uvjetima prinosi u ekstenzivnoj proizvodnji, zbog svoje niže razine, stabilniji od prinosa pri višoj razini agrotehnike. Ovi posljednji su daleko više pod utjecajem različitih kolebljivih vremenskih prilika odnosno klimatskih aberacija.

Sana i Darka, dvije najprinosnije sorte na visokoj razini agrotehnike dale su najviše prinose zrna i na niskoj razini agrotehnike (tablica 1). Sve ostale sorte na visokoj razini agrotehnike dale su međusobno slične, ali značajno niže prinose zrna. Na niskoj razini agrotehnike najprinosnijim sortama Sani i Darki pridružile su se Olga, Pakra i Banica dok su tri Os sorte (Žitarka, Barbara, OSK 4238/15-90), koje su kreirane u drugačijim ekološkim uvjetima, dale na ovom lokalitetu nešto slabije prinose zrna.

Dobivena interakcija između sorata i vegetacijske godine za prinos zrna i broj klasova/m² na visokoj razini agrotehnike upućuje na zaključak da između sorata postoje razlike u pravcu i jačini reakcije ovisno o obilježjima vegetacijske godine. Na niskoj razini agrotehnike te se sorte specifičnosti vjerojatno nisu mogle očitovati zbog ekstenzivnih uvjeta uzgoja. Tako se sorta Banica u sušnoj 1995./96. našla među najprinosnijim sortama, tj. uz Darku i Sanu, dok je u vegetacijski povoljnoj 1996./97. imala najniži prinos zrna od svih sorata. Štoviše, jedino se u te sorte na visokoj razini agrotehnike prinos zrna nije značajno razlikovao po godinama istraživanja. Za razliku od nje, sorta Barbara je u vegetacijskoj godini 1995./96. imala najniži prinos zrna, dok je u 1996./97. bila izjednačena s najprinosnijim sortama tj. Sanom i Darkom. Glavni uzrok variranja prinosa zrna ovih sorata na visokoj razini agrotehnike je različiti broj klasova/m². Tako je sorta Banica ostvarila 661 i 597 klasova/m², a sorta Barbara 551 i 618 klasova/m² redom po vegetacijskim godinama. Iz toga jasno proizlazi da je u obje sorte veoma značajna komponenta prinosa broj klasova/m². Međutim, vidljivo je da sorta Banica nije u mogućnosti kompenzirati niži broj klasova/m² pomoću veće produkcije zrna po klasu, vjerojatno dijelom i stoga što ima veoma sitno zrno odnosno najnižu masu 1000 zrna od svih sorata (tablica 3). Jedino u sorte OSK 4.238/15-90, za koju je također broj klasova/m² varirao po godinama istraživanja, nije utvrđena različita reakcija za prinos zrna. Razlog tome nalazi se u činjenici da je u nje veoma izražena komponenta prinosa produkcija zrna po klasu. Za tu je sortu prema preporuci korištena manja norma sjetve od ostalih sorata. Stoga se može zaključiti da je i sortna specifičnost u značajnoj mjeri prouzročila razlike u prinosu zrna u obje vegetacijske godine na visokoj razini agrotehnike. Sve ostale sorte pokazale su veoma sličnu reakciju u obje vegetacijske godine za prinos zrna i broj klasova/m².

Od pet najprinosnijih sorata na niskoj razini agrotehnike, i to redom Sane, Banice, Darke, Pakre i Olge, posljednje četiri imale su i najveći broj klasova/m² (tablica 2). Jedino je najprinosnija sorta Sana imala značajno manji broj klasova/m². No, i to je bilo dovoljno da osigura najveći prinos zrna, što samo po sebi dovoljno govori o "plastičnosti" te sorte. Sorta OSK 4.238/15-90 imala je značajno manji broj klasova/m² od svih ostalih sorata na obje razine agrotehnike.

(Sve sorte dale su više prinose zrna u gustoj sjetvi na obje razine agrotehnike. Povećanje prinosa zrna u gustoj sjetvi bilo je očekivano na niskoj razini agrotehnike, dok

Tablica 1. Prosječni prinos zrna (kg/ha) sorata pšenice u rijetkoj i gustoj sjetvi na dvije razine agrotehnike.
Table 1. Average grain yield (kg/ha) of winter wheat cultivars at low and high sowing rate in two management systems

Sorta Cultivar	Visoka razina agrotehnike Intensive management system			Niska razina agrotehnike Extensive management system		
	Rijetka sjetva	Gusta sjetva	Prosjeak	Rijetka sjetva	Gusta sjetva	Prosjeak
	Low sowing rate	High sowing rate	Average	Low sowing rate	High sowing rate	Average
Sana	7986 bc	8180 ab	8083 A	5741 bcd	6247 a	5994 A
Žitarka	7215 g	7568 def	7391 A	5107 fgh	5588 cde	5347 BC
Olga	7259 g	7453 efg	7356 B	5494 de	5745 bcd	5619 AB
Darka	8043 bc	8305 a	8174 B	5637 cde	5911 abc	5774 A
Pakra	7605 def	7685 de	7645 B	5740 bcd	5791 bcd	5765 AB
Barbara	7333 fg	7775 cd	7554 B	4818 h	5307 efg	5063 C
OSK 4238/15-90	7268 g	7665 de	7466 B	4981 gh	5345 ef	5163 C
Banica	7578 def	7783 cd	7680 B	5932 abc	6039 ab	5985 A

Tablica 2. Prosječan broj klasova/m² sorata pšenice u rijetkoj i gustoj sjetvi na dvije razine agrotehnike
Table 2. Average ear number/m² of winter wheat cultivars at low and high sowing rate in two management systems

Sorta Cultivar	Visoka razina agrotehnike Intensive management system			Niska razina agrotehnike Extensive management system		
	Rijetka sjetva	Gusta sjetva	Prosjeak	Rijetka sjetva	Gusta sjetva	Prosjeak
	Low sowing rate	High sowing rate	Average	Low sowing rate	High sowing rate	Average
Sana	435 def	631 b	533 BC	549 efg	655 ab	602 AB
Žitarka	475 cd	661 ab	568 AB	598 bcde	665 a	631 A
Olga	464 cde	658 ab	561 ABC	557 efg	622 abcd	589 AB
Darka	402 f	654 ab	528 BC	533 fg	677 a	605 AB
Pakra	463 cde	699 a	581 A	545 efg	648 abc	596 AB
Barbara	407 ef	634 b	520 C	527 fg	643 abc	585 B
OSK 4238/15-90	383 f	510 c	447 D	503 g	564 defg	533 C
Banica	505 c	678 ab	591 A	589 cdef	669 a	629 AB

se je na visokoj razini agrotehnike očekivao kompenzacijski učinak gnojidbe dušikom preko povećanog broja klasova/m², kao glavne komponente prinosa. O značaju viših gustoća sjetve, kao glavnom čimbeniku koji utječe na broj klasova/m² u slučajevima kada je dušik limitirajući čimbenik u ranom proljetnom periodu, među prvima je izvjestio Coic (1958).

Ako se usporede rezultati dobiveni pri rijetkoj sjetvi na niskoj razini s rezultatima pri gustoj sjetvi na visokoj razini agrotehnike, jer su takve sjetve glavne značajke ovih razina agrotehnike, može se vidjeti da su sorte u prosjeku povećale broj klasova/m² za 45,8%, a prinos zrna za 43,7 %. To samo po sebi dovoljno govori o povezanosti prinosa zrna s brojem klasova/m² kao glavnom komponentom prinosa. Povećanje prinosa zrna povećanjem broja klasova/m² utvrđeno je u brojnim istraživanjima (Varga, 1980; Mlinar, 1983; Bavec, 1999). Povezanost prinosa zrna s ovom komponentom prinosa u vegetacijskoj godini 1995./96. bila je još i pojačana slabijom ozrjenošću klasa od uobičajene, jer je zbog suše u razdoblju nakon klasanja došlo do osjetnog smanjenja broja zrna u klasu. Štoviše, Frederick i

Camberato (1995) utvrdili su da visoka razina gnojidbe dušikom može pojačati nedostatak vode u usjevu zbog veće biomase usjeva, koji ima i veće potrebe za vodom u odnosu na slabije razvijeni usjev, i time rezultirati većim smanjenjem broja zrna u klasu u odnosu na usjev s nižom razinom gnojidbe dušikom.

Međutim, na obje razine agrotehnike povećanje prinosa zrna pšenice u gustoj sjetvi nije bilo razmjerno povećanju broja klasova/m². Tako se broj klasova/m² u gustoj sjetvi na niskoj razini agrotehnike u prosjeku za sve sorte povećao za 45,1%, dok se prinos zrna povećao za samo 5,8%. Nadalje, u gustoj sjetvi na visokoj razini agrotehnike sorte su u prosjeku imale još niže povećanje prinosa zrna (samo 3,5%) zbog činjenice da se broj klasova/m² povećao za samo 16,9%. To jasno ukazuje na važnost produkcije zrna po klasu kao komponente prinosa te još jednom potvrđuje velike mogućnosti kompenzacije između različitih komponenata prinosa pšenice, o čemu govore Varga (1980) i Bavec (1999).

Kako su u svih sorata dobiveni značajno viši prinosi zrna u gustoj sjetvi na visokoj razini agrotehnike, to jasno ukazuje da u datim uvjetima razina gnojidbe dušikom

Tablica 3. Prosječna masa 1000 zrna (g) sorata pšenice u rijetkoj i gustom sjetvi na dvije razine agrotehnike.
Table 3. Average 1000-grain weight (g) of winter wheat cultivars at low and high sowing rate in two management systems

Sorta Cultivar	Visoka razina agrotehnike Intensive management system			Niska razina agrotehnike Extensive management system		
	Rijetka sjetva	Gusta sjetva	Prosjeak	Rijetka sjetva	Gusta sjetva	Prosjeak
	Low sowing rate	High sowing rate	Average	Low sowing rate	High sowing rate	Average
Sana	41,9 c	41,1 cd	41,5 C	44,4 e	43,6 ef	44,0 D
Žitarka	42,0 c	41,7 c	41,8 C	42,8 fg	42,0 g	42,4 E
Olga	41,6 c	41,4 c	41,5 C	43,3 ef	42,7 fg	43,0 DE
Darka	43,6 b	41,2 c	42,4 C	43,6 ef	43,8 ef	43,7 D
Pakra	44,0 b	44,5 b	44,3 B	47,6 c	47,1 c	47,4 B
Barbara	43,6 b	43,8 b	43,7 B	46,1 d	45,3 d	45,7 C
OSK 4238/15-90	50,4 a	50,4 a	50,4 A	51,2 a	50,1 b	50,6 A
Banica	40,1 e	39,3 de	39,7 D	40,4 h	39,9 h	40,1 F

Tablica 4. Prosječna hektolitarska masa (kg/hl) sorata pšenice u rijetkoj i gustom sjetvi na dvije razine agrotehnike.
Table 4. Average test weight (kg/hl) of winter wheat cultivars at low and high sowing rate in two management systems

Sorta Cultivar	Visoka razina agrotehnike Intensive management system			Niska razina agrotehnike Extensive management system		
	Rijetka sjetva	Gusta sjetva	Prosjeak	Rijetka sjetva	Gusta sjetva	Prosjeak
	Low sowing rate	High sowing rate	Average	Low sowing rate	High sowing rate	Average
Sana	79,8 e	79,8 e	79,8 D	79,1 gh	78,8 h	79,0 D
Žitarka	81,4 c	81,8 b	81,6 B	81,8 c	81,8 c	81,8 B
Olga	81,5 bc	81,8 b	81,7 B	81,2 de	81,6 cd	81,4 BC
Darka	80,2 d	80,2 d	80,2 D	79,9 f	79,5 fg	79,7 D
Pakra	77,6 g	78,1 f	77,9 E	77,8 i	78,0 i	77,9 E
Barbara	82,9 a	83,0 a	82,9 A	82,7 b	83,4 a	83,1 A
OSK 4238/15-90	80,5 d	81,1 c	80,8 C	80,7 e	80,7 e	80,7 C
Banica	81,3 c	81,5 bc	81,4 B	81,2 de	81,3 cde	81,2 BC

nije bila dovoljna da osigura potreban broj klasova/m² u žetvi u rijetkoj sjetvi, što bi omogućilo postizanje maksimalnih prinosa. Stoga se gusta sjetva pokazala kao nužna agrotehnička mjera za povećanje broja klasova/m² u svih sorata, a time i ostvarenje maksimalnih prinosa zrna. Izostanak interakcije sorte i gustoće sjetve ukazuje da su u ovom pokusu sve sorte pokazale sličnu reakciju za prinos zrna i broja klasova/m² pri različitim gustoćama sjetve na obje razine agrotehnike. Ipak, treba spomenuti da su uočene određene razlike među sortama. Tako je najmanje povećanje prinosa zrna u gustom sjetvi opaženo u sorte Pakra i to 0,9% na niskoj odnosno 1,0 % na visokoj razini agrotehnike (tablica 1). To jasno govori kolika je njena mogućnost kompenzacije gustoće sklopa povećanom produkcijom zrna po klasu.

U svih sorata utvrđena je značajno veća masa 1000 zrna na niskoj razini agrotehnike te osjetno manje vrijednosti u većine sorata u gustom sjetvi na obje razine agrotehnike (tablica 3). Rezultate o smanjenoj masi 1000 zrna pri višim normama sjetve odnosno većim gustoćama sklopa nalazimo u radovima brojnih autora (Hebert, 1969; Mlinar, 1983; Frederick i Marshall, 1985; Bruckner i Morey, 1988). Jedino su u sorte Darka na niskoj razini, te u Pakre i Barbare na visokoj razini agrotehnike

dobivene veće mase 1000 zrna u gustom sjetvi, iako su te sorte imale sličan broj klasova/m² kao i ostale sorte.

Na niskoj razini agrotehnike sorte Sana, Žitarka i Darka imale su istu masu 1000 zrna u obje vegetacijske godine, dok na visokoj razini agrotehnike to nije dobiveno ni u jedne sorte. To jasno ukazuje da je i ta komponenta prinosa pod jakim utjecajem stanišnih čimbenika. Nadalje, sve sorte osim OSK 4.238/15-90, imale su veće mase 1000 zrna u prvoj godini istraživanja kada je zbog slabije ozrjenosti klasa, ali povoljnih vremenskih uvjeta tijekom mliječne i voštane zriobe osigurano dobro nalijevanje zrna. Značajno veću masu 1000 zrna od svih ostalih sorata, kako na visokoj, tako i na niskoj razini agrotehnike imala je sorta OSK 4.238/15-90 koja je u prosjeku iznosila visokih 50,5g. Osjetno nižu masu 1000 zrna na visokoj razini agrotehnike imale su sorte Pakra i Barbara. Zatim slijedi skupina sorata s veoma sličnim vrijednostima (tablica 3). Jedino je sorta Banica imala značajno nižu masu 1000 zrna od svih ostalih sorata na obje razine agrotehnike.

Hektolitarska masa svih istraživanih sorata pšenice imala je neznatno više vrijednosti na visokoj razini agrotehnike, što je u suglasju s rezultatima koje su dobili Guy i sur.

(1995). U većine sorata utvrđeno je povećanje vrijednosti hektolitarske mase u gustoj sjetvi na visokoj razini agrotehnike (tablica 4). Sličnu tendenciju povećanja vrijednosti hektolitarske mase povećanjem gustoće sjetve odnosno gustoće sklopa dobili su Protić i sur. (1988). Zanimljivo je da su jedino sorte Sana i Darka, kao najprinosnije, imale nešto nižu hektolitarsku masu u gustoj sjetvi na niskoj razini agrotehnike te da im nije povećana hektolitarska masa ni u gustoj sjetvi na visokoj razini agrotehnike. Štoviše, samo su te dvije sorte postigle istu hektolitarsku masu u obje vegetacijske godine na obje razine agrotehnike. Na niskoj razini agrotehnike pridružile su im se još i sorte Banica, Olga, Pakra i OSK 4.238/15-90, dok na visokoj razini niti jedna druga sorta nije imala iste vrijednosti hektolitarske mase u obje godine istraživanja.

Značajno višu hektolitarsku masu od ostalih sorata na obje razine agrotehnike imala je sorta Barbara (tablica 4). Kako je ta sorta imala nižu masu 1000 zrna od sorte OSK 4.238/15-90 na obje razine agrotehnike, a na niskoj razini i od sorte Pakre, može se zaključiti da masa 1000 zrna *per se* nije dobar pokazatelj ispunjenosti zrna odnosno hektolitarske mase. Ipak, treba reći da su Ghaderi i Everson (1971) u dvogodišnjem istraživanju na više lokaliteta utvrdili statistički opravdanu povezanost hektolitarske mase i mase 1000 zrna za 30 kultivara pšenice, što ukazuje da čimbenici koji utječu na masu 1000 zrna utječu i na hektolitarsku masu. Međutim, analiza kovarijance u istih autora pokazala je malu genetsku povezanost mase 1000 zrna i hektolitarske mase, što bi upućivalo na zaključak da nema zajedničkih gena koji kontroliraju ta dva svojstva. Nadalje, dobivene razlike u vrijednostima mase 1000 zrna i hektolitarske mase u istih autora bile su u veoma visokoj povezanosti s različitim lokacijama i godinama, što ukazuje da je glavni uzrok variranja ta dva svojstva bio uvjetovan ekološkim razlikama. Nasuprot njima, a u suglasju s rezultatima naših istraživanja, Shuler i sur. (1995) nisu utvrdili povezanost mase 1000 zrna i hektolitarske mase za 24 kultivara pšenice uzgajanih na šest lokaliteta.

Treba naglasiti i činjenicu da je sorta Banica, koja je imala najnižu masu 1000 zrna od svih sorata, imala značajno nižu hektolitarsku masu samo od sorte Barbare. Najnižu hektolitarsku masu imala je sorta Pakra i to na obje razine agrotehnike. U te sorte dobivena je niža masa 1000 zrna samo od sorte OSK 4.238/15-90, pa i taj podatak sam po sebi potvrđuje činjenicu da masa 1000 zrna nije realan pokazatelj hektolitarske mase.

ZAKLJUČAK

Sana i Darka, najprinosnije sorte na visokoj razini agrotehnike, također su bile u skupini sorata s najvišim prinosima zrna i na niskoj razini agrotehnike. U svih sorata pšenice ostvaren je značajno veći broj klasova/m² i viši prinos zrna u gustoj sjetvi na obje razine agrotehnike. Utvrđene su razlike između sorata za prinos i komponente prinosa zrna na obje razine agrotehnike. U obje vegetacijske godine neke sorte su pokazale

različiti smjer i jačinu reakcije za prinos zrna i broj klasova/m² samo na visokoj razini agrotehnike, dok su na niskoj razini agrotehnike sve sorte slično reagirale. Vegetacijska godina, sorta i njihove interakcije značajno utječu, kako na masu 1000 zrna, tako i na hektolitarsku masu. Masa 1000 zrna bila je osjetno manja na visokoj razini agrotehnike te u većine sorata pri gustoj sjetvi na obje razine agrotehnike. Hektolitarska masa bila je neznatno veća na visokoj razini agrotehnike te značajno veća u većine sorata pri gustoj sjetvi na obje razine agrotehnike.

LITERATURA

- Bavec, M. 1999. Prinos, komponente prinosa i kakvoća zrna pšenice u ovisnosti o metodi i količini primijenjenog dušika u slovenskom Podravlju. Disertacija, Agronomski fakultet, Zagreb.
- Bouchard, C., M.-H. Jeuffroy. 1998. Fertilisation azotée du ble tendre d'hiver. Quels sont les effets des carences azotées sur le nombre de grains par m²? Perspectives Agricoles. 237:69-76.
- Butorac, A., V. Mihalić, I. Folivarski. 1977. Rezultati istraživanja optimalne dubine osnovne obrade tla i rezidualnog djelovanja duboke obrade u kombinaciji s mineralnom gnojivom za ozimu pšenicu na smeđem tlu na karbonatnom lesu. Agronomski glasnik. 6:511-529.
- Butorac, A., L. Lacković, T. Beštak, Đ. Vasilj, V. Seiwerth. 1981. Efikasnost reducirane i konvencionalne obrade tla u interakciji s mineralnom gnojivom u plodosmjerni ozima pšenica – šećerna repa – kukuruz na lessivé pseudogleju. Poljopr. Znan. Smotra. 54:5-30.
- Coic, Y. 1946. L'apport a dose normale et a une époque favorable d'engrais azotes immédiatement assimilables peut provoquer ultérieurement un besoin supplémentaire d'azote. C. R. Acad. Agri. 32:79-82.
- Coic, Y. 1958. Recherches sur le meilleur équilibre densité de semis-fertilisation azotée du blé d'hiver. C. R. Acad. Agri. 44:761-765.
- Frederick, J. R., and H. G. Marshall. 1985. Grain yield and yield components of soft red winter wheat as affected by management practices. Agron. J. 77:495-499.
- Frederick, J. R., and J. J. Camberato. 1995. Water and Nitrogen Effects on Winter Wheat in the Southeastern Coastal Plain: I. Grain Yield and Kernel Traits. Agron. J. 87:521-526.
- Ghaderi, A., and E. H. Everson. 1971. Genotype-environmental Studies of Test Weight and Its Components in Soft Winter Wheat. Crop Sci. 11:617-620.
- Gotlin, J., A. Pucarić. 1966. Utjecaj vremena prihranjivanja i količina dušika na varijabilnost komponenata prinosa pšenice. Agronomski glasnik. 16:577-592.
- Guy, S. O., H. Tablas-Romero, and M. K. Heikkinen. 1995. Agronomic Responses of Winter Wheat Cultivars to Management Systems. J. Prod. Agric. 8:529-535.
- Hebert, J. 1969. La fumure azotée du blé d'hiver. Bull. Tech. Inform. 244:755-766.

- Konstantinović, J. 1982. Uporedno ispitivanje klasične i minimalne obrade i direktne sjetve bez obrade na fizičke osobine zemljišta, razvoj i prinos ozime pšenice i kukuruza u dvopolju. *Savrem. Poljoprivreda*. 30: 1-86.
- Michigan State University. 1990. User's guide to MSTAT-C
- Mlinar, R. 1983. Produktivno busanje i komponente priroda raznih genotipova pšenice u odnosu na normu sjetve. *Poljopr. Znan. Smotra*. 60: 5-26.
- Protić, R., B. Spasojević, T. Šćepanović. 1988. Prinos zrna i neke komponente prinosa raznih genotipova pšenice pri različitoj gustini setve. *Savrem. Poljoprivreda*. 36: 303-316.
- Pucarić, A., M. Jukić. 1989. Međuzavisnost utjecaja glavnih faktora u tehnologiji proizvodnje novih sorata pšenice u agroekološkim uvjetima gornje Posavine. *Poljoprivredne aktualnosti*. 33: 403-416.
- Roth, G. W., and H. G. Marshall. 1987. Effects of Timing of Nitrogen Fertilisation and a Fungicide on Soft Red Winter Wheat. *Agron. J.* 79: 197-200.
- Schuler, S. F., R. K. Bacon, P. L. Finney, and E. E. Gbur. 1995. Relationship of Test Weight and Kernel Properties to Milling and Baking Quality in Soft Red Winter Wheat. *Crop Sci.* 35: 949-953.
- Shah, S. A., S. A. Harison, D. J. Bocquet, P. D. Colyer, and S. H. Moore. 1994. Management Effects on Yield and Yield Components of Late-Planted Wheat. *Crop Sci.* 34: 1298-1303.
- Statistički ljetopis. 1998. Državni zavod za statistiku, Zagreb.
- Varga, B. 1980. Ispitivanje reakcije sorata pšenice na količinu, vrijeme primjene i oblik N-gnojiva u različitim agroekološkim uvjetima. *Poljopr. Znan. Smotra*. 52: 285-297.