

Katedra Technologii Produkcji Roślinnej i Towaroznawstwa
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: leszek.rachon@up.lublin.pl

LESZEK RACHOŃ, GRZEGORZ SZUMIŁO, HALINA MACHAJ

Wpływ intensywności technologii uprawy na plonowanie różnych genotypów pszenicy ozimej

Influence of the intensity cultivation technology on the yield of different
genotypes of winter wheat

Streszczenie. W pracy określono wpływ intensywności technologii uprawy na plonowanie ozimych genotypów pszenicy zwyczajnej, twardej, orkisz i jednoziarnowej. Dwuczynnikowe doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2010–13 w Gospodarstwie Doświadczalnym Felin Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie metodą bloków losowanych w 4 powtórzeniach. Pierwszym czynnikiem były 4 gatunki (podgatunki) pszenicy ozimej: pszenica zwyczajna (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare* L.) – odmiana Tonacja, pszenica twarda (*Triticum durum* Desf.) – odmiana Komnata, pszenica orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* (L.) Thell.) – odmiana Schwabenkorn, pszenica jednoziarnowa (*Triticum monococcum* L.) – PL 5003 (materiał siewny pozyskany z Krajowego Centrum Roślinnych Zasobów Genowych). Drugą zmienną były poziomy agrotechniki: przeciętny poziom agrotechniki: nawożenie mineralne (N – 70, P – 30,5, K – 99,6 kg · ha⁻¹), zaprawianie ziarna i zwalczanie chwastów; wysoki poziom agrotechniki: zwiększone nawożenie azotowe (N – 140, P – 30,5, K – 99,6 kg · ha⁻¹), zaprawianie ziarna, zwalczanie chwastów, 2 zabiegi przeciw chorobom, insektycyd i regulator wzrostu. Badane gatunki (podgatunki) pszenicy istotnie różniły się poziomem plonowania. Najwyższy plon wydała odmiana pszenicy zwyczajnej, Tonacja – 7,25 t · ha⁻¹. Istotnie niżej plonowały pozostałe gatunki: pszenica twarda (Komnata) – 4,19 t · ha⁻¹, pszenica orkisz (Schwabenkorn) – 3,87 t · ha⁻¹ oraz pszenica jednoziarnista – 2,33 t · ha⁻¹. Wykazano interakcję między badanymi gatunkami (podgatunkami) a poziomem intensyfikacji technologii uprawy. Pszenica zwyczajna i twarda reagowały istotnym wzrostem plonu ziarna przy wyższym poziomie agrotechniki, natomiast nie wykazano różnic w przypadku pszenicy orkisz i jednoziarnowej. Otrzymane wyniki potwierdzają przydatność tych gatunków (podgatunków) do uprawy w warunkach mniej intensywnych. Średnio, niezależnie od badanych pszenic, wyższy poziom agrotechniki spowodował istotny wzrost plonu ziarna, obsady kłosów, MTZ, liczby ziarn z kłosa i masy ziarn z kłosa oraz ograniczał wyleganie roślin.

Słowa kluczowe: intensywność technologii uprawy, plon ziarna, pszenica zwyczajna, pszenica twarda, pszenica orkisz, pszenica jednoziarnowa

WSTĘP

Nowe tendencje w rolnictwie i jego otoczeniu spowodowały, że wielu hodowców, rolników, praktyków i producentów żywności ponownie zainteresowało się zbożami uprawianymi dawniej, które choć mniej plenne, posiadają wiele walorów użytkowych, szczególnie związanych z wartością odżywczą ziarna i jego przetworów [Brandolini 2008, Rachoń i in. 2013, Rachoń i Szumiło 2009b]. Jedną z ważniejszych przesłanek przemawiających za wzrostem zainteresowania pszenicami uprawianymi dawniej jest ich niezaprzeczalna odporność na wiele niekorzystnych czynników środowiska, takich jak niskie temperatury, deficyt wody, mniejsze wymagania pokarmowe, zwiększona odporność na patogeny grzybowe. W ostatnich latach zainteresowanie innymi gatunkami pszenicy wzrasta także ze względu na powrót do ekstensywnych metod produkcji [De Vita i in. 2007, Dinelli i in. 2013, Konvalina i in. 2010, Cyrkler-Degulis, Bulińska-Radomska 2006].

Mimo że potencjał plonowania „starych”, niekiedy dawno zapomnianych, gatunków pszenicy jest nieporównywalnie mniejszy niż współczesnych odmian pszenicy zwyczajnej, to spodziewać się można, iż w nadchodzących latach będą nie tylko będą odgrywały coraz większą rolę w ekologicznym systemie gospodarowania, ale również znajdą dla siebie miejsce w uprawach konwencjonalnych czy integrowanych [Rachoń 2001, Rachoń i Szumiło 2009a]. Z całą pewnością dawne gatunki pszenicy nie będą mieć takiego znaczenia jak przed setkami lat, ale w dobie drastycznego zubożenia zarówno diety współczesnego człowieka, jak i zasobów genowych roślin uprawnych, zainteresowanie tymi pszenicami będzie wzrastać.

MATERIAŁY I METODY

Celem podjętych badań było określenie wpływu intensywności technologii uprawy na plonowanie ozimych genotypów pszenicy zwyczajnej, twardej, orkisz oraz jednoziarnowej. Hipoteza badawcza zakładała, że intensyfikacja technologii uprawy spowoduje zróżnicowaną reakcję porównywanych gatunków (podgatunków) w zakresie plonowania.

Chcąc zrealizować powyższe cele, w latach 2010–13 w Gospodarstwie Doświadczalnym Felin Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie przeprowadzono metodą bloków losowanych w 4 powtórzeniach dwuczynnikowe doświadczenia polowe.

Pole doświadczalne zlokalizowane było na glebie wytworzonej z pyłów pochodzenia lessowego, zaliczanej do kompleksu pszennego dobrego. Zasobność gleby w fosfor i potas była wysoka (P – 7,89 i K – 18,01 mg · 100 g⁻¹ gleby), natomiast zawartość magnezu w glebie kształtowała się na niskim poziomie (3,95 mg · 100 g⁻¹).

Pierwszym czynnikiem były 4 gatunki (podgatunki) pszenicy ozimej:

- pszenica zwyczajna (*Triticum aestivum* ssp. *aestivum* L.) – odmian Tonacja,
- pszenica twarda (*Triticum durum* Desf.) – odmiana Komnata,
- pszenica orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* (L.) Thell.) – odmiana Schwabenkorn,
- pszenica jednoziarnowa (*Triticum monococcum* L.) – PL 5003 (materiał siewny pozyskany z Krajowego Centrum Roślinnych Zasobów Genowych),

Drugą zmienną były poziomy agrotechniki:

- przeciętny poziom agrotechniki: nawożenie mineralne (N – 70, P – 30,5, K – 99,6 kg·ha⁻¹), zaprawianie ziarna i zwalczanie chwastów;

– wysoki poziom agrotechniki: zwiększone nawożenie azotowe (N – 140, P – 30,5, K – 99,6 kg·ha⁻¹), zaprawianie ziarna, zwalczanie chwastów, 2 zabiegi przeciw chorobom, insektycyd i regulator wzrostu).

Przed siewem ziarno pszenicy zaprawiano preparatem Baytan Universal 094 FS w ilości 400 ml środka z dodatkiem 200 ml wody na 100 kg ziarna.

Uprawa roli była typowa. Pod pszenicę ozimą wykonano po zbiorze przedplonu zespół uprawek późniejszych, a 10–14 dni przed siewem orkę siewną i bronowanie poprzedzone nawożeniem mineralnym. Powierzchnia poletek do siewu wynosiła 22 m², a do zbioru – 10 m². Siew wykonywano w optymalnych terminach agrotechnicznych, w stanowisku po rzepaku ozimym. Pszenicę ozimą wysiewano w ilości 450 ziaren na 1 m².

W okresie wegetacyjnym na każdym poletku: określono na powierzchni 1 m² liczbę roślin po wschodach w fazie 2–3 liści (BBCH 12–13) i liczbę kłosów przed zbiorem.

Ocenę wylegania roślin przeprowadzono tuż przed zbiorem, ustalając obszar wylegania (w % całej powierzchni poletka) oraz jego intensywność w stopniach odchylenia od pionu w skali 9° (1 – brak wylegania, 9 – wyleganie bardzo duże). Średni stopień wylegania obliczono jako średnią ważoną wg wzoru:

$$\text{Wskaźnik wylegania} = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n p_i \times b_i$$

gdzie: p_i – procent i-tej części poletka o jednolitym wyleganiu (obszar wylegania);

b_i – ocena wylegania na i-tej części poletka (nachylenie);

n – liczba części pola różniących się wyleganiem.

Po zbiorze ziarno doczyszczono (dodatкового czyszczenia ze względu na słabą wymłacalność ziarna wymagały pszenica jednoziarnowa i orkisz) przy użyciu młocarni laboratoryjnej, a następnie określono: plon ziarna w t · ha⁻¹, liczbę i masę ziarn z kłosa (na 50 losowo wybranych kłosach z każdego poletka), a także masę 1000 ziarn w g (według PN-R-74017:1968. Ziarno zbóż i nasiona strączkowe jadalne – Oznaczanie masy 1000 ziarn).

Wyniki poddano analizie wariancji, natomiast różnice oszacowano testem Tukeya na poziomie istotności $p = 0,05$, obliczono także współczynniki zmienności (CV w %) dla plonu i elementów struktury plonu.

Analizując warunki pogodowe w latach prowadzonych badań, stwierdzono znaczne zróżnicowanie w zakresie średnich temperatur powietrza i ilości opadów w 3-leciu, jak również w porównaniu ze średnimi z wielolecia 1951–2010 (tab. 1). Bardziej znaczące różnice odnotowano w ilości opadów. Warunki wilgotnościowe jesienią 2010 r. były sprzyjające do kiełkowania i wschodów pszenicy ozimej. Długi okres wegetacji jesienią, średnia temperatura listopada wyższa o 3,8°C w porównaniu z wieloleciem, spowodował, że formy ozime pszenicy weszły w okres spoczynku zimowego dobrze rozkrzewione. Równomierny rozkład opadów w okresie intensywnego wzrostu (kwiecień – czerwiec) i wyższe od średnich wieloletnich temperatury powietrza sprzyjały rozwojowi pszenicy i dobremu plonowaniu. Okres wegetacyjny 2011–2012 okazał się najmniej korzystny pod względem plonowania, znaczny niedobór opadów wystąpił w okresie wschodów i krzewienia zbóż ozimych. W okresie od września do końca listopada spadło tylko 34,9 mm deszczu.

Tabela 1. Opady i temperatura powietrza w latach 2010–2013 w zestawieniu ze średnimi wieloletnimi (1951–2010) wg Obserwatorium Meteorologicznego w Felinie
 Table 1. Rainfalls and air temperatures of the years 2010–2013 as compared to the long-term mean figures (1951–2010), according to the Meteorological Observatory at Felin

Rok/Year	Miesiące/Months											
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	Suma opadów w mm / Rainfalls in mm											
2010/2011	119,0	11,2	46,8	32,4	24,8	25,2	8,1	29,9	42,2	67,8	189,0	65,3
2011/2012	5,4	28,5	1,0	34,5	33,6	22,1	28,6	34,0	56,3	62,8	52,3	37,6
2012/2013	35,5	88,8	29,8	28,8	57,7	28,5	60,8	51,1	101,6	105,9	126,1	17,8
Średnio z lat Mean for 1951–2010	53,7	40,1	38,2	31,4	23,4	25,8	28,0	39,0	60,7	65,9	82,0	70,7
Rok/Year	Średnia temperatura powietrza w °C / Air temperature in °C											
2010/2011	12,5	5,6	6,4	-4,7	-0,8	-4,8	2,3	10,3	14,2	18,6	18,4	18,8
2011/2012	15,2	8,0	2,4	2,0	-1,8	-7,1	4,3	9,5	15,0	17,3	21,5	19,2
2012/2013	15,0	8,1	5,5	-3,8	-3,8	-1,0	-2,4	8,1	15,3	18,5	19,2	19,2
Średnio z lat Mean for 1951–2010	12,6	7,6	2,6	-1,6	-3,7	-2,8	1,0	7,4	13,0	16,3	18,0	17,2

WYNIKI I DYSKUSJA

Badane pszenice istotnie różniły się poziomem plonowania (tab. 2). Najwyższy plon – średnio w latach 2011–2013 – wydała odmiana pszenicy zwyczajnej, Tonacja – $7,25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Istotnie niżej plonowały pozostałe pszenice: twarda (Komnata) – $4,19 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (57,8% plonu pszenicy zwyczajnej), orkisz (Schwabenkorn) – $3,87 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (53,4%) oraz jednoziarnowa – $2,33 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (32,1%). Dane te są zbieżne z wynikami uzyskanymi przez Rachonia i Szumiło [2006], którzy wykazali, że poziom plonowania pszenicy twardej w odniesieniu do zwyczajnej kształtował się w przedziale 57,3–80,1% i uzależniony był w dużej mierze od warunków pogodowych. Niższe plonowanie pszenicy twardej wynikało przede wszystkim z mniejszej obsady kłosów (o 24,1% w stosunku do pszenicy zwyczajnej) – tabela 2. Z kolei Lacko-Bartosova i Otepa [2001] stwierdzili niższe plonowanie pszenicy orkisz (w zależności od odmiany od 7,8% do 22,8%) w porównaniu z pszenicą zwyczajną. Poziom plonowania pszenicy jednoziarnowej w badaniach Stallknechta i in. [1996] kształtował się w przedziale $1,4\text{--}4,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, a Cyrkler-Degulis i Bulińska-Radomska [2006] uzyskali plon tej pszenicy w granicach od 102 do $360 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ w zależności od odmiany. O wysokim plonie pszenicy zwyczajnej zadecydowały głównie: obsada kłosów – 452, liczba ziarn w kłosie – 36 i masa ziarn z kłosa – $1,647 \text{ g}$ (tab. 2, 3) Wartości tych cech pszenicy zwyczajnej były najwyższe spośród porównywanych gatunków (podgatunków). Najniższy poziom plonowania pszenicy jednoziarnowej wynikał przede wszystkim z największej podatności na wyleganie (3,84 stopnia) i z najmniejszej dorodności ziarna (najmniejsza masa 1000 ziarn – $25,5 \text{ g}$ oraz masa ziarn z kłosa – $0,619 \text{ g}$) – tabele 3 i 4. Ponadto gatunek ten charakteryzował się najniższym współczynnikiem zmienności plonowania, a wartość CV wahała się od 10,7 do 11,0%. Spośród pozostałych gatunków (podgatunków) pszenica twarda odznaczała się najbardziej dorodnym ziarnem (największa MTZ – $50,2 \text{ g}$). We wcześniejszych badaniach De Vita i in. [2007, Dinelli i in. [2013], Podolskiej i Wyzinskiej [2013] oraz Rachonia i in. [2009c] również wykazano dużą masę 1000 ziarn tego genotypu. W przeprowadzonych badaniach pszenica twarda charakteryzowała się przy tym dużą zmiennością plonowania w latach, uzyskując jedne z najwyższych współczynników zmienności (18,4–20,7%). Oszacowana zmienność plonowania pszenicy orkisz przyjmowała wartości pośrednie między pszenicą zwyczajną, twardą a jednoziarnową. W badaniach własnych masa 1000 ziarn pszenicy orkisz ($44,7 \text{ g}$) była mniejsza niż pszenicy twardej i większa niż pszenicy jednoziarnowej. Mniejszą MTZ pszenicy orkisz w porównaniu z MTZ pszenicy zwyczajnej i twardej uzyskali także Rachoń i in. [2009c]. W badaniach Sulewskiej [2004] średnia masa 1000 ziarn genotypów ozimych orkiszu wynosiła $44,7 \text{ g}$ (przy zakresie wartości tej cechy $35,0\text{--}53,8 \text{ g}$).

Wyższy poziom agrotechniki średnio, niezależnie od badanych gatunków (podgatunków), spowodował istotny wzrost: plonu ziarna o $0,42 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, obsady kłosów o 22, MTZ o $0,7 \text{ g}$, liczby ziarn z kłosa o 0,5 i masy ziarn z kłosa o $0,037 \text{ g}$. Ponadto wykazano interakcję między badanymi gatunkami a poziomem intensyfikacji technologii uprawy. Pszenica zwyczajna i twarda reagowały istotnym wzrostem plonu ziarna przy wyższym poziomie agrotechniki (odpowiednio $0,91 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ i $0,38 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), natomiast nie wykazano różnic w przypadku pszenicy orkisz i jednoziarnowej. Uzyskane wyniki potwierdzają przydatność tych pszenic do uprawy w warunkach mniej intensywnych. Istotnie wyższy poziom plonowania oraz wzrost obsady kłosów i liczby ziarn w kłosie po zastosowaniu kompleksowej ochrony dla pszenicy zwyczajnej i twardej wykazali wcześniej w swoich badaniach Rachoń i Szumiło [2009]. Z kolei Podolska i Wyzinska [2013] nie wykazały istotnych różnic w masie 1000 ziarn przy intensywnym nawożeniu tych pszenic azotem, a Rachoń i in. [2013] przy stosowaniu intensywnej technologii ich uprawy.

Tabela 2. Plon ziarna i liczba kłosów pszenicy ozimej
 Table 2. The grain yield and number of ears of winter wheat

Genotypy Genotypes	PA					WA					Średnio/Mean			Średnio Mean
	2011	2012	2013	średnio mean	CV (%)	2011	2012	2013	średnio mean	CV (%)	2011	2012	2013	
Plon ziarna / Grain yield (t·ha ⁻¹)														
<i>T. aestivum</i> ssp. <i>vulgare</i>	8,21	5,74	6,44	6,79	16,2	8,80	6,11	8,20	7,70	15,8	8,50	5,92	7,32	7,25
<i>T. monococcum</i>	2,54	2,03	2,31	2,29	10,7	2,40	2,07	2,65	2,37	11,0	2,47	2,05	2,48	2,33
<i>T. durum</i>	4,38	3,03	4,59	4,00	18,4	4,69	3,22	5,25	4,38	20,7	4,54	3,13	4,92	4,19
<i>T. aestivum</i> ssp. <i>spelta</i>	4,71	3,18	3,30	3,73	19,7	4,57	3,39	4,04	4,00	13,1	4,64	3,29	3,67	3,87
Średnio	4,96	3,49	4,16	4,20	—	5,11	3,70	5,03	4,62	—	5,04	3,60	4,60	—
NIR/LSD _{0,05}	a – 0,119; b – 0,064; a × b – 0,279; c – 0,094; a × c – 0,207; b × c – 0,157													
Liczba kłosów na 1 m ² / Number of ears per 1 m ²														
<i>T. aestivum</i> ssp. <i>vulgare</i>	441	375	484	433	11,6	458	381	572	470	18,0	449	378	528	452
<i>T. monococcum</i>	514	338	324	392	23,6	519	347	351	405	21,1	516	342	337	399
<i>T. durum</i>	314	245	443	334	25,9	321	247	485	351	30,0	318	246	464	343
<i>T. aestivum</i> ssp. <i>spelta</i>	345	271	265	294	14,1	343	290	301	311	12,7	344	281	283	302
Średnio	403	307	379	363	—	410	316	427	385	—	407	312	403	—
NIR/LSD _{0,05}	a – 16,4; b – 8,8; a × b – r.n.; c – 13,0; a × c – 28,4; b × c – 21,6													

PA – przeciętny poziom agrotechniki / average level of agricultural technology; WA – wysoki poziom agrotechniki / high level of agricultural technology; a – dla genotypów / for genotypes; b – dla poziomów agrotechniki / for levels of agricultural technology; c – dla lat / for years; a × b – dla interakcji genotyp × poziom agrotechniki / for interaction genotype × level of agricultural technology; a × c – dla interakcji genotyp × rok / for interaction genotype × year; b × c – dla interakcji poziom agrotechniki × rok / for level of agricultural technology × year; CV – współczynnik zmienności / coefficient of variation; r.n. – różnice nieistotne / not significant

Tabela 3. Elementy struktury plonu pszenicy ozimej
Table 3. Yield structure elements of winter wheat

Genotypy Genotypes	PA					WA					Średnio/Mean			Średnio Mean
	2011	2012	2013	średnio mean	CV (%)	2011	2012	2013	średnio mean	CV (%)	2011	2012	2013	
Liczba ziarn z kłosa / Number of kernels per ear														
<i>T. aestivum</i> ssp. <i>vulgare</i>	38,6	36,3	31,7	35,5	8,8	40,0	37,5	32,3	36,6	9,7	39,3	36,9	32,0	36,0
<i>T. monococcum</i>	18,4	28,9	27,2	24,8	19,7	17,8	27,3	29,7	24,9	21,7	18,1	28,1	28,4	24,9
<i>T. durum</i>	27,2	26,6	20,6	24,8	12,9	28,5	27,5	21,2	25,7	13,4	27,9	27,0	20,9	25,3
<i>T. aestivum</i> ssp. <i>spelta</i>	28,3	31,1	28,0	29,1	6,0	28,6	30,4	29,1	29,4	4,6	28,4	30,8	28,6	29,2
Średnio	28,1	30,7	26,9	28,6	—	28,7	30,6	28,1	29,1	—	28,4	30,7	27,5	—
NIR/LSD _{0,05}	a – 0,78; b – 0,42; a × b – r.n.; c – 0,61; a × c – 1,34; b × c – r.n.													
Masa ziarn z kłosa / Weight of grains per ear (g)														
<i>T. aestivum</i> ssp. <i>vulgare</i>	1,871	1,599	1,349	1,606	14,1	1,953	1,687	1,421	1,687	13,6	1,912	1,643	1,385	1,647
<i>T. monococcum</i>	0,502	0,636	0,718	0,619	15,6	0,469	0,621	0,765	0,618	20,8	0,486	0,629	0,742	0,619
<i>T. durum</i>	1,421	1,274	1,026	1,240	13,9	1,495	1,327	1,095	1,305	13,3	1,458	1,301	1,061	1,273
<i>T. aestivum</i> ssp. <i>spelta</i>	1,387	1,199	1,298	1,295	6,5	1,355	1,188	1,354	1,299	6,8	1,371	1,194	1,326	1,297
Średnio	1,295	1,177	1,098	1,190	—	1,318	1,206	1,159	1,227	—	1,306	1,192	1,128	—
NIR/LSD _{0,05}	a – 0,0264; b – 0,0145; a × b – 0,0372; c – 0,0250; a × c – 0,0452; b × c – r.n.													

Objaśnienia pod tabelą 2 / Explanations under the table 2

Tabela 4. Masa 1000 ziarn i wyleganie pszenicy ozimej
 Table 4. Weight of 1000 grains and lodging of winter wheat grain

Genotypy Genotypes	PA					WA					Średnio/Mean			Średnio Mean
	2011	2012	2013	średnio mean	CV (%)	2011	2012	2013	średnio mean	CV (%)	2011	2012	2013	
Masa 1000 ziarn / Weight of 1000 grains (g)														
<i>T. aestivum</i> ssp. <i>vulgare</i>	48,3	44,6	42,7	45,2	5,6	49,0	45,8	44,3	46,4	4,8	48,7	45,2	43,5	45,8
<i>T. monococcum</i>	27,7	22,2	27,0	25,6	10,3	26,6	22,9	26,7	25,4	7,8	27,1	22,6	26,9	25,5
<i>T. durum</i>	51,8	47,8	49,0	49,5	3,9	52,9	48,7	51,3	50,9	3,9	52,3	48,2	50,2	50,2
<i>T. aestivum</i> ssp. <i>spelta</i>	48,7	38,8	46,4	44,6	10,1	47,8	39,3	47,3	44,8	9,3	48,3	39,0	46,8	44,7
Średnio	44,1	38,4	41,3	41,2	—	44,1	39,1	42,4	41,9	—	44,1	38,8	41,8	—
NIR/LSD _{0,05}	a – 0,62; b – 0,33; a × b – 0,88; c – 0,49; a × c – 1,07; b × c – 0,82													
Wyleganie roślin / Lodging of plants														
<i>T. aestivum</i> ssp. <i>vulgare</i>	1,08	1,19	1,04	1,10	—	1,00	1,20	1,08	1,09	—	1,04	1,20	1,06	1,10
<i>T. monococcum</i>	2,99	3,43	6,14	4,18		2,69	3,22	4,55	3,49		2,84	3,33	5,34	3,84
<i>T. durum</i>	2,28	3,31	5,41	3,66		1,81	2,56	3,25	2,54		2,04	2,93	4,33	3,10
<i>T. aestivum</i> ssp. <i>spelta</i>	3,73	2,18	2,75	2,89		2,96	2,03	2,45	2,48		3,34	2,11	2,60	2,68
Średnio	2,52	2,53	3,83	2,96		2,12	2,25	2,83	2,40		2,32	2,39	3,33	—
NIR/LSD _{0,05}	a – 0,188; b – 0,101; a × b – 0,267; c – 0,149; a × c – 0,326; b × c – 0,248													

Objaśnienia pod tabelą 2 / Explanations under the table 2

Warunki pogodowe w 2012 r. okazały się najmniej sprzyjające plonowaniu pszenicy w porównaniu z pozostałymi latami. Plon ziarna w 2012 r. był niższy w porównaniu z plonem w 2013 i 2011 r. odpowiednio o $1,00 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ i $1,44 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Wynikało to głównie z mniejszej obsady kłosów i mniej dorodnego ziarna (mała MTZ).

Pszenica jednoziarnowa w porównaniu z pozostałymi genotypami wykazała stosunkowo najmniejszą reakcję na zmienne warunki pogodowe w poszczególnych latach badań

WNIOSKI

1. Badane pszenice istotnie różniły się poziomem plonowania. Najwyższy plon wydała odmiana pszenicy zwyczajnej Tonacja – $7,25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Istotnie niżej plonowały pozostałe pszenice: twarda (Komnata) – $4,19 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (57,8% plonu pszenicy zwyczajnej), orkisz (Schwabenkorn) – $3,87 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (53,4%) oraz jednoziarnowa – $2,33 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (32,1%).

2. Wykazano interakcję między badanymi gatunkami a poziomem intensyfikacji technologii uprawy. Pszenica zwyczajna i twarda reagowały istotnym wzrostem plonu ziarna na wyższym poziomie agrotechniki, natomiast nie wystąpiły różnice w przypadku pszenicy orkisz i jednoziarnowej. Brak reakcji na intensyfikację technologii uprawy potwierdza ekstensywność tych pszenic.

3. Wyższy poziom agrotechniki średnio, niezależnie od badanych gatunków, spowodował istotny wzrost plonu ziarna, obsady kłosów, MTZ, liczby ziarn z kłosa i masy ziarn z kłosa oraz ograniczył wyleganie roślin.

4. Warunki pogodowe istotnie modyfikowały plon ziarna, przy czym pszenica jednoziarnowa w porównaniu z pozostałymi genotypami wykazała najmniejszą reakcję na zmienne warunki w poszczególnych latach badań.

PIŚMIENNICTWO

Brandolini A., Hidalgo A., Moscaritolo S., 2008. Chemical composition and pasting properties of einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) whole meal flour. J. Cereal Sci. 47, 599–609.

Cyrkler-Degulis M., Bulińska-Radomska Z., 2006. Yielding and healthiness of cultivars and populations of four winter wheat species under organic agriculture conditions. J. Res. Appl. Agric. Engin. 51(2), 17–21.

De Vita P., DI Paolo E., Secondo G., Di Fonzo N., Pisante N., 2007. No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. Soil Till. Res. 92, 69–78.

Dinelli G., Marotti I., Di Silvestro R., Bosi S., Bregola V., Accorsi M., Di Loreto A., Benedettelli S., Ghiselli L., Catizone P., 2013. Agronomic, nutritional and nutraceutical aspects of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars under low input agricultural management. Ital. J. Agron. 8, e12, 85–93.

Konvalina P., Capoucova I., Stegno Z., Moudry J. jr., Moudry J., 2010. Characteristic of spring form soft land races (*Triticum spelta* L.) and their suitability for organic farming. Conference Brno, 179–182.

Lacko-Bartosova M., Otepka P., 2001. Evaluation of hessian field components of soft wheat cultivars. J. Centr. Eur. Agric. 2, 3–4, 279–284.

Podolska G., Wyzińska M., 2013. Wpływ nawożenia azotem na niektóre cechy jakościowe ziarna pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) odmiany Komnata. Fragm. Agron. 30 (3), 148–158.

- Rachoń L., 2001. Studia nad plonowaniem i jakością pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Rozprawy Naukowe AR Lublin 248, Wyd. AR Lublin.
- Rachoń L., Szumiło G., 2006. Plonowanie a opłacalność uprawy pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Pam. Puł. 142, 403–409.
- Rachoń L., Szumiło G., Nita Z., 2009. Plonowanie ozimych rodów *Triticum durum* i *Triticum aestivum* ssp. *spelta* w warunkach okolic Lublina. Annales UMCS, s. E Agricultura 64 (3), 101–109.
- Rachoń L., Szumiło G., 2009a. Yielding of common, durum and spelt wheat under conditions of varied chemical protection. Sovrem. Naucz. Vest. 12(68), 107–115.
- Rachoń L., Szumiło G., 2009b. Comparison of chemical composition of selected winter wheat species. J. Elementol. 14 (1), 135–146.
- Rachoń L., Szumiło G., Czubacka M., 2009c. Plonowanie ozimych linii pszenicy orkiszowej w warunkach zróżnicowanego poziomu ochrony chemicznej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 542, 427–436.
- Rachoń L., Szumiło G., Kurzydłowska I., 2013. Wpływ intensywności technologii produkcji na jakość ziarna pszenicy zwyczajnej, twardej, orkisz i jednoziarnistej. Annales UMCS, s. E Agricultura 68(2), 60–68.
- Stallknecht G.F., Gilbertson K.M., Ranney J.E., 1996. Alternative wheat cereals as food grains: Einkorn, emmer, spelt, kamut, and triticale, 156–170. W: J. Janick (ed.). Progress in new crops. ASHS Press, Aleksandria, VA.
- Sulewska H., 2004. Charakterystyka 22 genotypów pszenicy orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) pod względem wybranych cech. Biul. IHAR, 231, 43–53.

Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr N N310 306839.

Summary. In this work the effect of the intensity of technology cultivation on the yield of winter wheat genotypes of common, durum, spelt and einkorn wheat is assessed. A two-factor field experiment was conducted in 2010–2013. The first factor was 4 species of winter wheat: common wheat (*Triticum aestivum* ssp. *aestivum* L.) – cultivar Tonacja, durum wheat (*Triticum durum* Desf.) – cultivar Komnata, spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* (L.) Thell.) – cultivar Schwabenkorn, einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.) – EN 5003. The second variable were levels of agricultural technology: the average level of agricultural technology: mineral fertilization (N – 70, P – 30.5, K – 99.6 kg·ha⁻¹), seed treatment and weed control; high level of agricultural technology: increased nitrogen fertilization (N – 140, P–30.5, K – 99.6 kg·ha⁻¹), seed treatment, weed control, 2 treatments against the disease, insecticide and growth regulator. The wheat species were significantly different in the yield levels. The highest yield was observed in common wheat cultivar, Tonacja – 7.25 t·ha⁻¹. Significantly lower yields were in the following species: durum wheat (Komnata) – 4.19 t·ha⁻¹, spelt wheat (Schwabenkorn) – 3.87 t·ha⁻¹ and einkorn wheat – 2.33 t·ha⁻¹. An interaction between the studied species and the level of intensification of cultivation technology was demonstrated. Common wheat and durum wheat reacted with a significant increase in the grain yield at a higher level of agricultural technology, but there was no difference in the two other species, namely spelt wheat and einkorn wheat. This confirms the suitability of these species for cultivation in less intense conditions. A higher level of agricultural technology on average, regardless of the species tested, caused a significant increase in the grain yield, number of ears per area unit, weight of 1000 grains, number of grains per spike and grain weight per ear, in addition to limiting the lodging of plants.

Key words: intensity of technology, grain yield, common wheat, durum wheat, spelt wheat, einkorn wheat