

Received: 21.07.2021 / Accepted: 15.09.2021

ARTYKUŁ ORYGINALNY

Możliwość łącznego stosowania herbicydów z regulatorami wzrostu w uprawie jęczmienia jarego

Possibility of joint application of herbicides with growth regulators in spring barley

Renata Kieloch^{A*}, Katarzyna Marczevska-Kolasa^B

Streszczenie

W latach 2015–2016 wykonano doświadczenia polowe nad oceną możliwości stosowania mieszanin herbicydów Starane 250 EC (fluroksypyr) i Dragon 450 WG (florasulam + aminopyralid) z regulatorami wzrostu Moddus 250 EC (trineksapak etylu) i Manipulator SL (chlormekwatu) w jęczmieniu jarym. Każdą z nich stosowano w dwóch terminach: 1. w fazie krzewienia (BBCH 25–26), 2. w fazie 1-go kolanka (BBCH 31) jęczmienia jarego. Skuteczność chwastobójcza badanych mieszanin zależała od zachwaszczenia oraz terminu oprysku. Gatunki średnio wrażliwe na badane herbicydy, były w słabym stopniu niszczone, gdy zabieg wykonano w fazie BBCH 31. Testowane mieszaniny wyraźnie ograniczały wysokość roślin jęczmienia jarego, przy czym najlepsze efekty uzyskano dla mieszaniny Dragon 450 WG + Manipulator SL stosowanej w fazie krzewienia. Badane mieszaniny herbicydów i regulatorów wzrostu przyczyniły się do znaczącego wzrostu plonu ziarna jęczmienia jarego. Najniższy przyrost plonu w porównaniu z kontrolą osiągnięto po zastosowaniu mieszanin herbicydu Starane 250 EC z badanymi regulatorami wzrostu w fazie BBCH 31, co wynikało ze słabego zwalczania chwastów na tych obiektach.

Słowa kluczowe: herbicyd, bioregulator, zniszczenie chwastów, wysokość roślin, plon ziarna

Abstract

In 2015–2016 field experiments were carried out to evaluate the possibility of the mixtures of herbicides Starane 250 EC (fluroxypyr) and Dragon 450 WG (florasulam + aminopyralide) with growth regulators Moddus 250 EC (trineksapak-ethyl) and Manipulator SL (chlormequat chloride) application in spring barley. Each of them was used in two terms: 1. in stage of tillering (BBCH 25–26), 2. in stage of 1-st node (BBCH 31) of spring barley. Weed control effect of the examined mixtures depended on weed infestation and term of spraying. Moderately sensitive to the tested herbicides weed species were controlled in low degree when spraying was performed at the growth stage BBCH 31. The investigated mixtures reduced height of spring barley plants markedly where the best results were noted for the mixture Dragon 450 WG + Manipulator SL applied in growth stage of tillering. The examined mixtures contributed to significant grain yield increase of spring barley. The lowest yield increase as compared to control was achieved where herbicide Starane 250 EC with growth regulators was applied in the BBCH 31 stage. It was due to poor weed control at these objects.

Key words: herbicide, retardant, weed control, plant height, grain yield

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
Orzechowa 61, 50-540 Wrocław
*corresponding author: r.kieloch@iung.wroclaw.pl
ORCID: ^A0000-0001-7411-1115, ^B0000-0001-5625-5991

Wstęp / Introduction

Względy ekonomiczno-organizacyjne wciąż odgrywają istotną rolę w produkcji rolnej, co skłania producentów rolnych do podejmowania działań mających na celu obniżenie kosztów wytworzenia surowca. Nakłady ponoszone na ochronę upraw przed agrofagami stanowią znaczną pozycję w wydatkach gospodarstwa rolnego. W celu ich ograniczenia często stosowaną praktyką jest łączna aplikacja agrochemikaliów o różnym działaniu w jednym zabiegu. Pozwala to zredukować liczbę przeprowadzanych zabiegów, co zmniejsza koszty ochrony, usprawnia organizację prac w gospodarstwie i jest korzystne dla środowiska glebowego dzięki ograniczeniu ugniatania gleby w czasie przejazdu ciągnika z opryskiwaczem (Pruszyński 2020). Umożliwia też jednoczesne zwalczanie różnego rodzaju agrofagów oraz uzyskanie innych korzystnych efektów dla wzrostu i rozwoju roślin, jak np. zaopatrzenie w składniki odżywcze, wzrost odporności na stresy biotyczne i abiotyczne. Tematyka łącznej aplikacji agrochemikaliów jest przedmiotem wielu badań naukowych, w których testuje się nie tylko mieszaniny samych pestycydów, lecz również tychże środków z adiuwantami, nawozami, biostymulatorami, bądź regulatorami wzrostu (Delchev 2011; Domaradzki i Wróbel 2012; Miziniak i Piszczek 2015; Grychowski i wsp. 2018; Miziniak i wsp. 2018; Tkalic i wsp. 2018).

Zabiegi ochrony roślin mają na celu zapobieganie stratom w plonach powstałym na skutek działania agrofagów poprzez stosowanie pestycydów, jak również poprawiać kondycję roślin zwiększając m.in. ich odporność na patogeny lub na wyleganie. Celem stosowania herbicydów jest zminimalizowanie konkurencyjnego działania chwastów na roślinę uprawną. Z kolei regulatory wzrostu redukują wysokość roślin, poprawiają krzewistość i pogrubienie źdźbeł zapobiegając w ten sposób wyleganiu i konsekwencjom z niego wynikającym. Głównym problemem w łącznym stosowaniu tych środków jest zoptymalizowanie terminu wykonania zabiegu, aby jednocześnie osiągnąć zadowalający efekt chwastobójczy i zapobiegający wyleganiu roślin.

Praktyka rolnicza oraz badania naukowe wskazują, że łączenie agrochemikaliów w jednym zabiegu przynosi wymierne korzyści. Jednak nie zawsze zastosowane mieszaniny są w podobnym stopniu efektywne w działaniu w porównaniu do środków aplikowanych samodzielnie lub bezpieczne dla rośliny uprawnej (Delchev 2016; Haliniarz i wsp. 2018; Meyer i wsp. 2020). Składniki mieszaniny zbiornikowej mogą wykazywać działanie synergistyczne, kiedy to działanie obu substancji jest wzajemnie wzmacniające, a osiągnięty efekt lepszy niż dla każdej z nich zastosowanej oddzielnie. Może również wystąpić antagonizm, w czasie którego oba składniki działają w mieszaninie słabiej niż w oddzielnych aplikacjach. Mając na celu osiągnięcie maksymalnych korzyści wynikających ze stosowania mieszanin agrochemikaliów, potrzebna jest wiedza czy można konkretne produkty ze sobą połączyć.

Zakłada się, że stosując mieszaniny zbiornikowe niektórych herbicydów z regulatorami wzrostu można osiągnąć podobne rezultaty w zwalczaniu chwastów i ograniczaniu wylegania, jak w przypadku rozdzielnej aplikacji tych środków.

Celem badań była ocena możliwości łącznego stosowania wybranych herbicydów i regulatorów wzrostu w uprawie jęczmienia jarego.

Materiały i metody / Materials and methods

Doświadczenia przeprowadzono w latach 2015–2016 na polu doświadczalnym jęczmienia jarego zlokalizowanym w okolicach Wrocławia, na czarnej ziemi o pH 6,1 i zawartości materii organicznej 2,8%. Założono je w układzie losowanych bloków w czterech powtórzeniach. Powierzchnia pojedynczego poletka doświadczalnego wynosiła 16 m². Jęczmień jary odmiany Conchita wysiano na przełomie marca i kwietnia w ilości 300 ziarniaków na 1 m². Nawożenie w każdym roku badań wynosiło: N – 130 kg/ha, P₂O₅ – 50 kg/ha, K₂O – 70 kg/ha.

W badaniach oceniono łączne działanie następujących mieszanin herbicydów z bioregulatorami:

1. Dragon 450 WG (aminopyralid 300 g/kg + florasulam 150 g/kg) + Moddus 250 EC (trineksapak etylu 250 g/l) w dawkach 33,3 g/ha + 0,4 l/ha,
2. Dragon 450 WG + Manipulator SL (chlorek chlormekwatu 620 g/l) w dawkach 33,3 g/ha + 1,25 l/ha,
3. Starane 250 EC (fluroksypyr 250 g/l) + Moddus 250 EC w dawkach 0,8 l/ha + 0,4 l/ha,
4. Starane 250 EC + Manipulator SL w dawkach 0,8 l/ha + 1,25 l/ha.

Każdą z ocenianych mieszanin zastosowano w fazie pełni krzewienia jęczmienia jarego (BBCH 25–26) oraz w fazie 1-go kolanka (BBCH 31). W doświadczeniu uwzględniono również obiekty z rozdzielną aplikacją tych środków. W tych przypadkach w pierwszej kolejności aplikowano herbicydy (BBCH 25–26), a następnie poletka opryskano bioregulatorami (w fazie BBCH 31). Zabiegi wykonano opryskiwaczem plecakowym „Gloria” wyposażonym w cztery płaskostrumieniowe dysze TeeJet 11003 VS, pracującym ze stałym ciśnieniem 0,25 MPa, uzyskując wydatek cieczy roboczej 250 l/ha.

Po upływie jednego tygodnia od oprysku wykonano ocenę fitotoksyczności badanych mieszanin posługując się skalą 1 : 9, gdzie 1 – oznacza brak uszkodzeń, a 9 – całkowite zniszczenie rośliny uprawnej. Trzy tygodnie po opryskaniu roślin wykonano szacunkową analizę zachwaszczenia, oceniając zniszczenie każdego gatunku chwastu w porównaniu do nieopryskanej kontroli. Po wykłoszeniu jęczmienia jarego wykonano pomiary wysokości roślin, mierząc rośliny od powierzchni gruntu do końca kłosa. Krótko przed zbiorem przeprowadzono ocenę wylegania łanu posługując się skalą

5-stopniową, gdzie 1 – oznacza brak wylegania, a 5 – całkowite wyleganie łanu.

W fazie dojrzałości pełnej przeprowadzono zbiór ziarna kombajnem poletkowym Nurserymaster Elite Z 035 firmy Winterseiger i określono plon w przeliczeniu na 14% wilgotności. Uzyskane wartości wysokości roślin i plonu ziarna poddano analizie wariancji, w czasie której oznaczono istotność różnic na poziomie istotności $p \leq 0,05$. Obliczenia statystyczne wykonano w programie Statgraphic 2.0.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Przebieg pogody w sezonach wegetacyjnych nie różnił się znacząco w latach badań (tab. 1). Zapas wilgoci w glebie i temperatury powietrza w pierwszej połowie kwietnia sprzyjały kiełkowaniu i wschodom roślin jęczmienia jarego. Kwiecień i maj były ubogie w opady deszczu, nieco wyższe opady zanotowano w okresie od czerwca do sierpnia. Generalnie, biorąc pod uwagę sumę opadów za cały okres badawczy, były to lata raczej suche, nie na tyle jednak, aby miało to ujemny skutek na uzyskanym plonie ziarna i ograniczyło działanie badanych środków. Temperatura powietrza w poszczególnych miesiącach omawianego okresu kształtowała się na umiarkowanym poziomie. W roku 2015, wyraźny wzrost temperatur nastąpił w trzeciej dekadzie kwietnia i skutkowało to szybszym tempem wzrostu jęczmienia jarego. Z kolei w roku 2016, pierwsza dekada kwietnia była dość ciepła, po czym nastąpiło obniżenie temperatury, które utrzymywało się do końca kwietnia.

Doświadczenia różniły się w latach badań pod względem składu gatunkowego oraz liczebności chwastów występujących na poletkach (tab. 2). W pierwszym roku badań (2015 r.) zachwaszczenie było bardzo ubogie pod względem liczby gatunków i ograniczało się do czterech taksonów. Na poletkach dominowały: *Chenopodium album* L. (24 szt./m²) i *Polygonum persicaria* L. (21 szt./m²). Oprócz wymienionych występowały również *Brassica napus* (samosiewy) w liczbie 11 szt./m² oraz *Galium aparine* (7 szt./m²). W kolejnym sezonie wegetacyjnym (2016 r.) najbardziej licznym taksonem był *Viola arvensis* Murr. (26 szt./m²). Gatunki, takie jak *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. i *Ch. album* wy-

stępowały w liczbie 9 szt./m², zaś liczebność pozostałych, tj. *Centaurea cyanus* L., *Erodium cicutarium* (L.) L'Her., *Geranium pusillum* L., *Matricaria inodora* L. i *Veronica persica* Poir. kształtowała się w granicach 4–6 szt./m².

Ze względu na zróżnicowany stan zachwaszczenia w analizowanych sezonach wegetacyjnych stwierdzono różnice w stopniu zniszczenia chwastów pomiędzy latami badań (tab. 2). Wysoka wrażliwość na użyte herbicydy trzech gatunków chwastów (*B. napus*, *P. persicaria* i *G. aparine*), które występowały na poletkach doświadczalnych w sezonie 2015 przyczyniła się do uzyskania wysokiej skuteczności chwastobójczej (91–98%) na badanych obiektach, niezależnie od sposobu aplikacji herbicydów i regulatorów wzrostu. Gatunkiem średnio wrażliwym na herbicyd Starane 250 EC był *Ch. album*, a jego zniszczenie było nieco słabsze, gdy mieszaniny tego środka z regulatorami wzrostu zastosowano w późniejszym terminie. W kolejnym sezonie badawczym skuteczność chwastobójcza wykonanych zabiegów była dużo niższa niż w roku poprzednim, co było spowodowane większą tolerancją większości występujących na polu gatunków chwastów na działanie badanych herbicydów. Na poletkach opryskiwanych w późniejszym terminie mieszaniną herbicydu Dragon 450 WG z badanymi regulatorami wzrostu zniszczenie takich gatunków, jak: *V. arvensis*, *C. cyanus*, *E. cicutarium* i *V. persica* było dużo słabsze w porównaniu z tym, jakie osiągnięto na poletkach opryskiwanych w fazie krzewienia. W przypadku mieszanin środka Starane 250 EC, podobną zależność stwierdzono ponadto dla *C. bursa-pastoris*, *G. pusillum*, *M. inodora* oraz *Ch. album* (tylko mieszanina z regulatorem wzrostu Manipulator SL).

Zaobserwowane w przeprowadzonym doświadczeniu słabsze zniszczenie chwastów na niektórych obiektach wynikało z zaawansowanej fazy rozwojowej chwastów w momencie wykonywania oprysków (tab. 3). Najlepsze rezultaty chwastobójcze uzyskuje się, gdy chwasty zostaną wyeliminowane z upraw jak najwcześniej, gdy są na tyle młode, że wykazują wysoką podatność na herbicydy (Kiełoch i Domaradzki 2011). Wraz z upływem czasu, wrażliwość chwastów na herbicydy maleje, przy czym zależy to od indywidualnej reakcji zwalczanego gatunku na zastosowany herbicyd, co też zostało wykazane w przeprowadzo-

Tabela 1. Temperatury i opady w okresie eksperymentalnym
Table 1. Temperatures and precipitations during experimental period

Rok Year	Parametry – Parameter	Miesiąc – Month					
		III	IV	V	VI	VII	VIII
2015	temperatura – temperature	5,4	9,0	13,4	16,8	20,2	22,0
	opad – precipitation	22,5	17,8	30,5	54,8	68,2	45,1
2016	temperatura – temperature	4,8	8,8	15,0	18,0	18,6	19,3
	opad – precipitation	38,3	34,9	25,7	55,6	89,8	60,2

Tabela 2. Wpływ sposobu aplikacji herbicydów i regulatorów wzrostu na zniszczenie chwastów w jęczmieniu jarym
Table 2. The effect of application method of herbicides and growth regulators on weed control in spring barley

Obiekty Treatments	Faza rozwojowa Growth stage (BBCH)	Zniszczenie chwastów – Weed control [%]											
		2015				2016							
		<i>Chenopodium album</i>	<i>Brassica napus</i>	<i>Polygonum persicaria</i>	<i>Galium aparine</i>	<i>Viola arvensis</i>	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Geranium pusillum</i>	<i>Centaurea cyanus</i>	<i>Matricaria inodora</i>	<i>Erodium cicutarium</i>	<i>Veronica persica</i>
Kontrola Untreated check	–	24	11	21	7	26	9	9	4	6	5	5	5
Dragon 450 WG + Moddus 250 EC	25–26	90	99	100	93	75	90	90	82	90	90	62	85
Dragon 450 WG + Manipulator SL	25–26	98	98	100	96	78	90	90	90	90	90	65	80
Starane 250 EC + Moddus 250 EC	25–26	82	100	96	98	55	90	80	83	90	82	69	65
Starane 250 EC + Manipulator SL	25–26	83	99	95	99	58	86	75	82	85	74	67	60
Dragon 450 WG + Moddus 250 EC	31	85	96	100	98	60	90	90	75	70	90	30	60
Dragon 450 WG + Manipulator SL	31	88	99	98	97	60	90	90	85	66	90	30	62
Starane 250 EC + Moddus 250 EC	31	75	95	97	99	45	70	75	69	60	58	62	65
Starane 250 EC + Manipulator SL	31	70	94	94	100	45	70	63	58	63	60	60	65
Dragon 450 WG/ Moddus 250 EC	25–26 31	86	99	94	95	68	90	88	68	86	90	60	65
Dragon 450 WG/ Manipulator SL	25–26 31	87	99	94	94	59	90	85	80	90	90	50	60
Starane 250 EC/ Moddus 250 EC	25–26 31	80	99	96	97	40	85	78	84	90	82	68	60
Starane 250 EC/ Manipulator SL	25–26 31	82	96	98	98	48	82	74	88	82	78	62	75

Tabela 3. Fazy rozwojowe chwastów w czasie zabiegów
Table 3. Weeds growth stages at the time of treatment

Rok Year	Gatunki chwastów Weed species	Termin zabiegu – Term of treatment	
		krzewienie jęczmienia jarego tillering of spring barley	1–2 kolanka jęczmienia jarego 1–2 node of spring barley
2015	<i>Chenopodium album</i>	BBCH 12–14	BBCH 18
	<i>Brassica napus</i>	BBCH 12–14	BBCH 18
	<i>Polygonum persicaria</i>	BBCH 12–14	BBCH 18
	<i>Galium aparine</i>	BBCH 11	BBCH 15–16
2016	<i>Viola arvensis</i>	BBCH 14–16	BBCH 18–20
	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	BBCH 14–16	BBCH 18–20
	<i>Chenopodium album</i>	BBCH 12–14	BBCH 18
	<i>Geranium pusillum</i>	BBCH 11–12	BBCH 14–16
	<i>Centaurea cyanus</i>	BBCH 12–14	BBCH 16–18
	<i>Matricaria inodora</i>	BBCH 12–14	BBCH 18–20
	<i>Erodium cicutarium</i>	BBCH 11–12	BBCH 14–16
	<i>Veronica persica</i>	BBCH 12–14	BBCH 21

nych doświadczeniach. Obserwowany spadek skuteczności zwalczania chwastów wynikający z późniejszego przeprowadzenia zabiegu był bardziej wyraźny dla mieszanin herbicydu Starane 250 EC z regulatorami wzrostu. Za taki stan rzeczy może odpowiadać zarówno reakcja niektórych gatunków chwastów na późniejszy oprysk, jak również fakt, że wiele gatunków było średnio wrażliwych lub odpornych nawet na wcześniej wykonany zabieg. W takim przypadku, opóźnienie aplikacji mieszanin skutkowało słabym działaniem herbicydu.

Stosowane mieszaniny zbiornikowe herbicydów i regulatorów wzrostu powinny być efektywne w redukowaniu wysokości roślin, co ma na celu ograniczenie wystąpienia wylegania. W okresie prowadzenia badania nie zaobserwowano wylegania roślin, w związku z czym trudno jest wykazać wpływ ocenianych mieszanin na ograniczenie wy-

legania (tab. 4). W obu sezonach wegetacyjnych, wszystkie badane mieszaniny herbicydów i regulatorów wzrostu istotnie redukowały wysokość roślin jęczmienia jarego, niezależnie od terminu i sposobu aplikacji (tab. 4). Najbardziej efektywna w skracaniu źdźbeł okazała się mieszanina Dragon 450 WG + Manipulator SL stosowana w fazie krzewienia, a ograniczenie wysokości roślin wynosiło odpowiednio 12 i 10% w roku 2015 i 2016. Najsłabsze rezultaty osiągnięto po aplikacji mieszaniny Starane 250 EC + Moddus 250 EC w późniejszym terminie, tj. w fazie 1-go kolanka. Redukcja wzrostu roślin na tym obiekcie wynosiła odpowiednio 5 i 4% w sezonach wegetacyjnych 2015 i 2016. Wysoka skuteczność mieszanin herbicydów z regulatorami wzrostu została również wykazana w przeprowadzonych dotychczas badaniach. Zmniejszenie wysokości roślin stwierdzono m.in. dla pszenicy ozimej po zastosowaniu chlorku chloro-

Tabela 4. Wpływ sposobu aplikacji herbicydów i regulatorów wzrostu na kondycję i wysokość roślin oraz plon ziarna jęczmienia jarego
Table 4. The effect of application method of herbicides and growth regulators on plant vigour, height and grain yield of spring barley

Obiekty Treatments	Faza rozwojowa Growth stage (BBCH)	2015				2016			
		F (1 : 9)	L (1 : 5)	W [cm]	plon yield [t/ha]	F (1 : 9)	L (1 : 5)	W [cm]	plon yield [t/ha]
Kontrola Untreated check	—	1	1	67,8	5,36	1	1	66,3	5,50
Dragon 450 WG + Moddus 250 EC	25–26	1	1	62,7	5,96	1	1	61,2	6,34
Dragon 450 WG + Manipulator SL	25–26	1	1	59,7	5,85	1	1	59,6	6,01
Starane 250 EC + Moddus 250 EC	25–26	1	1	62,3	6,20	1	1	60,7	6,50
Starane 250 EC + Manipulator SL	25–26	1	1	60,2	5,86	1	1	62,4	5,98
Dragon 450 WG + Moddus 250 EC	31	1	1	65,0	5,77	1	1	62,8	6,04
Dragon 450 WG + Manipulator SL	31	1	1	65,2	5,64	1	1	60,3	5,98
Starane 250 EC + Moddus 250 EC	31	1	1	64,6	5,84	1	1	59,9	5,82
Starane 250 EC + Manipulator SL	31	1	1	64,6	5,79	1	1	62,0	5,81
Dragon 450 WG/ Moddus 250 EC	25–26 31	1	1	60,8	5,82	1	1	61,6	6,09
Dragon 450 WG/ Manipulator SL	25–26 31	1	1	62,4	5,86	1	1	60,8	6,18
Starane 250 EC/ Moddus 250 EC	25–26 31	1	1	62,3	5,84	1	1	62,3	6,13
Starane 250 EC/ Manipulator SL	25–26 31	1	1	61,5	5,96	1	1	60,4	5,99
NIR (0,05) – LSD (0,05)		—		2,45	0,252	—		1,69	0,299

F – fitotoksyczność badanych środków w skali 1 : 9, gdzie 1 – brak objawów fitotoksyczności, 9 – całkowite zniszczenie rośliny uprawnej – phytotoxicity of the examined products in scale 1 : 9, where 1 – no symptoms of phytotoxicity, 9 – total crop destruction

W – wysokość roślin – plant height, L – wyleganie roślin w skali 1 : 5, gdzie 1 – brak wylegania, 5 – całkowite wyleganie roślin – crop lodging in scale 1 : 5, where 1 – no lodging, 5 – total crop lodging

mekwatu z amidosulfuronem (Marczewska-Kolasa i Kieloch 2012), z fluoksypyrim i fungicydem (Praczyk i Filoda 2010), pinoksadenu z trineksapakiem etylu, chlorkiem chloromekwatu oraz proheksadionem wapnia (Miziniak 2014). W dwóch ostatnich wymienionych pracach autorzy ponadto dowiedli, że regulatory wzrostu zastosowane w mieszaninie skuteczniej ograniczały wzrost roślin niż aplikowane oddzielnie. W badaniach własnych skuteczność regulatorów wzrostu w mieszaninie z herbicydem była porównywalna do tej jaką uzyskano dla samodzielnej aplikacji. Podobną zależność zaobserwowano w doświadczeniu z owsem opryskanym herbicydem Biathlon 4D (tritosulfuron + florasulam) i regulatorem wzrostu Moddus 250 EC (Grychowski i wsp. 2018).

W przeprowadzonych badaniach własnych, zastosowanie mieszaniny herbicydów i regulatorów wzrostu nie spowodowało uszkodzeń roślin jęczmienia jarego (tab. 4). Wykazano również korzystny wpływ zastosowanych środków na plon ziarna jęczmienia jarego, niezależnie od sposobu aplikacji oraz terminu wykonania zabiegu. Na wszystkich opryskiwanych obiektach uzyskano istotną w porównaniu do kontroli wyższą plonowania. Najwyższe przyrosty plonu (12–18%) zanotowano dla mieszanin każdego z badanych herbicydów z regulatorem wzrostu Moddus 250 EC aplikowanych w fazie krzewienia. Najslabiej plonował jęczmień w przypadku późniejszego (faza 1-go kolanka) oprysku mieszaniną herbicydu Starane 250 EC z regulatorami wzrostu, zwłaszcza w roku 2016, co było powiązane ze słabym działaniem chwastobójczym herbicydów. Zniszczenie chwastów na obiektach opryskiwanych w fazie 1-go kolanka kształtowało się na niskim poziomie, w związku z czym konkurencja niezwalczonych roślin ograniczyła nieco przyrost plonowania jęczmienia jarego. Dodatni wpływ łącznego stosowania herbicydów z regulatorami wzrostu na wysokość plonowania uzyskano we wcześniejszych badaniach

w pszenicy ozimej (Marczewska-Kolasa i Kieloch 2012; Miziniak 2014) i pszenicy jarej (Haliniarz i wsp. 2018). Z kolei Delchev (2016) wykazał, że niektóre mieszaniny zbiornikowe herbicydów sulfonilomocznikowych z regulatorami wzrostu odbijają się niekorzystnie na plonowaniu pszenicy ozimej ze względu na antagonizm składników mieszanki, w związku z czym nie powinny być stosowane.

Wnioski / Conclusions

1. Badane mieszaniny, tj. Dragon 450 WG + Moddus 250 EC, Dragon 450 WG + Manipulator SL, Starane 250 EC + Moddus 250 EC i Starane 250 EC + Manipulator SL były selektywne dla jęczmienia jarego.
2. Skuteczność chwastobójcza ocenianych mieszanin zależała od stanu zachwaszczenia oraz terminu ich stosowania. Gatunki średnio wrażliwe na badane środki chwastobójcze były niszczone w słabym stopniu, gdy mieszaniny z regulatorami wzrostu aplikowano w późniejszym terminie.
3. Zaobserwowano wyraźną redukcję wysokości roślin jęczmienia jarego pod wpływem badanych mieszanin, przy czym najefektywniej wzrost roślin ograniczała mieszanina Dragon 450 WG + Manipulator SL stosowana w fazie krzewienia.
4. Badane mieszaniny herbicydów i regulatorów wzrostu przyczyniły się do znacznego wzrostu plonowania jęczmienia jarego, niezależnie od terminu aplikacji. Najslabszy przyrost plonu zanotowano dla mieszanin herbicydu Starane 250 EC z ocenianymi regulatorami wzrostu stosowanymi w późniejszym terminie, tj. w fazie 1-go kolanka, co było powiązane ze słabszym zniszczeniem chwastów.

Literatura / References

- Delchev G. 2011. Impact of mixtures between retardants and combined herbicides on the sowing properties of the durum wheat. *Agricultural Science and Technology* 3 (2): 117–120.
- Delchev G. 2016. Stability valuation of some mixtures between retardants and antibroadleaved herbicides for the grain yield of durum wheat. *Scientific Papers, Series A, Agronomy*, LIX: 261–265.
- Domaradzki K., Wróbel S. 2012. Wpływ łączenia ochrony herbicydowej oraz dokarmiania mikroelementami na jakość plonu korzeni buraka cukrowego. [Influence of combined herbicide protection and microelements fertilization to yield parameters of sugar beet roots]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 52 (4): 1147–1150. DOI: 10.14199/ppp-2012-197
- Grychowski R., Szymańczyk M., Kierzek R., Ratajkiewicz H. 2018. Możliwości łącznego stosowania tritosulfuronu z florasulame w mieszaninie z innymi agrochemikaliami w uprawie owsa. [Possibilities of joint application of tritosulfuron with florasulam as tank mix with other agrochemicals in oat]. *Progress in Plant Protection* 58 (2): 148–155. DOI: 10.14199/ppp-2018-018
- Haliniarz M., Nowak A., Woźniak A., Sekutowski T.R., Kwiatkowski C.A. 2018. Production and economic effects of environmentally friendly spring wheat production technology. *Polish Journal of Environmental Studies* 27 (4): 1523–1532. DOI: 10.15244/pjoes/77073
- Kieloch R., Domaradzki K. 2011. The role of the growth stage of weeds in their response to reduced herbicide doses. [Rola fazy rozwojowej chwastów w ich reakcji na obniżone dawki herbicydów]. *Acta Agrobotanica* 64 (4): 259–266.
- Marczewska-Kolasa K., Kieloch R. 2012. Ocena łącznego stosowania amidosulfuronu z CCC w zależności od fazy rozwojowej pszenicy ozimej. [Possibility of combined application of amidosulfuron with CCC depending on winter wheat growth stage]. *Progress in Plant Protection* 52 (3): 567–571. DOI: 10.14199/ppp-2012-098

- Meyer C.J., Norsworthy J.K., Kruger G.R. 2020. Antagonism in mixtures of glufosinate + glyphosate and glufosinate + clethodim on grasses. *Weed Technology* 35 (1): 12–21. DOI: 10.1017/wet.2020.49
- Miziniak W. 2014. Wpływ pinoksadenu w mieszaninach z retardantami na rozwój i plonowanie pszenicy ozimej. [Influence of pinoxaden in mixtures with retardants on growth and yield of winter wheat]. *Progress in Plant Protection* 54 (4): 481–486. DOI: 10.14199/ppp-2014-082
- Miziniak W., Matysiak K., Górski D., Ulatowska A. 2018. Wpływ łącznego stosowania herbicydów z biostymulatorem Tytanit na zwalczanie chwastów i plonowanie pszenicy jarej. [Influence of mixture herbicides and Tytanit biostimulant on weed control and yield of spring wheat]. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego* 4: 89–98.
- Miziniak W., Piszczek J. 2015. Wpływ łącznego stosowania etefonu z adiuwantami i nawozami azotowymi na wzrost i plonowanie jęczmienia jarego. [Influence of mix application of ethephon with adjuvants and nitrogen fertilizers on growth and yield of spring barley]. *Progress in Plant Protection* 55 (4): 440–445. DOI: 10.14199/ppp-2015-072
- Praczyk T., Filoda G. 2010. Badanie skuteczności działania mieszanin fungicyd + herbicyd + retardant wzrostu stosowanych w uprawie pszenicy ozimej. [Efficacy of fungicide + herbicide + growth retardant used as a tank mixture in winter wheat cultivation]. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 556 (1): 219–227.
- Pruszyński S. 2020. Łączne stosowanie agrochemikaliów. [Tank mixed application]. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego* 1: 91–106.
- Tkalich Y.I., Tsyliuryk A.E., Masliiov S.V., Kozechko V.I. 2018. Interactive effect of tank-mixed post emergent herbicides and plant growth regulators on corn yield. *Ukrainian Journal of Ecology* 8 (1): 961–965. DOI: 10.15421/2018_299