

Kinga MATYSIAK, Sylwia KACZMAREK

WPŁYW REGULATORA WZROSTU I ROZWOJU ROŚLIN TRINEKSAPAK ETYLU ORAZ JEGO MIESZANINY Z CHLORKIEM CHLOROMEKWATU NA DYNAMIKĘ WZROSTU I CECHY MORFOLOGICZNE ROŚLIN PSZENŻYTA OZIMEGO W ZALEŻNOŚCI OD POZIOMU NAWOŻENIA AZOTOWEGO

THE INFLUENCE OF PLANT GROWTH REGULATOR TRINEXAPAC-ETHYL AND ITS MIXTURE WITH CHLOROCHOLINE CHLORIDE ON GROWTH AND MORPHOLOGICAL TRAITS 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 fertilization level. The objectives of the experiment was winter triticale cv. Fidelio. Trineksapak ethyl (TE) was applied in alone in two doses $75 \text{ g a.i.} \cdot \text{ha}^{-1}$ and $125 \text{ g a.i.} \cdot \text{ha}^{-1}$ and in a mixture with chlorocholine chloride (CCC) in dose $50 \text{ g a.i.} \cdot \text{ha}^{-1}$ (TE) + $675 \text{ g a.i.} \cdot \text{ha}^{-1}$ (CCC) on three nitrogen fertilisation levels. 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 such measurements as stem length, ear length, and internode length, stem diameter, the 3rd internode diameter and chlorophyll content. Results confirm that influence of trinexapac-ethyl on winter triticale is changing depending on nitrogen fertilisation dose. Interaction between experimental factors was strongly determined by meteorological conditions during the vegetation season.

Słowa kluczowe: cechy morfologiczne, chlorek chloromekwatu, nawożenie azotowe, pszenżyto ozime, trineksapak etylu, zawartość chlorofilu.

Key words: chlorocholine chloride, chlorophyll content, morphological traits, nitrogen fertilisation, trinexapac-ethyl, winter triticale.

WSTĘP

Poziom zastosowanego nawożenia jest jednym z ważniejszych, ale nie jedynym czynnikiem mającym wpływ na wystąpienie wylegania. Powszechnie wiadomo, że wyleganie, poza nawożeniem azotowym i gęstością siewu, uzależnione jest od takich czynników jak: wiatr, opady, właściwości gleby i cechy roślin: odmiana i data siewu (Naylor 1989, Berry i in. 2000). Niebezpieczeństwo wylegania roślin zwiększa się przy stosowaniu wysokich dawek nawożenia azotowego, szczególnie przed wykłoszeniem oraz w formie szybko przyswajalnej (Gładysiak 1973, Woźnica 1981). Wielu badaczy zaobserwowało, że podatność lub odporność zbóż na wyleganie związana jest z budową morfologiczną i anatomiczną roślin. Jedną z głównych cech roślin, związanych z podatnością na wyleganie, jest długość źdźbła.

Im większa długość źdźbła, tym większe prawdopodobieństwo wylegnięcia rośliny (Dubas i Duhr 1973, Stachurska 1986, Rudnicki i Kotwica 1994). W nowoczesnej, intensywnej produkcji roślinnej, w celu skracania źdźbła, a przez to zwiększania odporności na wyleganie, powszechnie stosuje się substancje o działaniu regulatorów wzrostu i rozwoju roślin. Interesującym aspektem wielu prac badawczych, obok ochrony zbóż przed wyleganiem, stał się wpływ regulatorów wzrostu na intensywność, i produktywność fotosyntezy oraz na aktywność kluczowych dla tego procesu substancji, np. barwniki fotosyntetyczne (Woźnica 1988, Matysiak 2006). Celem podjętych badań była ocena działania regulatora wzrostu i rozwoju roślin, trineksapaku etylu oraz mieszaniny trineksapaku etylu z chlorkiem chloromekwatu na wybrane cechy morfologiczne i fizjologiczne roślin pszenżyta ozimego, w zależności od dawki 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 na hektar. Przedplonem była pszenica ozima. 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 vegetacji, 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 i 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). Preparaty 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 objekty 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.

W celu określenia dynamiki wzrostu, w czasie vegetacji roślin dokonano trzykrotnego pomiaru wysokości roślin pszenżyta, na próbie 25 losowo wybranych roślinach z poletka. Wysokość roślin mierzono w terminach: 2, 3 i 4 tygodnie po zabiegu. W tych samych terminach dokonano oceny zawartości chlorofilu (SPAD) w liściu flagowym, za pomocą

aparatu N-tester. W doświadczeniu oceniano stopień wylegania roślin. Po zbiorze roślin, na próbach liczących 25 losowo wybranych roślin z poletka, oceniano: długość kłosa, długość międzywęzła między 2. a 3. kolankiem (III międzywęzła), średnicę III międzywęzła, grubość ścianki żdźbła III międzywęzła.

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 pogodowe

Warunki pogodowe, w okresie wegetacji pszenżyta, różniły się w poszczególnych latach badawczych. Dekadowe temperatury i opady na tle średnich wieloletnich, w okresie wegetacji wiosennej pszenżyta, przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1. Warunki meteorologiczne podczas wegetacji wiosennej pszenżyta ozimego
Table 1. Meteorological data during spring vegetation of winter triticale

Rok – Year	Marzec – March			Kwiecień – April			Maj – May			Czerwiec – June		
	Dekady – Decades											
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Temperatura – Temperature [°C]												
\bar{x} 1985–1995	2,1	2,5	2,2	3,3	13,1	12,7	24,2	17,0	19,7	16,4	23,4	18,5
2000	4,8	4,5	5,3	6,1	11,6	18,6	15,7	15,5	14,4	18,0	18,5	16,0
2002	4,0	4,3	3,9	5,4	10,6	11,5	18,9	16,7	17,8	16,8	19,6	18,7
2003	3,4	3,5	3,8	10,1	11,6	16,4	18,5	16,0	21,6	25,1	21,5	20,3
Opady – Rainfall [mm]												
\bar{x} 1985–1995	10,8	11,7	11,4	10	10,2	11,1	13,0	15,2	18,5	23,2	18,3	20,8
2000	9,8	10,1	11,9	1,8	19,0	0	0	18,8	34,0	7,3	0,5	9,5
2002	0,4	0	0,5	0,5	17,7	5,2	18,6	32,5	8,3	35,8	29,3	6,1
2003	0,2	0,7	0,5	4,0	2,4	6,6	12,3	15,4	1,7	4,5	1,1	7,1

Wszystkie dekady marca, w każdym roku badawczym, charakteryzowały się temperaturą wyższą od średniej wieloletniej. Najwyższa temperatura w marcu wystąpiła w 2000 r. Jednocześnie w marcu 2000 r. ilość opadów zbliżona była do średniej z wielolecia. W pozostałych latach badawczych (2002 i 2003 r.) suma opadów w marcu była znikoma i wynosiła od 0 do 0,7 mm (w zależności od dekady), w porównaniu z wartością 10,8–11,7 mm dla średniej z wielolecia. Temperatura powietrza pierwszej dekady kwietnia, każdego roku badawczego, była wyższa od średniej wieloletniej średnio o około 2–3°C (2000 i 2002 r.) i o prawie 7°C w 2003 r. W tym okresie zanotowano minimalną ilość opadów. Druga dekada

kwietnia, w 2000 i 2003 r. była cieplejsza od wartości wskazanych przez średnią wieloletnią o około 4–6°C. Temperatura w drugiej dekadzie kwietnia 2002 r. była zbliżona do średniej z wielolecia. W 2000 i 2002 r. ilość opadów znacznie przekraczała średnią wieloletnią, a w 2003 r. ilość opadów wynosiła prawie 8 mm mniej niż wskazuje średnia wieloletnia. Całkowitym okresem suszy był okres ostatniej dekady kwietnia i pierwszej dekady maja 2000 r. W ostatniej dekadzie kwietnia, w 2002 i 2003 r. zanotowano mniej opadów o 4,5–6 mm, w stosunku do średniej wieloletniej. Temperatura w tym okresie była wyższa od średniej wieloletniej o 6°C w 2000 r., o prawie 4°C w 2003 r. i zbliżona do średniej wieloletniej w 2002 r. Wszystkie lata badawcze, w I dekadzie maja, charakteryzowały się niższą temperaturą o około 5–8°C od średniej z wielolecia. W 2003 r. ilość opadów była zbliżona do średniej wieloletniej, a w 2002 r. suma opadów przekroczyła wartość średnią o 5,5 mm. We wszystkich latach badawczych temperatura w II dekadzie maja była nieznacznie niższa od średniej wieloletniej, natomiast suma opadów w tym okresie, poza 2002 r., była zbliżona do wartości średniej. W 2002 r. wystąpiły intensywne opady, przekraczające wartości średniej wieloletniej o 17,3 mm. Temperatura w III dekadzie maja była zbliżona do średniej wieloletniej. Znaczną ilość opadów zanotowano w tym okresie w 2000 r. Suma opadów w III dekadzie maja 2000 r. przekroczyła wartość średnią o 15,5 mm. W 2002 r. ilość opadów była mniejsza od średniej wieloletniej o 10,2 mm, a w 2003 r. o 16,8 mm. W 2000 i 2002 r. temperatura w I dekadzie czerwca była zbliżona do średniej z wielolecia, natomiast temperatura w 2003 r. przekraczała wartość średnią o około 9°C. W 2003 r. zanotowano również niewielką ilość opadów 4,5 mm, w stosunku do średniej wieloletniej – 23,2 mm. Suma opadów w I dekadzie czerwca 2000 r. była niższa o 15,9 mm, a w 2002 r. wyższa o 12,6 mm od wartości średniej z wielolecia. Temperatury w II dekadzie czerwca wszystkich lat badawczych były niższe o 2°C–5°C od średniej wieloletniej. W 2000 i 2003 r. zanotowano minimalną ilość opadów w tym okresie. Suma opadów w 2000 r. wynosiła 0,5 mm, a w 2003 r. – 1,1 mm, w stosunku do średniej wieloletniej 18,3 mm. Większa ilość opadów wystąpiła w 2002 r. i wynosiła 29,3 mm (średnia wieloletnia 18,3 mm). Najniższą temperaturę w III dekadzie czerwca odnotowano w 2000 r. (16°C), nieco wyższą w 2002 r. (18,7°C) i najwyższą w 2003 r. (20,3°C). Średnia wieloletnia dla tego okresu wynosiła 18,5°C. Wszystkie lata badawcze w III dekadzie czerwca charakteryzowały się mniejszymi sumami opadów, od wartości wskazanych przez średnią z wielolecia. W latach 2000, 2002 i 2003 zanotowano odpowiednio o 11,3 mm, 14,7 mm i 13,7 mm mniej opadów, w stosunku do średniej wieloletniej.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wysokość roślin pszenżyta

Dominującym czynnikiem, mającym wpływ na wzrost roślin, było nawożenie azotowe. Średnia z lat badań wskazuje, że wysokość roślin wzrastała wraz ze wzrostem dawki azotu (tab. 2, 3 i 4).

Tabela 2 Wpływ badanych czynników na wysokość roślin pszenżyta ozimego 2 tygodnie po zabiegu
Table 2. Influence of experimental factors on plant height 2 weeks after application

Dawka N (A) [kg · ha ⁻¹] Dose N (A) [kg · ha ⁻¹]	Retardant (B)	Sezon wegetacyjny Trial season			
		1999/00	2000/01	2002/03	\bar{x}
0	kontrola – untreated	62	41	41	48
	TE 75	61	41	42	48
	TE 125	60	40	43	48
	TE + CCC 50 + 675	64	43	44	51
\bar{x}		62	41	43	49
80	kontrola – untreated	67	59	51	59
	TE 75	65	60	50	57
	TE 125	66	55	51	57
	TE + CCC 50 + 675	64	57	52	58
\bar{x}		65	57	51	58
160 (80 + 80)	kontrola – untreated	68	63	51	61
	TE 75	72	62	51	62
	TE 125	69	60	52	60
	TE + CCC 50 + 675	68	60	52	60
\bar{x}		69	61	52	61
Kontrola – Untreated		66	54	48	56
TE 75		66	53	48	56
TE 125		65	52	49	55
TE + CCC 50 + 675		65	53	49	56
NIR _{0,05} dla: A		5,5	6,0	1,8	4,1
LSD _{0,05} for: B		r.n	r.n	r.n	r.n
A(B)		r.n	r.n	r.n	6,3
A(B)		r.n	r.n	r.n	4,4

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

Tabela 3. Wpływ badanych czynników na wysokość roślin pszenżyta ozimego 3 tygodnie po zabiegu
Table 3. Influence of experimental factors on plant height 3 weeks after application

Dawka N (A) [kg · ha ⁻¹] Dose N (A) [kg · ha ⁻¹]	Retardant (B)	Sezon wegetacyjny Trial season			
		1999/00	2000/01	2002/03	\bar{x}
0	kontrola – untreated	69	69	59	65
	TE 75	62	66	59	63
	TE 125	66	67	62	65
	TE + CCC 50 + 675	67	70	64	67
\bar{x}		66	68	61	65
80	kontrola – untreated	70	86	71	76
	TE 75	72	84	70	75
	TE 125	70	80	68	73
	TE + CCC 50 + 675	76	79	73	76
\bar{x}		72	82	70	75
160 (80 + 80)	kontrola – untreated	80	90	70	80
	TE 75	79	87	70	78
	TE 125	76	86	70	77
	TE + CCC 50 + 675	79	88	73	80
\bar{x}		79	88	70	79
Kontrola – Untreated		73	81	67	78
TE 75		71	79	66	78
TE 125		71	77	67	77
TE + CCC 50 + 675		74	79	70	80
NIR _{0,05} dla: A		3,3	4,8	3,3	4,0
LSD _{0,05} for: B		r.n	r.n	2,2	r.n
A(B)		r.n	r.n	r.n	r.n
A(B)		r.n	r.n	r.n	r.n

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

Tabela 4. Wpływ badanych czynników na wysokość roślin pszenżyta ozimego 4 tygodnie po zabiegu
 Table 4. Influence of experimental factors on plant height 4 weeks after application

Dawka N (A) [kg · ha ⁻¹] Dose N (A) [kg · ha ⁻¹]	Retardant (B)	Sezon wegetacyjny Trial season			
		1999/00	2000/01	2002/03	\bar{x}
0	kontrola – untreated	79	86	77	80
	TE 75	83	85	76	81
	TE 125	87	83	78	83
	TE + CCC 50 + 675	85	73	77	78
	\bar{x}	83	82	77	81
80	kontrola – untreated	85	96	86	88
	TE 75	94	89	88	87
	TE 125	92	93	88	83
	TE + CCC 50 + 675	96	90	90	86
	\bar{x}	92	92	88	86
160 (80 + 80)	kontrola – untreated	93	86	87	89
	TE 75	88	91	84	90
	TE 125	85	78	85	91
	TE + CCC 50 + 675	89	80	89	92
	\bar{x}	89	84	86	90
Kontrola – Untreated		85	89	83	86
TE 75		88	88	83	86
TE1 25		88	85	84	85
TE + CCC 50 + 675		90	81	85	85
NIR _{0,05} dla:	A	r.n	r.n	3,7	6,3
	B	r.n	r.n	r.n	r.n
LSD _{0,05} for:	B(A)	11,5	r.n	r.n	r.n
	A(B)	12,7	r.n	r.n	r.n

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

Średnia dawka nawożenia azotowego (N80) powodowała zwiększenie wysokości roślin, odpowiednio dla każdego terminu obserwacji o 19,2% – 2 tygodnie po zabiegu, 15,2% – 3 tygodnie po zabiegu i o 6,6% – 4 tygodnie po zabiegu, w odniesieniu do dawki N0. Natomiast po zastosowaniu najwyższej dawki azotu (N160) uzyskano, dla poszczególnych terminów obserwacji, rośliny wyższe odpowiednio o 24,9%, 21,4%, i 12%. Stymulujące działanie wysokiego nawożenia azotowego na zwiększenie wysokości roślin potwierdzają liczne dane literaturowe (Dubas i Duhr 1973, Gładysiak 1973, Zagonel i in. 2002). Doświadczenia własne wykazały, że w niektórych latach różnice w wysokości roślin pomiędzy N80 a N0 były niewielkie lub nie wystąpiły wcale, a istotne różnice pojawiły się dopiero przy nawożeniu N160. Taka sytuacja wystąpiła w sezonie wegetacyjnym 1999/2000. Jedynie 3 tygodnie po zabiegu wystąpiły istotne różnice w wysokości roślin pszenżyta pomiędzy roślinami uprawianymi w warunkach nawożenia N80 i N0. Podobnie Crook i Ennos (1995), Obolevica i Ruza (2001), w badaniach nad wpływem nawożenia azotowego na dynamikę wzrostu zbóż, istotnie większą wysokość roślin uzyskali dopiero po zastosowaniu najwyższej dawki azotu.

Dwa tygodnie po zabiegu wystąpiła interakcja pomiędzy nawożeniem azotowym a retardantem. Tendencja do redukcji wysokości roślin pojawiła się po zastosowaniu retardantów na poziomie nawożenia N80. Wszystkie obiekty, w których zastosowano retardanty, charakteryzowało występowanie roślin krótszych o 2,4–2,7% w porównaniu z roślinami kontrolnymi. Z kolei w warunkach nawożenia N0, odnotowano tendencję do

zwiększania wysokości roślin po zastosowaniu TE + CCC. Podobna tendencja wystąpiła w kombinacji TE (75 g s.a · ha⁻¹) + N160.

Interakcję pomiędzy czynnikami doświadczalnymi zanotowano również 4 tygodnie po zabiegu, ale tylko w jednym roku doświadczalnym. W sezonie wegetacyjnym 1999/2000 wszystkie obiekty, w których zastosowano nawożenie N80 oraz retardanty, charakteryzowały się tendencją do zwiększania wysokości roślin pszenżyta ozimego odm. Fidelio. Tendencję do zwiększania długości źdźbeł zboża ozimego pod wpływem retardanta (etefon), ale tylko przy najwyższym nawożeniu azotowym otrzymał również Woźnica (1988). Natomiast w badaniach własnych retardanty zaaplikowane na poziomie N160 wykazywały tendencję do hamowania wzrostu roślin pszenżyta. Zarówno badania własne, jak i doniesienia literaturowe sugerują, że w pewnych warunkach (odmianowych, nawożeniowych) zjawisko zwiększania wysokości roślin pod wpływem regulatorów wzrostu może wystąpić, jednakże zagadnienie to wymaga dalszych badań.

Działanie retardanta, niezależne od nawożenia azotowego, zostało statystycznie udowodnione tylko dla jednego roku badań i jednego terminu obserwacji. W sezonie 2002/2003, 3 tygodnie po zabiegu, istotny wpływ na wysokość pszenżyta ozimego odm. Fidelio miała mieszanina TE + CCC, która zwiększała wysokość roślin o 5,2%. Wyniki te są tylko częściowo zgodne z doniesieniami literaturowymi. Słaby wpływ retardantów na skrócenie źdźbeł pszenżyta ozimego otrzymał Woźnica i in. (1992).

W żadnym roku doświadczalnym nie wystąpiło wyleganie roślin pszenżyta ozimego.

Długość kłosa i długość III międzywęźla pszenżyta

Synteza z lat doświadczalnych pokazała istotny wpływ dawki nawożenia azotowego na długość kłosa i długość III międzywęźla pszenżyta ozimego odm. Fidelio (tab. 5). Przy nawożeniu N80 uzyskano wzrost długości kłosa o 11,9% i międzywęźla o 10,8%. Natomiast rośliny pszenżyta, w warunkach najwyższego poziomu nawożenia azotowego N160, charakteryzowały się o 19% dłuższym kłosem i o 17,6% dłuższym III międzywęźlem niż rośliny z obiektów, w których nie stosowano nawożenia azotowego. Nie udowodniono wpływu retardanta na długość kłosa oraz nie wystąpiło współdziałanie regulatora i nawożenia azotem. Uzyskane wyniki znajdują swój odpowiednik w badaniach Woźnicy (1988), który potwierdza pozytywny wpływ nawożenia azotowego na tę cechę morfologiczną. Podobnie jak w badaniach Gładysiaka (1973), Woźnicy (1988), Rozbickiego i in. (1997) oraz Kuliga i in. (2001) zróżnicowanie długości kłosów pod wpływem działania retardanta w doświadczeniach własnych nie wystąpiło. Łęgowski i Wysmulek (2000) otrzymali natomiast istotne zwiększenie długości kłosów (6–7%) pod wpływem działania trineksapaku etylu we wszystkich badanych gatunkach zbóż (żyto, pszenica, jęczmień). Podobnie Dziamba (1987) w badaniach nad stosowaniem retardantów w życie, pszenżycie i pszenicy ozimej otrzymał wyraźne zwiększenie długości kłosów pod wpływem CCC, a Woźnica (1981) pod wpływem etefonu.

Tabela 5. Wpływ badanych czynników na długość kłosa, długość III międzywęźla pszenżyta ozimego, w zależności od poziomu nawożenia azotowego
 Table 5. Influence of experimental factors on length of ear and 3rd internode of winter triticale depending on nitrogen fertilization

Dawka N (A) [kg · ha ⁻¹] Dose N (A) [kg · ha ⁻¹]	Retardant (B)	Długość kłosa [cm] Ear length [cm]				Długość III międzywęźla [cm] 3rd internode length [cm]			
		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	7,6	7,4	8,4	7,8	7,6	9,0	5,5	7,4
	TE 75	8,2	8,3	8,6	8,4	7,8	8,7	5,6	7,4
	TE 125	8,5	8,7	9,0	8,7	7,4	8,8	6,1	7,4
	TE + CCC 50 + 675	8,7	8,6	9,3	8,0	7,5	9,3	5,7	7,5
\bar{x}		8,2	8,2	8,8	8,4	7,6	8,9	5,7	7,4
80	kontrola – untreated	9,4	9,9	9,3	9,5	7,9	9,3	6,6	7,9
	TE 75	9,3	10,0	9,0	9,4	8,0	9,8	6,4	8,1
	TE 125	9,5	9,9	9,0	9,5	8,3	9,8	6,9	8,3
	TE + CCC 50 + 675	9,2	9,4	9,2	9,3	8,7	10,4	6,7	8,6
\bar{x}		9,3	9,8	9,1	9,4	8,2	9,8	6,6	8,2
160 (80 + 80)	kontrola – untreated	9,8	11,2	9,2	10,1	8,9	10,2	7,4	8,8
	TE 75	9,9	10,3	9,3	9,8	8,8	10,5	6,9	8,7
	TE 125	10,1	10,8	9,4	10,1	8,7	10,6	6,8	8,7
	TE + CCC 50 + 675	9,8	10,7	9,3	9,9	9,1	10,7	6,8	8,7
\bar{x}		9,9	10,7	9,3	10,0	8,9	10,8	7,0	8,7
Kontrola – Untreated		8,9	9,5	9,0	9,1	8,1	9,5	6,5	8,0
TE 75		9,1	9,5	9,0	9,2	8,2	9,7	6,3	8,0
TE 125		9,4	9,8	9,1	9,4	8,1	10,1	6,6	8,3
TE + CCC 50 + 675		9,2	9,6	9,2	9,4	8,4	10,1	6,4	8,3
NIR _{0,05} dla: LSD _{0,05} for:	A	0,97	0,91	r.n	0,84	0,53	0,62	0,79	0,46
	B	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n
	B(A)	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n
	A(B)	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n

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

Średnica i grubość ścianki III międzywęźla pszenżyta

Średnica III międzywęźla pszenżyta zmieniała się wraz z dawką nawożenia azotowego (tab. 6). Analiza statystyczna z lat badań wykazała występowanie istotnych różnic pomiędzy wysoką dawką nawożenia azotowego N160 a roślinami z obiektów, w których nie zastosowano azotu N0. Azot zastosowany w najwyższej dawce zwiększał średnicę źdźbła o 9,3%. Na średnim poziomie nawożenia wystąpiła tendencja do zwiększania grubości źdźbła (6,2%). Nie zanotowano wpływu retardanta na średnicę źdźbła ani występowania interakcji pomiędzy czynnikami doświadczalnymi. Dubas i Duhr (1973) w badaniach nad stosowaniem CCC i wzrastających dawek nawożenia azotowego w życie ozimym oraz Łęgowski i Wysmulek (2000) w badaniach nad stosowaniem trineksapaku etylu w życie, jęczmieniu i pszenicy ozimej, również nie otrzymali żadnych istotnych różnic w grubości ścianki źdźbła wywołanych działaniem badanych czynników doświadczalnych.

Tabela 6. Wpływ badanych czynników na średnicę źdźbła i grubość ścianki źdźbła pszenżyta ozimego, w zależności od poziomu nawożenia azotowego

Table 6. Influence of experimental factors on stem diameter and stem wall thickness of winter triticale depending on nitrogen fertilization

Dawka N (A) [kg · ha ⁻¹] Dose N (A) [kg · ha ⁻¹]	Retardant (B)	Średnica źdźbła [mm] Stem diameter [mm]				Grubość ścianki źdźbła [mm] Stem wall thickness [mm]			
		sezon wegetacyjny trial season				sezon wegetacyjny trial season			
		1999/00	2001/02	2002/03	\bar{x}	1999/00	2001/02	2002/03	\bar{x}
0	kontrola – untreated	3,47	3,35	3,40	3,41	0,301	0,458	0,324	0,361
	TE 75	3,70	3,39	3,44	3,51	0,304	0,480	0,342	0,375
	TE 125	3,60	3,59	3,42	3,54	0,402	0,465	0,352	0,406
	TE + CCC 50 + 675	4,26	3,35	3,48	3,70	0,304	0,478	0,352	0,378
\bar{x}		3,76	3,42	3,43	3,65	0,338	0,470	0,342	0,380
80	kontrola – untreated	4,66	3,44	3,47	3,86	0,402	0,443	0,314	0,386
	TE 75	3,53	3,42	3,49	3,48	0,330	0,428	0,354	0,371
	TE 125	4,50	3,50	3,50	3,83	0,380	0,445	0,358	0,394
	TE + CCC 50 + 675	4,72	3,39	3,49	3,87	0,350	0,428	0,345	0,374
\bar{x}		4,35	3,44	3,50	3,76	0,365	0,436	0,343	0,381
160 (80 + 80)	kontrola – untreated	4,95	3,54	3,50	4,00	0,380	0,413	0,361	0,385
	TE 75	4,52	3,55	3,54	3,87	0,302	0,425	0,348	0,358
	TE 125	4,70	3,45	3,52	3,89	0,304	0,603	0,327	0,411
	TE + CCC 50 + 675	4,29	3,37	3,49	3,72	0,405	0,418	0,315	0,379
\bar{x}		4,61	3,48	3,51	3,87	0,348	0,464	0,371	0,383
Kontrola – Untreated		4,36	3,45	3,45	3,76	0,361	0,438	0,333	0,377
TE 75		3,92	3,45	3,49	3,62	0,312	0,444	0,348	0,368
TE 125		4,27	3,51	3,48	3,75	0,362	0,504	0,346	0,404
TE + CCC 50 + 675		4,42	3,37	3,49	3,76	0,353	0,441	0,337	0,377
NIR _{0,05} dla: LSD _{0,05} for:	A	0,436	r.n	r.n	0,254	r.n	r.n	r.n	r.n
	B	r.n	r.n	r.n	r.n	0,031	r.n	r.n	r.n
	B(A)	r.n	r.n	r.n	r.n	0,080	r.n	r.n	0,111
	A(B)	r.n	r.n	r.n	r.n	0,1	r.n	r.n	0,113

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

W badaniach własnych współdziałanie pomiędzy nawożeniem azotowym a retardantem wystąpiło dla grubości ścianki III międzywęźla. W warunkach braku nawożenia azotem (N0) na wszystkich obiektach, w których zastosowano retardant, wystąpiła tendencja do zwiększania grubości ścianki źdźbła. Najgrubszą ściankę posiadały źdźbła roślin traktowanych preparatem TE, zastosowanym w dawce 125 g s.a · ha⁻¹; uzyskano 12,5% zwiększenia grubości ścianki źdźbła. Na średnim poziomie nawożenia N80 oraz wysokim N160 tendencja do zwiększania grubości ścianki źdźbła wystąpiła jedynie po zastosowaniu wyższej dawki preparatu TE (125 g s.a · ha⁻¹). Na poziomie N80 grubość źdźbła wzrosła o 2,1%, a na poziomie N160 o 6,7%. Z kolei w pozostałych kombinacjach, w których zastosowano retardanty, na poziomach nawożenia N80 i N160, wystąpiła tendencja do zmniejszania grubości ścianki. TE w dawce 75 g na hektar, zmniejszył grubość ścianki o 3,9% (N80) i 7% (N160), a TE + CCC o 3,1% (N80) i 1,5% (N160).

Zawartość chlorofilu w liściu flagowym

Analiza wariancji wykazała, że 2, 3 i 4 tygodnie po zabiegu zawartość chlorofilu w liściach pszenżyta ozimego zmieniała się jedynie pod wpływem nawożenia azotowego (tab. 7).

Tabela 7. Wpływ badanych czynników na zawartość chlorofilu (SPAD) w liściu flagowym pszenżyta ozimego

Table 7. Influence of experimental factors on chlorophyll content (SPAD) in flag-leaf of winter triticale

Dawka N (A) [kg · ha ⁻¹] Dose N (A) [kg · ha ⁻¹]		Retardant (B)	Termin oceny (tygodnie po zabiegu) Terms of estimations (weeks after application)								
			2			3			4		
			sezon wegetacyjny trial season			sezon wegetacyjny trial season			sezon wegetacyjny trial season		
			2001/02	2002/03	\bar{x}	2001/02	2002/03	\bar{x}	2001/02	2002/03	\bar{x}
0	kontrola – untreated		378	642	510	382	659	521	422	680	551
	TE 75		397	628	513	413	606	510	464	668	566
	TE 125		415	633	524	454	659	556	484	666	575
	TE + CCC 50 + 675		397	637	517	449	657	553	473	681	577
\bar{x}			397	635	516	424	645	535	461	674	567
80	kontrola – untreated		502	680	591	557	704	631	584	708	646
	TE 75		519	675	597	566	692	629	598	724	661
	TE 125		540	700	620	561	703	632	584	711	647
	TE + CCC 50 + 675		537	673	605	546	674	610	579	702	640
\bar{x}			525	682	603	557	693	625	586	711	649
160 (80 + 80)	kontrola – untreated		690	713	701	729	749	739	743	750	746
	TE 75		699	717	708	744	742	743	769	749	759
	TE 125		696	728	712	742	734	738	754	729	742
	TE + CCC 50 + 675		679	708	693	735	744	739	750	743	746
\bar{x}			699	716	704	737	742	740	754	743	748
Kontrola – Untreated			523	678	601	556	704	630	583	712	648
TE 75			538	673	606	574	680	627	610	714	662
TE 125			551	687	618	586	698	642	607	702	655
TE + CCC 50 + 675			538	673	605	576	692	634	600	709	655
NIR _{0,05} dla:		A	61,7	39,5	80,5	42,7	40,0	79,6	38,3	45,0	82,3
LSD _{0,05} for:		B	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n	24,6	r.n	r.n
		B(A)	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n
		A(B)	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n	r.n

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

Dla średniej z lat zwiększenie ilości chlorofilu 2 tygodnie po zabiegu pod wpływem azotu wynosiło 16,9% dla N80 oraz 36,4% dla N160. 3 tygodnie po zabiegu otrzymano 16,8% więcej chlorofilu po zastosowaniu nawożenia N w ilości 80 kg · ha⁻¹ oraz 38,3% po zastosowaniu N w dawce 160 kg · ha⁻¹. Podobne wyniki uzyskano 4 tygodnie po zabiegu – średnia dawka N powodowała wzrost ilości chlorofilu o 14,5% (tendencja), natomiast najwyższa o 31,9% (różnica istotna). Analizując każdy rok badań osobno, zdecydowanie większy wpływ nawożenia azotowego na zawartość tego barwnika w roślinach zanotowano w doświadczeniu prowadzonym w sezonie wegetacyjnym 2001/2002. Po zastosowaniu nawożenia azotowego w najwyższej dawce (160 kg · ha⁻¹), ilość chlorofilu zwiększyła się o 76% (2 tyg. po zabiegu), 73,8% (3 tyg. po zabiegu) i 63,5% (4 tyg. po zabiegu). Również

w tym roku badań, w ostatnim terminie obserwacji, otrzymano potwierdzony statystycznie wpływ regulatora na ilość barwnika chlorofilowego. Wszystkie rośliny z obiektów, na których zastosowano retardanty, charakteryzowała zwiększona zawartość barwnika o 4,6% dla TE zastosowanego w dawce $75 \text{ g s.a.} \cdot \text{ha}^{-1}$ (różnica istotna), 4,1% dla TE zastosowanego w dawce $125 \text{ g s.a.} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tendencja) oraz 2,9% dla TE + CCC (tendencja). Wzrost zawartości barwnika chlorofilowego w liściach zbóż, wywołany działaniem trineksapaku etylu otrzymali również Matysiak (2006) oraz Grzyś i in. (2007).

WNIOSKI

1. Działanie trineksapaku etylu i jego mieszaniny z chlorkiem chloromekwatu na wysokość roślin pszenżyta było ściśle związane z dawką nawożenia azotowego.
2. W sezonie badawczym 1999/2000, na poziomie nawożenia N80, wystąpiła wyraźna tendencja do zwiększania wysokości roślin pod wpływem retardantów.
3. Na żadnym poziomie nawożenia azotowego nie odnotowano wpływu retardantów na długość kłosów pszenżyta i średnicę III międzywęźla.
4. Najgrubsze ścianki III międzywęźla odnotowano po zastosowaniu retardantów na poziomie nawożenia N80.
5. Tylko w jednym roku badawczym (2001/2002) i na poziomie nawożenia N160 uzyskano pozytywny wpływ retardantów na zawartość chlorofilu w liściu flagowym pszenżyta.

PIŚMIENNICTWO

- Berry P.M., Griffin J.M., Sylvester-Bradley R.E., Scott R.K., Spink J.H., Baker C.J., Clare R.W.** 2000. Controlling plant form through husbandry to minimise lodging in wheat. *Field Crops Res.* 67, 59–81.
- Crook M.J., Ennos A.R.** 1995. The effect of nitrogen and growth regulators on stem and root characteristic associated with lodging in two cultivars of winter wheat. *J. Exp. Bot.* 46 (289), 931–938.
- Dubas A., Duhr E.** 1973. Stosowanie chlorku chlorocholiny (CCC) w uprawie żyta ozimego przy wzrastających dawkach nawozów azotowych. *Rocz. Nauk Roln., Ser. A* 99 (2), 7–18.
- Dziamba S.** 1987. Wpływ Antywylegacza (CCC) i nawożenia na plonowanie, elementy struktury plonu oraz zawartość białka i lizyny w ziarnie pszenżyta, żyta i pszenicy. *Biul. IHAR* 161, 105–112.
- Gładysiak S.** 1973. Wpływ chlorku chlorocholiny (CCC) w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotowego na plon i cechy morfologiczne kilku odmian pszenicy ozimej. *Rocz. Akad. Rol. Pozn.* LXIII, 19–28.
- Grzyś E., Grocholski J., Demczuk A., Sacala E., Kulczycki G.** 2007. Wpływ regulatorów wzrostu na długość źdźbła, aktywność reduktazy azotanowej i zawartość chlorofilu w liściach wybranych odmian pszenicy ozimej. *Prog. Plant. Prot./Postępy Ochr. Rośl.* 47 (3), 113–116.
- Kulig B., Kania S., Szafranski W., Zając T.** 2001. reakcja wybranych odmian pszenżyta na intensywność uprawy. *Biul. IHAR* 218/219, 117–126.
- Łęgowiak Z., Wyszumek A.** 2000. Stosowanie regulatorów wzrostu w zbożach. *Ochr. Rośl.* 40 (2), 932–934.

- Matysiak K.** 2006. Influence of trinexapac-ethyl on growth and development of winter wheat. *J. Plant Prot. Res.* 46 (2), 133–144.
- Naylor R.E.L.** 1989. Effects of plant growth regulator chlormequat on plant form and yield of triticale. *Ann. App. Biol.* 114, 533–544.
- Obolewica D., Ruza A.** 2001. Change of growth length in winter wheat treated with agrochemicals. *Proc. Inter. Conf. Sustain. Agri. Baltic States*, 28–30 June 2001, Tartu, 151–155.
- 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.** 1994. Działanie regulatorów wzrostu w uprawie pszenżyta ozimego. *Zesz. Nauk. Akad. Rol. Szczec., Ser. Rolnictwo* 58, 223–227.
- Stachurska E.** 1986. Wpływ chlorku chlorocholiny na wzrost i rozwój zbóż (przegląd piśmiennictwa). *Biul. IHAR* 160, 89–98.
- Woźnica Z.** 1981. Wpływ Camposanu (etefon) na niektóre cechy morfologiczne, wyleganie i plon żyta ozimego. *Rocz. AR Pozn. Rozpr. Nauk.* 114.
- Woźnica Z.** 1988. Wpływ Flordimexu TH na wyleganie i plony żyta przy zróżnicowanych dawkach azotu i gęstościach siewu. *Rocz. Nauk Rol. Ser. A* 107 (3), 39–51.
- Woźnica Z., Pudelko J., Skrzypczak G., Bailey B.** 1992. Wpływ retardantów wzrostu na pszenżyto ozime (*Triticale* Muntzing). *Rocz. AR Pozn. CCXXXV*, 129–137.
- Zagonel J., Venancio W.S., Kunz R.P., Tanamati H.** 2002. Nitrogen doses and plant densities with and without a growth regulator affecting wheat, cultivar OR-1. *Ciencia Rural* 32 (1), 25–29.