

Kinga MATYSIAK, Roman KIERZEK, Roman KRAWCZYK

WPLYW REGULATORA WZROSTU I ROZWOJU ROŚLIN TRINEKSAPAK ETYLU ORAZ JEGO MIESZANINY Z CHLORKIEM CHLOROMEKWATU NA CECHY STRUKTURY PŁONU ROŚLIN PSZENŻYTA OZIMEGO W ZALEŻNOŚCI OD POZIOMU NAWOŻENIA AZOTOWEGO

THE INFLUENCE OF PLANT GROWTH REGULATOR TRINEXAPAC-ETHYL AND ITS MIXTURE WITH CHOLOROCHOLINE CHLORIDE ON YIELD STRUCTURE COMPONENTS OF WINTER TRITICALE DEPENDING ON NITROGEN FERTILISATION DOSE

Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań

Abstract. Trials were conducted in the Institute of Plant Protection in Poznan. Aim of the experiments was evaluation of trinexapac-ethyl used on different nitrogen fertilisation level. The objectives of the experiment was winter triticale cv. Fidelio. Trineksapak ethyl (TE) was applied in two doses $75 \text{ g a.i.} \cdot \text{ha}^{-1}$ and $125 \text{ g a.i.} \cdot \text{ha}^{-1}$ and nitrogen fertilisation was applied in $0 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ and $160 (80 + 80) \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Evaluation contains: weight of 1000 grains, number of grains in ear, protein content and yield. Results confirm that yield structure components and protein content of winter triticale are influenced by retardants and nitrogen fertilisation interaction. Changes in yield structure components and protein content in winter triticale were highly dependent on weather conditions during the vegetation seasons.

Słowa kluczowe: cechy jakościowe i ilościowe plonu, chlorek chloromekwatu, nawożenie azotowe, pszenżyto ozime, trineksapak etylu.

Key words: chlorocholine chloride, nitrogen fertilisation, quality and quantity traits, trinexapac-ethyl, winter triticale.

WSTĘP

Plon ziarna zbóż uzależniony jest od współdziałania wielu czynników agrotechnicznych, z których najważniejsze znaczenie ma nawożenie azotem (Szempliński i Budzyński 1994). Wśród zbóż istnieją odmiany słabo i dobrze (odmiany intensywne) – wykorzystujące duże dawki azotu. Wielu autorów jest zdania, że największe możliwości wzrostu plonu ziarna daje ustalenie dawki azotu i odpowiednie dostosowanie ilości azotu do danych warunków agrotechniczno-siedliskowych (Rudnicki i in. 1993, Rozbicki 1994, Rozbicki i in. 1997, Starczewski i in. 2002). Efektywność wykorzystania nawożenia azotowego przez rośliny zbożowe uzależniona jest od warunków glebowych, klimatycznych oraz czynników agrotechniczno-siedliskowych: wyboru odpowiedniego stanowiska, sposobu uprawy roli, terminu i gęstości siewu oraz sposobu dawkowania azotu. Bardzo duże znaczenie ma również gatunek i odmiana (Stankiewicz i in. 2000). Liczne doniesienia literaturowe wskazują

na współdziałanie nawożenia azotowego z regulatorami wzrostu i rozwoju roślin, przejawiające się zmianami w strukturze oraz jakości plonu zbóż (Rudnicki i in. 1993, Stankiewicz i in. 2000, Starczewski i in. 2002).

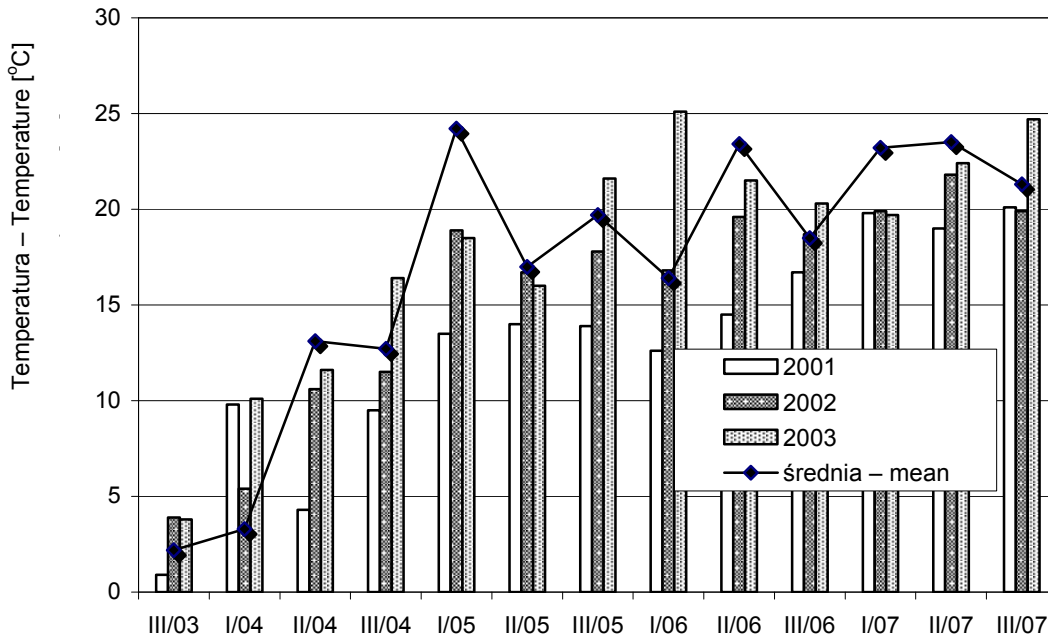
Celem podjętych badań była ocena działania regulatora wzrostu i rozwoju roślin, trineksapaku etylu oraz mieszaniny trineksapaku etylu z chlorkiem chloromekwatu na cechy struktury plonu i jakość plonu pszenżyta ozimego, z uwzględnieniem różnych dawek nawożenia azotowego.

MATERIAŁ I METODY

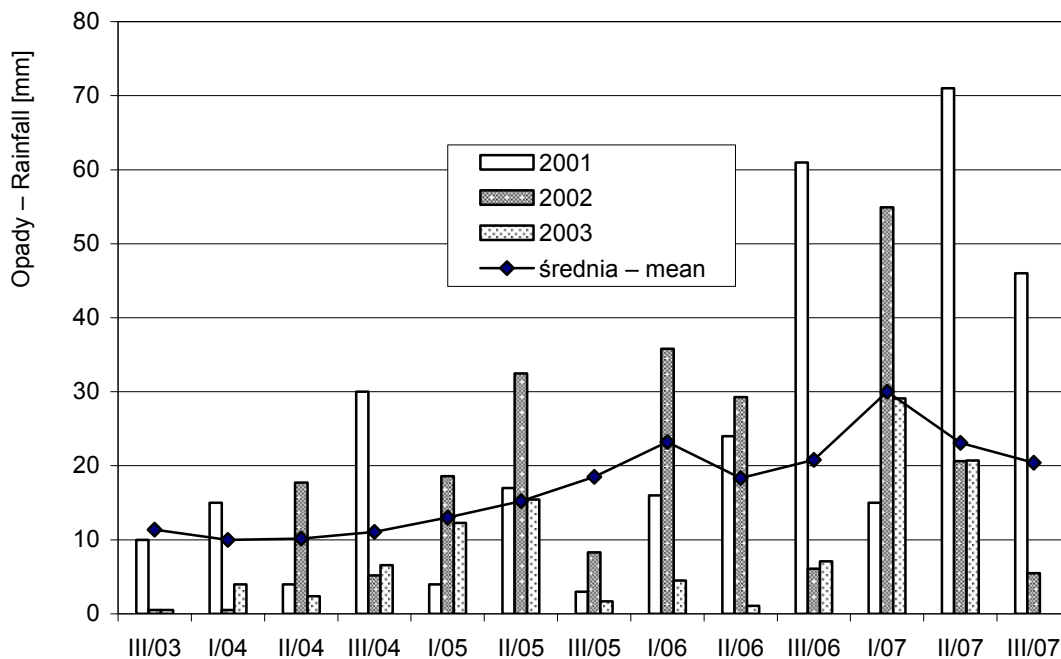
Badania prowadzono w latach 1999–2003, w Instytucie Ochrony Roślin w Poznaniu. Doświadczenia założono jako dwuczynnikowe, z pszenżytem odmiany Fidelio, w czterech powtórzeniach, na glebie płowej, kompleksu pszennego dobrego, o pH 6,0 i zawartości substancji organicznej od 0,8 do 1,0%, w zależności od roku badawczego. Powierzchnia poletka wynosiła 16,5 m². Szerokość międzyrzędzi była równa 12,5 cm. Pszenżyto wysiano w ilości 180 kg · ha⁻¹. Przedplonem była pszenica ozima. Powierzchnia poletka wynosiła 16,5 m². Pierwszym czynnikiem doświadczalnym było nawożenie azotowe, badane w dawkach 0 kg N · ha⁻¹, 80 kg N · ha⁻¹ i 160 (80 + 80) kg N · ha⁻¹. Nawożenie azotowe, w ilości 80 kg N · ha⁻¹, zastosowano wiosną, tuż po ruszeniu wegetacji, natomiast drugą dawkę 80 kg N · ha⁻¹ stosowano tuż przed fazą strzelania w źdźbło. Drugim czynnikiem doświadczalnym był regulator wzrostu i rozwoju roślin – trineksapak etylu. Trineksapak etylu (TE) badano jako preparat Moddus 250 EC, w dawkach 75 g s.a. · ha⁻¹ oraz 125 g s.a. · ha⁻¹ oraz w mieszaninie z chlorkiem chloromekwatu (Antywylegacz płynny 675 SL), w dawkach 50 g s.a. · ha⁻¹ (TE) + 675 g s.a · ha⁻¹ (CCC). Preparat stosowano w fazie 32 BBCH pszenżyta ozimego. Temperatura podczas zabiegu wynosiła w 2001 r. – 18,5°C, w 2002 r. – 20°C oraz 22°C w 2003 r. Wszystkie obiekty doświadczalne poddano standardowej ochronie herbicydowej, fungicydowej i insektycydowej. W doświadczeniach stosowano opryskiwacz plecakowy Gloria, z butlą na sprzężone ciśnienie, o pojemności 4 litry. Stosowano 230 litrów wody na ha, przy ciśnieniu 3 bary. Zabiegi wykonano przy użyciu rozpylaczy typu Tee-Jet 110 03 XR – 4 na belce opryskiwacza, rozmieszczone w odległości 50 cm, przy zawieszeniu belki 50 cm nad obiektem opryskiwanym. Podczas trzech lat badawczych analizie poddano masę 1000 ziaren, liczbę ziaren w kłosie oraz plon, natomiast zawartość białka w ziarnie badano w latach 2001–2002 oraz 2002–2003. Statystyczne opracowanie wyników oparto na analizie wariancji, istotność różnic oceniano stosując test Tukeya, poziom istotności wynosił 0,05. Pierwszy czynnik doświadczalny – nawożenie azotowe oznaczono jako A, natomiast drugi czynnik doświadczalny – dawka retardanta jako B. Najmniejsze istotne różnice (NIR) obliczono dla interakcji (1) przy stałym czynniku A i zmiennym czynniku B – (NIR_{0,05}) B(A) – umożliwiającym porównanie średnich dla dawki retardanta, w obrębie poszczególnych poziomów nawożenia oraz (2) przy stałym czynniku B i zmiennym czynniku A – (NIR_{0,05}) A(B) – umożliwiającym porównanie średnich dla dawki nawożenia azotowego, w obrębie poszczególnych dawek retardanta.

Warunki meteorologiczne

W zależności od roku badawczego, wiosenna wegetacja pszenżyta przebiegała w zróżnicowanych warunkach pogodowych. Szczegółowy rozkład dekadowych temperatur i opadów w okresach wegetacji wiosennej (marzec–czerwiec) przedstawiono na rys. 1 i 2.



Rys. 1. Temperatura powietrza w latach 2000–2003 (marzec–czerwiec)
 Fig. 1. Air temperature during the years 2000–2003 (from March to July)



Rys. 2. Opady w latach 2000–2003 (marzec–czerwiec)
 Fig. 2. Rainfall during the years 2000–2003 (from March to July)

Warunki meteorologiczne podczas wegetacji wiosennej 2000 roku (marzec–czerwiec)

Początek wiosennej wegetacji pszenżyta przebiegał w optymalnych warunkach temperaturowych. III dekada marca była ciepła. Średnia temperatura dekadowa wynosiła $\pm 5^{\circ}\text{C}$ i była około 2°C – 3°C wyższa niż średnia wieloletnia. Także suma opadów w tej dekadzie przekraczała średnią z wielolecia. Pierwsze dni kolejnej dekady były ciepłe, jednak koniec I dekady kwietnia był już zdecydowanie chłodniejszy. Średnia temperatura wynosiła $\pm 6^{\circ}\text{C}$ i była zbliżona do średniej wieloletniej. II dekada kwietnia była bardzo ciepła, występowały temperatury charakterystyczne dla okresu letniego. Średnia temperatura powietrza wynosiła $\pm 11^{\circ}\text{C}$. Wartość ta przekraczała średnią wieloletnią. Dekadowa suma opadów była większa od średniej wieloletniej o około 10 mm. Średnia temperatura w III dekadzie kwietnia wynosiła $\pm 17^{\circ}\text{C}$ i była aż o 10°C wyższa od średniej z wielolecia, a opady nie występowały. Wszystkie dekady maja były bardzo ciepłe i słoneczne, średnia temperatura dekadowa przekraczała 15°C . W I dekadzie maja zanotowano brak opadów, natomiast w II i III dekadzie wystąpiły opady przekraczające średnią wieloletnią odpowiednio o około 4 mm i 16 mm. W I, II i III dekadzie czerwca temperatury nie odbiegały znacząco od średniej wieloletniej i wahały się w granicach 16 – 18°C . Najmniejszą ilość opadów zanotowano w II dekadzie tego miesiąca (0,5 mm). Średnia wieloletnia dla tego okresu wynosi 18,3 mm.

Warunki meteorologiczne podczas wegetacji wiosennej 2002 roku (marzec–czerwiec)

W III dekadzie marca średnia temperatura dekadowa wynosiła $\pm 4^{\circ}\text{C}$ i przekraczała średnią wieloletnią. Opady nie wystąpiły. Temperatura w I dekadzie kwietnia ($\pm 5^{\circ}\text{C}$) była zbliżona do średniej z wielolecia. Suma opadów była mniejsza niż 2 mm. Znaczny wzrost temperatury – powyżej 10°C – zaobserwowano w II dekadzie kwietnia, a ilość opadów przekraczała średnią wieloletnią o ± 9 mm. III dekada miesiąca była bardzo ciepła, natomiast suma opadów odpowiadała połowie średniej sumy opadów z wielu lat. Pierwszą dekadę maja charakteryzowały również wysokie temperatury, średnia wynosiła 17°C – 18°C , ilość opadów przekraczała średnią wieloletnią. Temperatura w II dekadzie maja $\pm 16^{\circ}\text{C}$ była zbliżona do średniej wieloletniej. W tej dekadzie zanotowano bardzo duże ilości opadów – powyżej 30 mm. W III dekadzie maja temperatura wynosiła 17°C – 18°C i wystąpiły obfite opady, znacznie przekraczające średnią z wielolecia. Średnia temperatura I i III dekady czerwca idealnie pokrywała się ze średnią wieloletnią, natomiast temperatura w II dekadzie tego miesiąca była $\pm 4^{\circ}\text{C}$ niższa w stosunku do średniej z wielu lat. W tej dekadzie wystąpiła również znikoma ilość opadów (5,5 mm). W I i II dekadzie czerwca sumy opadów przekroczyły średnią z wielolecia.

Warunki meteorologiczne podczas wegetacji wiosennej 2003 roku (marzec–czerwiec)

Temperatura w I dekadzie kwietnia wynosiła $\pm 2^{\circ}\text{C}$ i była nieco niższa od średniej wieloletniej z tego okresu. Suma opadów była niższa od średniej wieloletniej o 6 mm.

W II i III dekadzie kwietnia temperatura znacząco wzrosła, odpowiednio do $\pm 12^{\circ}\text{C}$ i 16°C i była zbliżona do średniej z wielolecia. II dekada kwietnia charakteryzowała się bardzo małą ilością opadów. Nieco bardziej obfite opady wystąpiły w kolejnej dekadzie. I i III dekada maja były ciepłe, temperatura wynosiła odpowiednio $\pm 19^{\circ}\text{C}$ i $\pm 22^{\circ}\text{C}$. W II dekadzie maja wystąpiły opady odpowiadające średniej wieloletniej – około 15 mm, natomiast w III dekadzie maja ilość opadów była znikoma około 1,5 mm w stosunku do średniej wieloletniej – 18,5 mm. W II dekadzie maja temperatura dekadowa wynosiła 16°C , co odpowiadało średniej wieloletniej. W I i III dekadzie czerwca wystąpiły wysokie temperatury, średnie dekadowe znacznie przekraczały średnia wieloletnią, natomiast temperatura w II dekadzie znacząco nie odbiegała od średniej z wielu lat. W tym miesiącu wystąpił niedobór opadów. Najmniej opadów zanotowano w II dekadzie czerwca – 1,1 mm (około 17 mm mniej niż wynosi średnia z wielolecia).

WYNIKI I DYSKUSJA

Struktura plonu – liczba ziaren w kłosie i masa 1000 ziaren

Analiza statystyczna, wykonana dla syntezy z lat badań, nie udowodniła występowania istotnych różnic pomiędzy obiektami w ilości ziaren w kłosie (tab.1). Literatura podaje, że nawożenie jest jednym z głównych czynników (oprócz warunków pogodowych) wpływających na intensywność podziału stożka wzrostu, a więc decydujących o liczbie formowanych wałeczków liściowych i kłoskowych, które określają potencjalną liczbę ziaren w kłosie (Rozbicki i in. 1995). Tymczasem w badaniach własnych, liczba ziaren w kłosie była tą cechą struktury plonu, na którą badane czynniki doświadczalne miały niewielki wpływ. Jednakże w poszczególnych latach doświadczalnych wystąpiły różnice wywołane działaniem retardanta lub/i interakcją pomiędzy nawożeniem a retardantem. W latach 1999–2000 wystąpiła interakcja pomiędzy czynnikami doświadczalnymi. Na najwyższym poziomie nawożenia N160 oraz przy braku nawożenia azotowego N0 wystąpiła tendencja do zwiększenia liczby ziaren w kłosie pod wpływem regulatorów. Natomiast w warunkach nawożenia N80 uzyskano tendencję do obniżania liczby ziaren w kłosie. Jedyna istotna różnica wystąpiła po zastosowaniu mieszanki TE + CCC; liczba ziaren zmalała o 10%. W następnych latach badań (2001–2002) również wystąpiło współdziałanie nawożenia N oraz retardanta. W obiektach bez nawożenia N0, liczba ziaren w kłosie uległa istotnemu zwiększeniu o 15,7% po aplikacji TE ($125 \text{ g s.a} \cdot \text{ha}^{-1}$). Tendencja do zwiększania liczby ziaren w kłosie wystąpiła po zastosowaniu TE + CCC, natomiast TE zastosowany w dawce $75 \text{ g s.a} \cdot \text{ha}^{-1}$ wykazywał tendencję do obniżania liczby ziaren w kłosie. Nawożenie N80 oraz obydwie dawki TE powodowały z kolei zmniejszenie liczby ziaren w kłosie o 13% (tendencja) i 17,6% (różnica istotna). Na najwyższym poziomie nawożenia N160 wystąpiła tendencja do zmniejszenia liczby ziaren w kłosie pod wpływem wyższej dawki TE oraz tendencja do zwiększania liczby ziaren w kłosie po aplikacji TE + CCC oraz TE w dawce $75 \text{ g s.a} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Tabela 1. Wpływ badanych czynników na liczbę ziaren w kłosie i masę 1000 ziaren pszenżyta ozimego, w zależności od poziomu nawożenia azotowego
 Table 1. Influence of experimental factors on number of grains in ear and weight of 1000 grains of winter triticale depending on nitrogen fertilisation level

Dawka N (A) [kg · ha ⁻¹] Dose N (A) [kg · ha ⁻¹]	Retardant (B)	Liczba ziaren w kłosie Number of grains in ear				Masa 1000 ziaren [g] Weight of 1000 grains [g]			
		sezon wegetacyjny trial season			\bar{x}	sezon wegetacyjny trial season			\bar{x}
		1999/00	2001/02	2002/03		1999/00	2001/02	2002/03	
0	kontrola – untreated	44,7	37,6	53,7	45,3	48,17	39,78	42,09	43,34
	TE 75	45,5	36,5	49,9	43,9	49,41	40,15	42,84	44,13
	TE 125	46,2	43,5	50,8	46,8	49,39	40,17	43,84	44,47
	TE + CCC 50 + 675	46,9	42,5	51,7	47,0	49,45	40,05	40,91	43,47
\bar{x}		45,8	40,0	51,5	45,8	49,10	40,04	42,42	43,85
80	kontrola – untreated	49,3	43,2	48,6	47,0	48,90	42,08	39,19	43,39
	TE 75	46,8	37,6	47,9	44,1	48,91	43,97	38,60	43,83
	TE 125	47,3	35,5	48,3	43,7	48,44	43,65	38,80	43,63
	TE + CCC 50 + 675	44,3	43,0	47,9	45,1	48,26	45,53	39,27	44,35
\bar{x}		46,9	39,8	48,2	45,0	48,63	43,81	38,97	43,80
160 (80 + 80)	kontrola – untreated	43,4	38,0	48,5	43,3	49,45	45,85	37,95	44,42
	TE 75	44,6	38,4	50,7	44,6	50,07	44,70	36,88	43,88
	TE 125	46,3	32,7	48,9	42,6	51,47	47,00	36,96	45,15
	TE + CCC 50 + 675	46,0	40,1	48,5	44,9	53,40	45,33	36,74	45,15
\bar{x}		45,1	37,3	49,1	43,8	51,10	45,72	37,13	44,65
Kontrola – Untreated		45,8	39,6	50,3	45,2	48,84	42,57	39,74	43,72
TE 75		45,6	37,5	49,5	44,2	49,47	42,94	39,44	43,95
TE 125		46,6	37,2	49,3	44,4	49,77	43,61	39,87	44,41
TE + CCC 50 + 675		45,8	41,8	49,4	45,7	50,37	43,63	38,97	44,33
A		r.n	r.n	r.n	r.n	1,497	2,110	2,127	r.n
NIR _{0,05} dla: B		r.n	2,58	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n
LSD _{0,05} for: B(A)		4,87	5,83	r.n	r.n	3,274	r.n	r.n	r.n
A(B)		5,09	8,61	r.n	r.n	3,642	r.n	r.n	r.n

TE – trineksapak etylu – trinexapac-ethyl; CCC – chlorek chloromekwatu – chlorocholine chloride.

Statystycznie udowodniono występowanie różnic (niezależnych od nawożenia N) pomiędzy obiektami, w których zastosowano retardant. W sezonie wegetacyjnym 2001/2002 obydwie dawki TE wykazywały tendencję do zmniejszania liczby ziaren w kłosie, natomiast po aplikacji TE + CCC wystąpiła tendencja do zwiększania liczby ziaren w kłosie.

Synteza i analiza statystyczna z lat badań nie wykazała istotnych różnic w masie 1000 ziaren pomiędzy obiektami doświadczalnymi. Natomiast analiza wariancji, wykonana dla każdego sezonu wegetacyjnego oddzielnie, wykazała istotny wpływ nawożenia azotowego na tę cechę. W każdym roku badań masa 1000 ziaren zmieniała się pod wpływem dawki azotu, przy czym działanie tego czynnika na tę cechę nie było jednoznaczne (tab.1).

W latach 1999/2000 na średnim poziomie nawożenia azotowego N80 wystąpiła tendencja do zmniejszania masy 1000 ziaren, natomiast azot zastosowany w wyższej dawce powodował istotne jej zwiększenie. Otrzymano o 4,1% większą masę 1000 ziaren niż na obiekcie

kontrolnym. W kolejnych latach badań otrzymano przeciwne działanie nawożenia azotowego na masę 1000 ziaren. W sezonie 2001/2002 masa 1000 ziaren zwiększała się wraz z dawką azotu i w rezultacie przyrost masy 1000 ziaren wynosił 9,4% w obiektach, w których zastosowano azot w dawce $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ i 14,2% przy nawożeniu $160 \text{ N kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Istotne zmniejszenie masy 1000 ziaren, pod wpływem nawożenia azotowego, otrzymano w sezonie 2002/2003. Masa 1000 ziaren uległa zmniejszeniu, w zależności od poziomu nawożenia azotowego o 8% (N80) i o 12,5% (N160). Uzyskany w doświadczeniach własnych efekt zmniejszania ciężaru 1000 ziaren, przy wzrastającym nawożeniu azotowym, znajduje potwierdzenie w badaniach między innymi Kozdója i in. (1997).

Tylko w jednym roku badań (1999/2000) wystąpiło współdziałanie czynników doświadczalnych. Istotne zwiększenie masy 1000 ziaren otrzymano jednak tylko w jednym obiekcie, na najwyższym poziomie nawożenia azotem – po aplikacji mieszaniny TE + CCC masa 1000 ziaren wzrosła o 8%. W pozostałych kombinacjach, na tym poziomie nawożenia N, odnotowano tendencję do zwiększania masy 1000 ziaren pod wpływem retardantów. Taka sama tendencja wystąpiła w warunkach nawożenia N0. Z kolei na poziomie N80 po zastosowaniu TE w dawce $125 \text{ g s.a} \cdot \text{ha}^{-1}$ i TE + CCC pojawiła się tendencja do zmniejszania masy 1000 ziaren. Adamczewski i Bubniewicz (1990), analizując działanie regulatorów wzrostu, we wszystkich badanych odmianach pszenżyta stwierdzili wyraźną tendencję do wzrostu masy 1000 ziaren pod wpływem CCC i etefonu, a ewentualne zróżnicowanie masy 1000 ziaren i plonowania roślin przypisują oni niedoborom opadów w maju i kwietniu.

Plon ziarna

Fotyma i in. (1992) podaje, że pszenżyto silnie reaguje na nawożenie azotem. Jednak wyniki doświadczeń publikowane w literaturze dotyczące reakcji pszenżyta ozimego, wyrażonej przyrostem plonu ziarna na zastosowane dawki azotu, są rozbieżne. Grabiński (1994) pod wpływem stosowanych dawek azotu nie otrzymał istotnego zwiększenia plonu, co wynikało prawdopodobnie z dużej zasobności gleb w azot.

W badaniach własnych na kolejnych poziomach nawożenia azotowego plon ziarna pszenżyta zmieniał się istotnie (tab. 2). W uprawie pszenżyta ozimego odm. Fidelio średnio z lat otrzymano zwiększenie plonu o 18% na poziomie N80 i o 27% na poziomie N160. Plonowanie pszenżyta znacznie przekraczało wartości podawane w doniesieniach literaturowych, np. w badaniach Kozdója i in. (1997) zwiększenie stosowanej dawki azotu z $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ do $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ spowodowało istotne zwiększenie plonu ziarna pszenżyta średnio o 11,6%. Ponadto o pozytywnym działaniu zwiększających się dawek nawożenia azotowego na plonowanie roślin zbożowych donoszą Podolska (1997), Maciorowski i in. (2000), Podolska i Stankowski (2001), Starczewski i in. (2003).

Tabela 2. Wpływ badanych czynników na plon ziarna i zawartość białka w ziarnie pszenżyta ozimego, w zależności od poziomu nawożenia azotowego
 Table 2. Influence of experimental factors on yield and protein content of winter triticale depending on nitrogen fertilisation level

Dawka N (A) [kg · ha ⁻¹] Dose N (A) [kg · ha ⁻¹]	Retardant (B)	Plon [t · ha ⁻¹] Yield [t · ha ⁻¹]				Zawartość białka [%] Protein content [%]		
		sezon wegetacyjny trial season				sezon wegetacyjny trial season		
		1999/00	2001/02	2002/03	\bar{x}	2001/02	2002/03	\bar{x}
0	kontrola – untreated	7,58	2,65	8,43	6,22	7,5	8,3	7,9
	TE 75	7,79	2,90	8,60	6,43	7,9	8,4	8,1
	TE 125	8,60	3,01	9,03	6,88	8,2	8,3	8,3
	TE + CCC 50 + 675	7,85	3,08	9,25	6,73	7,8	8,6	8,2
\bar{x}		7,96	2,91	8,83	6,56	7,8	8,4	8,1
80	kontrola – untreated	9,24	4,78	9,33	7,78	7,5	8,7	8,1
	TE 75	9,10	4,99	9,03	7,70	7,4	8,9	8,1
	TE 125	9,09	5,10	9,00	7,73	7,5	8,9	8,2
	TE + CCC 50 + 675	8,93	5,17	9,18	7,76	7,5	8,6	8,1
\bar{x}		9,09	5,01	9,13	7,74	7,5	8,8	8,1
160 (80 + 80)	kontrola – untreated	8,89	6,06	9,23	8,06	9,0	9,3	9,1
	TE 75	9,05	6,68	9,30	8,34	8,8	9,8	9,3
	TE 125	9,16	6,65	9,35	8,39	9,3	9,6	9,4
	TE + CCC 50 + 675	9,64	6,79	9,25	8,56	8,8	9,8	9,3
\bar{x}		9,18	6,54	9,28	8,34	9,0	9,6	9,3
Kontrola – Untreated		8,57	4,49	8,99	7,35	8,0	8,7	8,4
TE 75		8,64	4,85	8,98	7,49	8,0	9,0	8,5
TE 125		8,95	4,92	9,13	7,66	8,3	8,9	8,6
TE + CCC 50 + 675		8,81	5,01	9,23	7,68	8,0	9,0	8,5
A		0,259	0,514	r.n	0,789	0,09	0,45	0,35
NIR _{0,05} dla: B		0,966	0,277	r.n	0,405	0,14	r.n	r.n
LSD _{0,05} for: B(A)		0,689	r.n	r.n	r.n	0,32	r.n	r.n
A(B)		0,713	r.n	r.n	r.n	0,31	r.n	r.n

TE – trineksapak etylu – trinexapac-ethyl; CCC – chlorek chloromekwatu – chlorocholine chloride.

Tymczasem Starczewski i in. (2002) w badaniach nad plonowaniem pszenżyta nie uzyskali różnic w plonie przy wzroście dawki azotu z 50 do 100 i ze 100 do 150 kg · ha⁻¹. Istotny przyrost plonu wystąpił dopiero na skutek zwiększenia dawki N z 50 do 150 kg · ha⁻¹, a więc potrojenia dawki stosowanego azotu. Według Starczewskiego i in. (2002) plonowanie pszenżyta uzależnione było od warunków siedliskowych, w tym głównie od uwilgotnienia gleby. Zróżnicowanie plonowania pszenżyta w zależności od przebiegu czynników klimatycznych potwierdzają także Rudnicki i in. (1993).

W badaniach własnych, niezależnie od czynników klimatycznych, zastosowanie niższej dawki nawożenia azotem (80 kg · ha⁻¹) spowodowało zwiększanie plonu pszenżyta. Jednakże warunki pogodowe, a szczególnie ilość opadów, miały istotny wpływ na procent przyrostu plonu na poszczególnych poziomach nawożenia azotowego. W 2002 r., w którym ilość opadów w miesiącach maj–lipiec przekraczała średnią wieloletnią, wystąpił szczególnie duży przyrost plonu ziarna pod wpływem nawożenia azotowego. Przy nawożeniu N80 plon

zwiększył się o ponad 72%, a przy N160 o prawie 125%. Korzystne warunki wilgotnościowe i związane z nimi uwilgotnienie gleby zwiększały efektywność wykorzystania azotu przez rośliny.

Podobnie w badaniach Maćkowiaka i in. (2001) plon ziarna pszenżyta istotnie wzrósł z poziomu kontrolnego (bez nawożenia azotem) do $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast wpływ na plon każdej dalszej dawki azotu zależał od odmiany i przebiegu pogody. Wielu autorów wyraża pogląd, iż wpływ nawożenia azotem na plon oraz efektywność wykorzystania azotu uwarunkowany jest czynnikiem odmianowym (Mazurek i Grabiński 1989, Mazurek i Nieróbca 1998).

Wpływ retardantów na plonowanie pszenżyta był zauważalny tylko w jednym roku badawczym. W 2002 r. wystąpił w tej uprawie wzrost plonu niezależnie od nawożenia azotowego. Największy procent (11,6%) przyrostu plonu otrzymano po zastosowaniu mieszaniny TE + CCC. Nieznaczny wpływ retardanta (CCC) na plon ziarna pszenżyta ozimego zaobserwowali Rozbicki i in. (1997). Słabą reakcją pszenżyta na retardant wyrażoną przyrostem plonu ziarna autorzy tłumaczą brakiem wylegania roślin. Znajduje to potwierdzenie w badaniach własnych, bowiem w żadnym roku badawczym nie wystąpiło wyleganie roślin pszenżyta.

Analiza jakościowa ziarna – zawartość białka

Analiza wariancji wykonana dla średnich z lat wykazała występowanie różnic w ilości białka w ziarnie (tab. 2). Różnice te powstały tylko pod wpływem najwyższej dawki nawożenia azotowego N160. Na tym poziomie nawożenia uzyskano w ziarnie o 14,4% białka więcej niż na obiektach N0. Wzrost zawartości białka w ziarnie zbóż ozimych wraz z zastosowaniem wyższego nawożenia azotowego znajduje potwierdzenie w licznych doniesieniach literaturowych (Maciorowski i in. 2000, Stankiewicz i in. 2000).

Średnia z lat badawczych nie wskazuje wpływu regulatorów na zawartość białka i współdziałania pomiędzy nawożeniem a retardantem. Podobne wyniki podaje Tatnell (1995), który w swoich badaniach nie uzyskał wpływu trineksapaku etylu i CCC na cechy jakościowe ziarna zbóż. Wpływ retardantów na zawartość białka ujawnił się tylko w jednym roku badań. W sezonie wegetacyjnym 2001/2002 działanie retardanta na ilość białka dotyczyło jedynie TE zastosowanego w wyższej dawce. Pod wpływem TE ($125 \text{ g s.a} \cdot \text{ha}^{-1}$) ilość białka w ziarnie pszenżyta uległa zwiększeniu o 4%. W sezonie 2001/2002 interakcja pomiędzy czynnikami doświadczalnymi była widoczna tylko na poziomach nawożenia N0 i N160. Po zastosowaniu preparatu TE ($125 \text{ g s.a} \cdot \text{ha}^{-1}$) otrzymano o 8,6% więcej białka na poziomie N0 oraz o 9,6% na poziomie N160. Dodatkowo w warunkach nawożenia N0 udowodniono istotne działanie niższej dawki TE ($75 \text{ g s.a} \cdot \text{ha}^{-1}$). W tym obiekcie ilość białka w ziarnie wzrosła o 4,6%. Wzrost zawartości białka po zastosowaniu retardantów w ziarnie pszenżyta potwierdzają badania Pawłowskiej i Dietrych-Szóstak (1994). Odmienne wyniki uzyskali Romek i Dzienia (1992), którzy zanotowali obniżenie zawartości białka w ziarnie pod wpływem mieszaniny retardantów w pszenżycie ozimym.

WNIOSKI

1. Działanie poszczególnych dawek nawożenia azotowego na masę 1000 ziaren pszenżyta ozimego było silnie determinowane przez czynniki pogodowe w okresie wegetacji roślin.
2. Spośród badanych kombinacji jedynie w wyniku działania mieszaniny trineksapaku etylu z chlorkiem chloromekwatu, na najwyższym poziomie nawożenia azotowego (N160), uzyskano istotny wzrost masy 1000 ziaren pszenżyta ozimego.
3. Trineksapak etylu zastosowany łącznie z chlorkiem chloromekwatu na poziomie nawożenia N80 powodował zmniejszenie liczby ziaren w kłosie.
4. Niezależnie od dawki nawożenia azotowego, uzyskano wzrost plonu po zastosowaniu mieszaniny trineksapak etylu + chlorek chloromekwatu, ale tylko w jednym roku badawczym (2001/2002).
5. W sezonie wegetacyjnym 2001/2002, po zastosowaniu wyższej dawki trineksapaku etylu ($125 \text{ g s.a} \cdot \text{ha}^{-1}$) wystąpił wzrost zawartości białka w ziarnie na poziomach nawożenia N0 i N160.

PIŚMIENNICTWO

- Adamczewski K., Bubniewicz P.** 1990. Ocena działania regulatorów wzrostu w odmianach Triticale. Mater. XXX Sesji Naukowej Instytutu Ochrony Roślin – Postery, 209–212.
- Fotyma E., Fotyma M., Maćkowiak W.** 1992. Wycena efektu bezpośredniego i następczego nawożenia azotem w dwupolowych członach zmianowań. Pamięt. Puł. 10, 37–58.
- Grabiński J.** 1994. Wzrost, rozwój i plonowanie pszenżyta ozimego w zależności od głębokości i gęstości siewu oraz nawożenia azotowego. Zesz. Nauk. AR Szczecin., Ser. Rolnictwo LVIII (162), 49–54.
- Kozdój J., Rozbicki J., Mądry W.** 1997. Rozwój kłosa pędu głównego oraz udział kłosów z pędów głównych i bocznych w plonie ziarna pszenżyta ozimego (X Triticosecale Wittmack) na tle wybranych czynników agrotechnicznych. II. Nawożenie azotem. *Biul. IHAR* 203, 85–95.
- Macierowski R., Stankowski S., Piech M.** 2000. Reakcja odmian żyta mieszańcowego i populacyjnego na nawożenie azotem i regulator wzrostu. Cz. I. Plon ziarna, komponenty plonu i wybrane cechy fizjologiczne. *Biul. IHAR* 215, 109–120.
- Maćkowiak W., Budzianowski G., Mazurkiewicz L., Paizert K., Woś H.** 2001. Wpływ wzrastających dawek i różnych sposobów stosowania regulatorów wzrostu na plonowanie pszenżyta ozimego. *Biul. IHAR* 220, 99–108.
- Mazurek J., Grabiński J.** 1989. Produkcyjne wykorzystanie nawożenia azotem a plonowanie nowych odmian zbóż. *Biul. IHAR* 171/172, 111–119.
- Mazurek J., Nieróbca P.** 1998. Wpływ czynników agrotechnicznych na plon i elementy struktury plonu pszenżyta jarego. *Biul. IHAR* 205/206, 175–178.
- Pawłowska J., Dietrych-Szóstak D.** 1994. Efekt zastosowania regulatorów wzrostu w pszenzycie jarym. Mater. Sesji Instytutu Ochrony Roślin 34 (2), 102–105.
- Podolska G.** 1997. Reakcja odmian i rodów pszenicy ozimej na wybrane czynniki agrotechniczne Cz. III. Wpływ nawożenia azotem na plon i strukturę plonu nowych odmian i rodów pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 203, 169–172.
- Podolska G., Stankowski S.** 2001. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej w zależności od gęstości siewu i dawki nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 218/219, 127–136.

- Romek B., Dzieńka S.** 1992. Wpływ retardantów na plon i jakość plonów pszenżyta ozimego. Mater. XXXII Sesji Naukowej Instytutu Ochrony Roślin (2), 140–144.
- Romek B., Dzieńka S., Ciężko D.** 1994. Wpływ retardantów wzrostu i nawożenia mineralnego na plon i jakość białka ziarna pszenżyta ozimego. Zesz. Nauk. AR Szczec., Ser. Rolnictwo 58, 213–216.
- Rozbicki J.** 1994. Rola czynników agrotechnicznych w kształtowaniu plonu pszenżyta odmiany Presto. Zesz. Nauk. AR. Szczec., Ser. Rolnictwo 58, 217–221.
- Rozbicki J., Mądry W., Kozdój J.** 1995. The role of crop management in main stem ear and its yield formation of winter triticale var. Presto. *Fragm. Agron.* 2 (46), 102–103.
- Rozbicki J., Kozdój J., Mądry W.** 1997. Rozwój kłosa pędu głównego oraz udział kłosów z pędów głównych i bocznych w plonie ziarna pszenżyta ozimego (X *Triticosecale* Wittmack) na tle wybranych czynników agrotechnicznych III. Retardant wzrostu. *Biul. IHAR* 203, 97–103.
- Rudnicki F., Kotwica K., Oledzka-Zyla H.** 1993. Wpływ nawożenia azotem i retardantów wzrostu na plonowanie pszenżyta ozimego. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A Produkcja Roślinna* 110 (1/2), 129–138.
- Stankiewicz Cz., Starczewski J., Marczak B., Steć E., Mitrus J.** 2000. Wpływ interakcji retardanta i nawożenia azotem na poziom i skład aminokwasowy białka w ziarnie pszenżyta ozimego. *Folia Univ. Agric. Stetin., Ser. Agric.* 82 (206), 281–286.
- Starczewski J., Bombik A., Dopka D.** 2002. Plonowanie i struktura plonu pszenżyta ozimego w zależności od nawożenia azotem i wybranych retardantów. *Folia Univ. Agric. Stetin., Ser. Agric.* 91 (228), 147–154.
- Starczewski J., Bombik A., Dopka D.** 2003. Reakcja pszenżyta ozimego na wybrane czynniki agrotechniczne. *Folia Univ. Agric. Stetin., Ser. Agric.* 92 (231), 183–192.
- Szempliński W., Budzyński W.** 1994. Porównanie różnych technologii uprawy pszenżyta ozimego. Zesz. Nauk. Akad. Rol. Olst., Ser. Rolnictwo 58, 253–256.
- Tatnell J.A.** 1995. The relationship between height reduction, lodging control and yield in winter barley following use of trinexapac-ethyl. *British Crop Protection Council Weeds* vol. 2, Brighton, 635–640.