

PLONOWANIE PSZENŻYTA JAREGO W ZALEŻNOŚCI OD STOSOWANIA REGULATORÓW WZROSTU I ICH MIESZANEK Z SIARCZANEM MAGNEZU

Jerzy Czapla, Lidia Stasiulewicz, Anna Nogalska

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Streszczenie. W 3-letnim doświadczeniu polowym badano wpływ regulatorów wzrostu i ich mieszanek z siarczanem magnezu na plonowanie pszenżyta jarego odmiany Gabo. Regulatory wzrostu: kwas indolilo-3-masłowy (IBA), kwas α -naftylooctowy (NAA), benzyloaminopurynę (BAP), triacantanol (TRIA) oraz kwas giberelinowy (GA_3) stosowano dolistnie, samodzielnie lub w mieszance z 5% wodnym roztworem siarczanu magnezu, dwukrotnie w okresie wegetacyjnym pszenżyta – w fazie kłoszenia oraz tuż przed kwitnieniem. W pierwszym roku doświadczenia stwierdzono istotne wydłużenie źdźbła pszenżyta pod wpływem mieszanek regulatorów z siarczanem magnezu. Wykazano również współdziałanie pomiędzy regulatorami wzrostu a siarczanem magnezu (istotny wzrost masy tysiąca ziaren pod wpływem NAA + Mg i istotne zmniejszenie MTZ pszenżyta pod wpływem triacantanolu i benzyloaminopuryny z siarczanem magnezu). W 2. i 3. roku doświadczenia niektóre regulatory (NAA, IBA i GA_3) spowodowały istotny przyrost całkowitej masy nadziemnej pszenżyta. Średnie z trzech lat wskazują na statystycznie udowodniony przyrost masy ziarna pod wpływem IBA i GA_3 , stosowanych w mieszankach z siarczanem magnezu. Większość zastosowanych regulatorów wzrostu, a szczególnie ich mieszanek z siarczanem magnezu zwiększyła udział ziarna w całkowitej masie nadziemnej pszenżyta jarego.

Słowa kluczowe: pszenżyto, plonowanie, regulatory wzrostu

WSTĘP

Pszenżyto (*Triticale*) jest pierwszym syntetycznym gatunkiem zboża, stworzonym całkowicie przez człowieka. Pszenżyto jare łączy tolerancję na trudne warunki środowiska (gleby lekkie, zakwaszenie, niską zawartość składników) z dobrą plennością i wysoką jakością ziarna [Koc i in. 1994]. Wielkość plonu pszenżyta jarego oraz jego jakość zależy od szeregu czynników, zwłaszcza warunków klimatycznych i nawożenia mine-

ralnego. Ponad 50% powierzchni użytków rolnych w Polsce charakteryzuje się niską zawartością magnezu przyswajalnego, dlatego nawożenie mineralne, zwłaszcza magnezem, nabiera coraz większego znaczenia [Sienkiewicz 1994, Nowak i Czapla 1996].

Efektywność nawożenia jest ograniczona biologicznymi możliwościami rośliny. Jednym ze sposobów zmniejszania biologicznych barier produktywności roślin jest stosowanie regulatorów wzrostu, a w szczególności naturalnych fitohormonów. Wiele przeprowadzonych badań wskazuje na to, że regulatory wzrostu istotnie modyfikują plonowanie roślin [Harms i Nowak 1990, Wójcik i Majewski 1991, Aufhammer i Federolf 1992, Czapla i in. 2003].

Celem badań było określenie, który z zastosowanych regulatorów wzrostu lub jego mieszanek z siarczanem magnezu najkorzystniej wpływają na plonowanie pszenżyta jarego.

MATERIAŁ I METODY

Dwuczynnikowe doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1999-2001 w Zakładzie Dydaktyczno-Doświadczalnym w Tomaszowie, w układzie losowanych bloków w dwóch wariantach: z magnezem i bez Mg, w czterech powtórzeniach. Pszenżyto jare odmiany Gabo uprawiano na glebie brunatnej właściwej klasy IIIb, na poletkach o powierzchni 2 m². Gleba o odczynie lekko kwaśnym (pH w 1 mol KCl·dm⁻³ wynosiło 6,3) charakteryzowała się średnią zasobnością w fosfor i potas oraz niską w magnez.

W doświadczeniu badano reakcję pszenżyta jarego na działanie pięciu różnych regulatorów wzrostu, stosowanych samodzielnie lub w mieszance z 5% wodnym roztworem siarczanu magnezu (MgSO₄ · 7H₂O). Wykorzystano następujące regulatory wzrostu: benzyloaminopurynę (BAP), kwas- α -naftylooctowy (NAA), kwas indolilo-3-masłowy (IBA), triacontanol (TRIA), kwas giberelinowy (GA₃).

Schemat doświadczenia:

Obiekty	Stężenie regulatora wzrostu, mg·dm ⁻³
1. Kontrola	H ₂ O
2. IBA	20
3. IBA + Mg	20
4. TRIA	0,3
5. TRIA + Mg	0,3
6. BAP	40
7. BAP + Mg	40
8. NAA	50
9. NAA + Mg	50
10. GA ₃	40
11. GA ₃ + Mg	40

Regulatory wzrostu bądź ich mieszanki z siarczanem magnezu stosowano dolistnie, w postaci roztworu acetonowo-wodnego z dodatkiem Atoniku, dwukrotnie w okresie wegetacyjnym pszenżyta jarego – w fazie kłoszenia oraz tuż przed kwitnieniem. Rośliny opryskiwano do całkowitego ich zroszenia, zużywając 300 dm³ cieczy na hektar. Zboże z obiektów kontrolnych opryskiwano wodą destylowaną.

Oddziaływanie regulatorów wzrostu lub ich mieszanek z siarczanem magnezu badano na tle stałego nawożenia NPK na ha: azotem – $100_{(40+60)}$ kg N (saletra amonowa), fosforem – 20 kg P (superfosfat potrójny), potasem – 74,7 kg K (57% sól potasowa). Pierwszą dawkę azotu zastosowano przedsięwzięcie, drugą pogłównie, natomiast fosfor i potas w całości przedsięwzięcie. Pozostałe zabiegi wykonano zgodnie z wymaganiami agrotechnicznymi pszenżyta jarego.

Zbiór dokonano w fazie dojrzałości pełnej roślin. Do pomiarów pobrano po 20 roślin z każdego poletka. Materiał roślinny podzielono na poszczególne organy, zważono i wykonano pomiary biometryczne. Wyniki pomiarów biomasy opracowano statystycznie, stosując analizę wariancji w doświadczeniu dwuczynnikowym w układzie losowanych bloków. Najmniejszą istotną różnicę ustalono przy $p = 0,05$. Jako czynnik pierwszy (a) przyjęto rodzaj regulatora wzrostu, jako czynnik drugi (b) – mieszanek regulatora wzrostu z siarczanem magnezu.

WYNIKI I Dyskusja

Z przeprowadzonych badań wynika, że regulatory wzrostu w czystej postaci nie miały istotnego wpływu na cechy morfometryczne pszenżyta jarego (tab. 1). Odmienne wyniki otrzymano wcześniej w doświadczeniach wazonowych z pszenżytem i jęczmieniem, w których stwierdzono istotne wydłużenie źdźbła pod wpływem GA_3 [Nogalska i Czapla 2002, 2005]. Natomiast badania Czapli i in. [2000] wskazują na istotne skrócenie długości źdźbła pszenżyta pod wpływem GA_3 i NAA. W badaniach własnych, w pierwszym roku doświadczenia polowego, dopiero zastosowanie mieszanek regulatorów z siarczanem magnezu, szczególnie NAA i GA_3 , spowodowało istotne wydłużenie źdźbła w porównaniu z obiektami z czystymi regulatorami. W pierwszych dwóch latach doświadczenia w większości obiektów z regulatorami wzrostu i ich mieszanek stwierdzono zwiększenie liczby ziaren w kłosie przy jednoczesnym wzroście jego długości (w porównaniu z obiektem kontrolnym). Przeciwny efekt działania regulatorów i ich mieszanek z siarczanem magnezu uzyskano w trzecim roku doświadczenia. Dlatego też, biorąc pod uwagę średnie z 3 lat, nie stwierdzono większego wpływu regulatorów wzrostu i ich mieszanek z siarczanem magnezu na długość źdźbła, kłosa oraz liczbę ziaren w kłosie pszenżyta.

Wyniki trzyletniego doświadczenia polowego wskazują na niewielki wpływ regulatorów wzrostu i ich mieszanek z siarczanem magnezu na masę poszczególnych organów pszenżyta jarego (tab. 2). W pierwszym roku badań stwierdzono tendencję do wzrostu masy ziarna i całkowitej masy nadziemnej pod wpływem kwasu indolilo-3-masłowego, przy jednoczesnym gorszym wypełnieniu ziarniaków, w porównaniu z obiektem kontrolnym. Biorąc pod uwagę średnie z 1999 roku, wszystkie regulatory ograniczały wypełnianie ziarniaków pszenżyta w porównaniu z kontrolą. Poprawę dorodności ziarniaków uzyskano pod wpływem NAA + Mg, co jest efektem współdziałania tego regulatora z siarczanem magnezu. Natomiast triacontanol i benzyloaminopuryna stosowane w mieszanek z siarczanem magnezu spowodowały istotny spadek masy tysiąca ziaren pszenżyta w porównaniu z obiektami z czystymi regulatorami.

W drugim roku badań (2000) wszystkie regulatory wzrostu spowodowały przyrost (nie potwierdzony statystycznie) masy ziarna i masy tysiąca ziaren w porównaniu z obiektem kontrolnym. Największy przyrost masy ziarna stwierdzono pod wpływem NAA i GA_3 odpowiednio o ok. 20 i 15%, a MTZ pod wpływem GA_3 i IBA o 12 i 11%.

W porównaniu z pozostałymi regulatorami wzrostu istotny przyrost całkowitej masy nadziemnej pszenżyta jarego uzyskano po zastosowaniu NAA.

Tabela 1. Niektóre cechy morfologiczne pszenżyta jarego
Table 1. Some morphological traits of spring triticale plants

Regulator wzrostu Growth regulator	1999		2000		2001		Średnia – Mean		
	długość żdźbła culm length cm	liczba ziarn w kłosie no of grain per ear	długość żdźbła culm length cm	liczba ziarn w kłosie no of grain per ear	długość żdźbła culm length cm	liczba ziarn w kłosie no of grain per ear	długość żdźbła culm length cm	liczba ziarn w kłosie no of grain per ear	
Kontrola – Control	84,3	35,4	84,6	34,3	105,5	45,8	91,5	38,5	
IBA	85,5	37,6	82,8	33,2	105,5	46,2	91,3	39,0	
IBA + Mg	84,9	37,1	84,3	33,9	104,8	39,9	91,3	37,0	
TRIA	85,9	36,8	83,6	34,5	103,1	40,9	90,9	37,4	
TRIA + Mg	84,9	34,1	85,4	34,9	104,5	38,2	91,6	35,7	
BAP	84,6	34,8	83,5	33,8	102,4	38,0	90,2	35,5	
BAP + Mg	86,1	36,5	86,4	35,9	101,9	39,8	91,5	37,4	
NAA	83,3	33,3	87,9	36,3	105,1	37,5	92,1	35,7	
NAA + Mg	87,2	37,1	87,2	37,7	104,4	41,2	92,9	38,7	
GA ₃	83,4	34,0	87,1	35,1	102,8	42,6	91,1	37,2	
GA ₃ + Mg	88,5	38,7	86,4	37,1	104,2	39,2	93,0	38,3	
x dla a x for a	IBA	85,2	37,4	83,6	33,6	105,2	43,1	91,3	38,0
	TRIA	85,4	35,5	84,5	34,7	103,8	39,6	91,2	36,6
	BAP	85,4	35,7	85,0	34,9	102,2	38,9	90,8	36,5
	NAA	85,3	35,2	87,6	37,0	104,8	39,4	92,5	37,2
	GA ₃	86,0	36,4	86,8	36,1	103,5	40,9	92,1	37,8
x dla b x for b	NPK	84,5	35,3	85,0	34,6	103,8	41,0	91,1	37,0
	NPK + Mg	86,3	36,7	85,9	35,9	104,0	39,7	92,1	37,4
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:									
	a	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns
	b	1,7	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns
interakcji – interaction:									
	a x b	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns

ni – ns – różnica nieistotna – non-significant difference

a – regulator wzrostu – growth regulator

b – mieszanka regulatora wzrostu z siarczanem magnezu – combination of growth regulator with magnesium sulphate

W trzecim roku badań (2001) istotny przyrost masy nadziemnej stwierdzono po zastosowaniu IBA i GA₃, jednak w porównaniu z kontrolą wszystkie regulatory zmniejszyły masę nadziemną pszenżyta, a także masę ziarna w przeliczeniu na żdźbło produktywne. Należy jednak zauważyć, że w porównaniu z kontrolą zastosowanie regulatorów wzrostu (oprócz TRIA) zwiększało masę tysiąca ziaren.

Tabela 2. Masa nadziemnych organów pszenżyta jarego, g-żdzębło produktywne⁻¹ (15% wilgotności)
 Table 2. Weight of above-ground organs of spring triticale, g per productive culm (15% moisture)

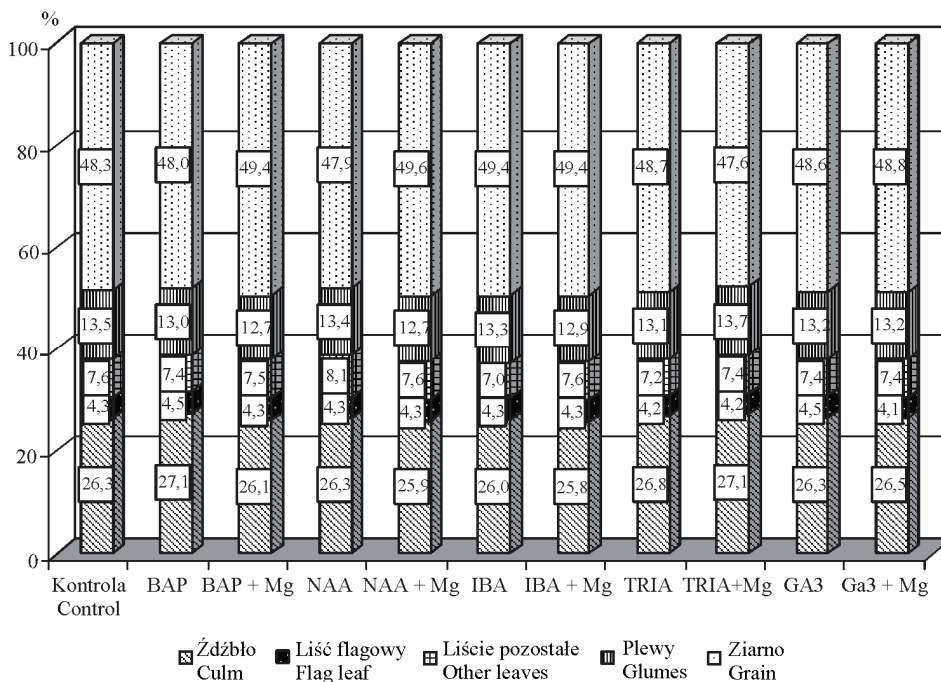
Regulator wzrostu Growth regulator	Żdzębło Culm	Ziarno Grain	Całkowita masa nadziemna Total above-ground weight	Masa 1000 ziaren 1000 grain weight
1999				
Kontrola – Control	0,79	1,61	3,23	45,48
	IBA	0,80	1,66	44,44
x dla a	TRIA	0,80	1,59	44,69
x for a	BAP	0,80	1,61	45,03
	NAA	0,77	1,58	44,71
	GA ₃	0,79	1,61	44,30
x dla b		0,78	1,58	44,80
x for b		0,80	1,63	44,46
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:				
a	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns
b	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns
interakcji – interaction a x b	ni – ns	ni – ns	ni – ns	0,50
2000				
Kontrola – Control	0,66	1,32	2,58	38,48
	IBA	0,66	1,43	42,62
x dla a	TRIA	0,69	1,41	40,63
x dla a	BAP	0,70	1,44	41,32
	NAA	0,72	1,58	42,57
	GA ₃	0,71	1,52	43,12
x dla b		0,70	1,44	42,15
x for b		0,69	1,51	41,95
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:				
a	ni – ns	ni – ns	0,13	ni – ns
b	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns
interakcji – interaction a x b	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns
2001				
Kontrola – Control	1,15	1,76	4,00	38,43
	IBA	1,13	1,72	39,91
x dla a	TRIA	1,10	1,51	38,18
x dla a	BAP	1,05	1,54	39,60
	NAA	1,11	1,62	41,00
	GA ₃	1,17	1,67	40,83
x dla b		1,11	1,62	39,59
x for b		1,10	1,60	40,21
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:				
a	ni – ns	ni – ns	0,14	ni – ns
b	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns
interakcji – interaction a x b	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns
Średnia – Mean				
Kontrola – Control	0,87	1,56	3,27	40,80
	IBA	0,86	1,60	42,32
x dla a	TRIA	0,86	1,50	41,17
x dla a	BAP	0,85	1,53	41,98
	NAA	0,87	1,59	42,76
	GA ₃	0,89	1,60	42,42
x dla b		0,86	1,55	42,05
x for b		0,87	1,58	42,21
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:				
a	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns
b	ni – ns	0,10	ni – ns	ni – ns
interakcji – interaction a x b	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns

objaśnienia jak w tabeli 1 – for explanations, see Table 1

Średnie z 3 lat wskazują na istotny przyrost masy ziarna pod wpływem mieszanek regulatorów wzrostu (IBA i GA₃) z siarczanem magnezu. W porównaniu z obiektem kontrolnym zarysowała się tendencja do wzrostu całkowitej masy nadziemnej pszenżyta w obiektach z IBA, NAA i GA₃. Wzrost ten był spowodowany korzystnym wpływem NAA i GA₃ na masę źdźbła, liści i ziarna. Wcześniejsze wyniki badań Nogalskiej i Czaplą [2002] wskazują, że regulatory wzrostu zwiększyły masę ziarna jęczmienia, natomiast ograniczyły masę ziarna pszenżyta [Nogalska i Czaplą 2005]. Inne badania [Wójcik i Majewski 1991, Chaplot i in. 1992, Mehra i Kamal 1995] wykazały, że oprysk roztworem kwasu- α -naftylooctowego powodował wytworzenie wyższego plonu nasion.

Średnie wyniki doświadczenia wskazują na korzystny wpływ regulatorów wzrostu na MTZ pszenżyta jarego. W największym stopniu masę tysiąca ziaren zwiększał NAA – o około 5% w porównaniu z obiektem kontrolnym. Z badań Klasy i in. [1996] wynika, że syntetyczne auksyny lub ich mieszaniny w wielu przypadkach niekorzystnie wpływały na masę 1000 nasion bobiku. Natomiast badania Czaplą i in. [2000] wskazują na korzystny wpływ regulatorów wzrostu na MTZ pszenżyta jarego, zwłaszcza BAP i GA₃.

Wpływ zastosowanych regulatorów wzrostu i ich mieszanek z siarczanem magnezu na procentowy udział poszczególnych organów pszenżyta jarego w jego masie nadziemnej przedstawiono na rysunku 1 (średnie z trzech lat).



Rys. 1. Procentowy udział poszczególnych organów w biomacie pszenżyta jarego (1999-2001)
Fig. 1. Percentage of respective organs in the biomass of spring triticale plants (1999-2001)

W porównaniu z obiektem kontrolnym udział ziarna w biomacie pszenżyta zwiększał się pod wpływem IBA, TRIA i GA₃, przy czym korzystniej wpływało stosowanie

mieszanek z siarczanem magnezu. Jedynie w obiekcie z TRIA + Mg zanotowano spadek udziału ziarna z jednoczesnym wzrostem udziału źdźbła i plew pszenżyta. Podobne wyniki otrzymano w doświadczeniu wazonowym z jęczmieniem, w którym większość regulatorów korzystnie oddziaływała na udział ziarna w jego biomacie [Nogalska i Czapla 2002]. Sivakumar i in. [2001] stwierdzili, że pod wpływem IBA zdecydowanie zwiększa się udział ziarna w przeliczeniu na jeden kłos w porównaniu z roślinami kontrolnymi. Przeciwnie wyniki uzyskano w doświadczeniu wazonowym z pszenżytem [Nogalska i Czapla 2005], zastosowanie regulatorów wzrostu, a szczególnie ich mieszanek z siarczanem magnezu, ograniczyło udział ziarna w masie nadziemnej.

WNIOSKI

1. Uzyskane wyniki wskazują na niewielki wpływ regulatorów wzrostu i ich mieszanek z siarczanem magnezu na cechy morfometryczne i masę badanych organów pszenżyta jarego.

2. Większość zastosowanych regulatorów wzrostu, a szczególnie ich mieszanek z siarczanem magnezu zwiększyła udział ziarna w całkowitej masie nadziemnej pszenżyta jarego.

PIŚMIENNICTWO

- Aufhammer W., Federolf K.G., 1992. Auswirkungen Von Saatgutbehandlungen mit Wirkstoffen auf Entwicklung von Winterhartweizen (T. Durum). *Bodenkultur* 43, 99-107.
- Chaplot P.C., Bhatnagar G.S., Porwal M.K., 1992. Effect of plant growth regulators on black gram, green gram and soybean. *Ind. J. of Tropical Agric.* 10(1), 72-74.
- Czapla J., Benedycka Z., Nowak G.A., Wenta K., 2000. Yield and nitrogen management of spring triticale plants in relation to plant growth regulator application. *Natur. Sci.* 5, 8-19.
- Czapla J., Nogalska A., Stasiulewicz L., 2003. Działanie syntetycznych auksyn na plonowanie i gospodarkę mineralną soi. *Acta. Sci. Pol., Agricultura* 2(1), 123-131.
- Harms H., Nowak G., 1990. Effect of foliar applied nitrogen and kinetin on nitrogen redistribution during growth in wheat. I. Grain growth, accumulation and redistribution of nitrogen. *Angew. Bot.* 64, 253-260.
- Klasa A., Nowak G., Wierzbowska J., Gotkiewicz M., 1996. Wpływ niektórych regulatorów wzrostu i ich mieszanin na plonowanie i skład chemiczny bobiku (*Vicia faba* var. Minor Harz). *Cz. I. Wpływ inhibitora transportu auksyny (TIBA) i syntetycznych auksyn (IBA i NAA) na plonowanie oraz gospodarkę azotową i fosforową.* *Biul. IHAR* 197, 235-245.
- Koc J., Szymczyk S., Sienkiewicz S., Wojnowska T., 1994. Wpływ jakości gleby agrotechniki na zawartość i pobieranie Mg przez pszenżyto jare. *Biul. Magnezol.* 3, 37-44.
- Mehra P., Kamal R., 1995. Effect of fertilizers and foliar sprays on yield and diosgenin content of fennugreek. *Adv. Plant Sci.* 8(1), 71-77.
- Nogalska A., Czapla J., 2002. Plonowanie jęczmienia jarego w zależności od stosowania regulatorów wzrostu i ich mieszanek z siarczanem magnezu. *Pol. J. Natur. Sci.* 12(3), 37-51.
- Nogalska A., Czapla J., 2005. Wpływ regulatorów wzrostu i ich mieszanek z siarczanem magnezu na plonowanie pszenżyta jarego. *J. Elementol.* 10 (1), 73-83.
- Nowak G., Czapla J., 1996. Gospodarka mineralna gryki w zależności od nawożenia magnezem i stosowania benzyloaminopuryny (BAP). *Biul. Magnezol.* 1/2(8), 5-11.
- Sienkiewicz S., 1994. Reakcja zbóż na nawożenie magnezem. *Biul. Magnezol.* 5, 36-39.
- Sivakumar T., Virendranath, Srivastava G.C., 2001. Effects of Benzyl Adenine and Abscisic Acid on Grain Yield and Yield Components in Triticale and Wheat. *J. Agron. Crop Sci.* 186, 43-46.

Wójcik S., Majewski K., 1991. Effect of selected growth simulators on biometric features and on crop yield of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*). *Fagopyrum*. 11, 47-50.

SPRING TRITICALE YIELD AS DEPENDENT UPON GROWTH REGULATORS, APPLIED ALONE OR IN COMBINATIONS WITH MAGNESIUM SULPHATE

Abstract. The effects of growth regulators, applied alone or in combinations with magnesium sulphate, on the yield of 'Gabo' spring triticale were studied in a three-year field experiment. Growth regulators: 3-indolebutyric acid (IBA), α -naphthylacetic acid (NAA), triacontanol (TRIA), benzylaminopurine (BAP) and gibberellic acid (GA_3) were applied as foliar fertilizers, alone or in combinations with a 5% aqueous solution of magnesium sulphate, twice in the growing season of spring triticale – at the stage of earing and right before flowering. In the first year of the experiment the growth regulators applied with magnesium sulphate caused a significant stem elongation. An interaction was also found between growth regulators and magnesium sulphate (a significant increase in thousand grain weight under the influence of NAA + Mg, and a significant decrease in thousand grain weight in triticale under the influence of triacontanol and benzylaminopurine + magnesium sulphate). In the second and third year of the experiment some growth regulators (NAA, IBA and GA_3) caused a significant increase in the total aboveground weight of triticale plants. Means of three years indicate a significant increase in grain weight caused by IBA and GA_3 applied in combinations with magnesium sulphate. Most of the growth regulators used in the study, especially when applied together with magnesium sulphate, increased the proportion of grain in the total aboveground weight of spring triticale plants.

Key words: triticale, yield, growth regulators

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 15.08.2005