

Received: 20.04.2021 / Accepted: 12.07.2021

ARTYKUŁ ORYGINALNY

## Wpływ wybranych herbicydów i ich mieszanin stosowanych metodą dawek dzielonych na stopień zniszczenia chwastów oraz wzrost i plony cebuli

### The influence of selected herbicides and their mixtures used with split application method on weed infestation growth and yield of onion

Zbigniew Anyszka<sup>A\*</sup>, Joanna Golian<sup>B</sup>, Joanna Kwiatkowska<sup>C</sup>

#### Streszczenie

W Instytucie Ogrodnictwa w Skierniewicach, w latach 2014–2017 przeprowadzono badania mające na celu porównanie biologicznej skuteczności herbicydów nalistnych: oksyfluorofenu, prosulfokarbu, bromoksynilu i pirydatu oraz ich mieszanin, a także ocenę przydatności badanych substancji do odchwaszczania cebuli z siewu. Herbicydy stosowano metodą dawek dzielonych, wykonując po trzy zabiegi co 5–8 dni od fazy 1–2 liści właściwych cebuli lub po dwa zabiegi od fazy 2–3 liści cebuli. W badaniach oceniono wpływ herbicydów i ich mieszanin na stopień zniszczenia chwastów, zachwaszczenie wtórne, selektywność oraz wzrost, rozwój i plony cebuli. Wyniki badań wykazały, że największą redukcję chwastów oraz najwyższy plon cebuli, przy nieznacznych, przemijających objawach fitotoksyczności, uzyskano po 3-krotnym zastosowaniu oksyfluorofenu w mieszaninie z bromoksynilem. Najłabsze zniszczenie chwastów oraz najniższy plon cebuli otrzymano po zastosowaniu oksyfluorofenu w dwóch zabiegach, w mieszaninie z pirydatem.

**Słowa kluczowe:** cebula, herbicyd, dawki dzielone, chwast

#### Abstract

The studies carried out in the years of 2014–2017 at the Institute of Horticulture in Skierniewice were aimed to compare the biological effectiveness of foliar applied herbicides: oxyfluorfen, prosulfocarb, bromoxynil, pyridate and their mixtures, as well as assessment of suitability of these substances for weeds control in sowed onion. Herbicides were applied with the split application method, in three treatments, every 5–8 days from 1–2 true leaves stage of onion or in two treatments from 2–3 leaves of onion. The studies assessed the effect of herbicides and their mixtures on the degree of weed damage, secondary weed infestation, selectivity, as well as onion growth, development and yield. The results showed that the greatest reduction of weeds and the highest yield, with slight, transient phytotoxicity symptoms, were obtained after 3 times spraying with oxyfluorfen in a mixture with bromoxynil. The weakest weed control and the lowest onion yield were obtained after applying oxyfluorfen in two treatments, in a mixture with pyridate.

**Key words:** onion, herbicide, split-application, weed

Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy  
Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice

\*corresponding author: zbigniew.anyszka@inhort.pl

ORCID: <sup>A</sup>0000-0002-5315-7496, <sup>B</sup>0000-0003-0797-5495, <sup>C</sup>0000-0002-1844-9231

## Wstęp / Introduction

Cebula jest jednym z wiodących gatunków warzyw uprawianych w Polsce. Według danych Głównego Urzędu Statystycznego, w 2019 roku powierzchnia uprawy cebuli wynosiła 25,2 tys. hektarów, a całkowity zbiór 535,4 tys. ton. Warunki klimatyczno-glebowe naszego kraju, tradycje uprawy, wartość odżywcza, duże spożycie krajowe i potrzeby eksportowe decydują o uprawie tego wymagającego warzywa. Jednym z podstawowych zabiegów w uprawie cebuli jest ochrona przed chwastami, które zubożają glebę w składniki pokarmowe, ograniczają dostęp do wody i światła, sprzyjają rozwojowi chorób, a także w znacznym stopniu utrudniają zabiegi pielęgnacyjne i zbiory, co w efekcie powoduje obniżenie plonu i pogorszenie jego jakości, głównie zmniejszenie wielkości cebul (Ghosheh 2004; Dobrzański 2013). Cebula jest najbardziej wrażliwa na zachwaszczenie w początkowym okresie wegetacji. Dobrzański (1999) podaje, że dla cebuli krytyczny okres konkurencji chwastów obejmuje okres od wschodów do 3–4 liści cebuli. W tym czasie nie powinno być chwastów na plantacji cebuli. Ich obecność w tym okresie powoduje silne ograniczenie plonów, w późniejszym czasie wpływ chwastów jest już nieco mniejszy. Volchkevich (2010) podaje, że chwasty dwuliścienne na plantacji cebuli mogą obniżyć plon o 55,2–81,6%. Stopień zachwaszczenia zależy od zasobu nasion chwastów w glebie, sposobu przygotowania gleby do siewu, sposobu uprawy oraz warunków klimatyczno-glebowych. Z uwagi na zachowanie bioróżnorodności chwasty nie muszą być całkowicie niszczone, ale zachwaszczenie należy ograniczać do poziomu niezagrażającego uprawianej roślinie. Nie należy jednak dopuścić do wydania nasion przez chwasty, które pozostały na plantacji.

W uprawie cebuli najbardziej efektywna i opłacalna ekonomicznie jest chemiczna metoda ograniczania zachwaszczenia (Ahuja i Sandhu 2003; Patel i wsp. 2011; Sathya Priya i wsp. 2013; Dhananivetha i wsp. 2015). Metoda ta powinna być elementem integrowanej ochrony przed chwastami, a stosowanie herbicydów powinno być połączone z innymi metodami, zwłaszcza zmianowaniem i zabiegami agrotechnicznymi. Integrowana ochrona przed chwastami zakłada ograniczenie zużycia środków chemicznych, m.in. poprzez odpowiednią profilaktykę, precyzyjne stosowanie herbicydów i ich mieszanin, wykorzystanie dawek dzielonych oraz dodatek adiuwantów do cieczy użytkowej.

Dla zapewnienia skutecznej ochrony cebuli przed chwastami konieczne jest stosowanie herbicydów przed wschodami, a następnie dobór odpowiednich środków i sposobów ich stosowania, po wschodach. W uprawach wielu gatunków warzyw, w czasie ich wegetacji mogą być stosowane mieszaniny różnych substancji czynnych herbicydów, w dawkach obniżonych, w kilku zabiegach. Według Dobrzańskiego (2008) metoda dawek dzielonych (ang. split application) polega na rozdzieleniu dawki podstawowej

na dwie, trzy lub więcej dawek mniejszych, stosowanych kolejno po sobie, w zależności od dynamiki pojawiania się chwastów i faz rozwojowych roślin uprawnych. Anyszka i Dobrzański (2006), Harmoney i wsp. (2007) oraz Woźnica i wsp. (2007) podają, że stosowanie herbicydów metodą dawek dzielonych pozwala na wielokrotne niszczenie chwastów w czasie następujących po sobie nowych fal ich wschodów, nie przekraczając przy tym ustalonej, podstawowej dawki środka. Młode chwasty są wrażliwsze na herbicydy i każda ingerencja, powodująca uszkodzenia zielonych organów oraz dopiero rozwijających się korzeni, prowadzi do całkowitego zamierania roślin (Paradowski 2014). Ponadto obniżanie dawek herbicydów ogranicza ich negatywny wpływ na środowisko przyrodnicze oraz ryzyko wystąpienia pozostałości tych środków w produktach roślinnych, a także obniża koszty odchwaszczania (Domaradzki i wsp. 2003).

Celem badań było porównanie biologicznej skuteczności mieszanin substancji czynnych herbicydów: oksyfluorofenu, prosulfokarbu, bromoksynilu, pirydatu, stosowanych po wschodach cebuli metodą dawek dzielonych oraz ocena przydatności tych mieszanin do odchwaszczania cebuli z siewu. Zakłada się, że wybrane mieszaniny substancji czynnych będą skuteczniejsze od tych substancji stosowanych oddzielnie i poprawią poziom zniszczenia chwastów po wschodach cebuli.

## Materiały i metody / Materials and methods

Badania przeprowadzono w latach 2014–2017 na Polu Doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach, na glebie płowej, wytworzonej z utworów piaskowych na glinie zwałowej, zawierającej 1,3–1,5% substancji organicznych, o pH 6,5. Doświadczenia zakładano metodą losowanych bloków, w 4 powtórzeniach. Wielkość poletek wynosiła 12,15 m<sup>2</sup>. Cebulę odmiany Błońska wysiewano 16.04.2014, 14.04.2015, 13.04.2016 i 21.04.2017 r. W doświadczeniach badano reakcję cebuli na stosowane herbicydy oraz wpływ tych środków na zachwaszczenie. Porównywano wpływ herbicydów: oksyfluorofenu (Goal 480 SC – s.cz. 480 g/l), prosulfokarbu (Boxer 800 EC – 800 g/l), bromoksynilu (Emblem 20 WP – 200 g/kg) i pirydatu (Lentagran 45 WP – 450 g/kg), stosowanych w mieszaninach oraz samego oksyfluorofenu i bromoksynilu, na stopień zniszczenia chwastów, zachwaszczenie wtórne oraz wysokość i jakość plonów cebuli. Dawki herbicydów, skład mieszanin i terminy stosowania podano w tabeli 1. Wszystkie substancje czynne uwzględnione w doświadczeniach są dopuszczone do ochrony cebuli przed chwastami. Herbicydy stosowano nalistnie, metodą dawek dzielonych. Wykonano trzy zabiegi co 5–8 dni, od fazy 1–2 liści właściwych cebuli lub dwa zabiegi od fazy 2–3 liści. Herbicydy aplikowano kołowym opryskiwaczem poletkowym na sprężone powietrze, zaopatrzonym w rozpyla-

**Tabela 1.** Schemat doświadczenia polowego w uprawie cebuli**Table 1.** The study plan of field experiment in onion

Lp. No.	Substancja czynna herbicydu Active substance of herbicide	Dawka substancji czynnej Rate of active substance [g/ha]	Termin stosowania Application time
1.	Oksyfluorofen + bromoksynil Oxyfluorfen + bromoxynil	19,2 + 8	T <sub>1</sub>
		19,2 + 12	T <sub>2</sub>
		19,2 + 16	T <sub>3</sub>
2.	Oksyfluorofen Oxyfluorfen Oksyfluorofen + bromoksynil Oxyfluorfen + bromoxynil	19,2	T <sub>1</sub>
		19,2 + 15	T <sub>2</sub>
		19,2 + 20	T <sub>3</sub>
3.	Oksyfluorofen + bromoksynil Oxyfluorfen + bromoxynil	19,2 + 15	T <sub>4</sub>
		19,2 + 20	T <sub>5</sub>
4.	Oksyfluorofen + pirydat Oxyfluorfen + pyridate	19,2 + 22,5	T <sub>1</sub> / T <sub>2</sub> / T <sub>3</sub>
5.	Oksyfluorofen Oxyfluorfen Oksyfluorofen + pirydat Oxyfluorfen + pyridate	19,2	T <sub>1</sub>
		19,2 + 33,75	T <sub>2</sub> / T <sub>3</sub>
6.	Oksyfluorofen + pirydat Oxyfluorfen + pyridate	19,2 + 33,75	T <sub>4</sub> / T <sub>5</sub>
7.	Oksyfluorofen + prosulfokarb Oxyfluorfen + prosulfocarb	12 + 800	T <sub>1</sub> / T <sub>2</sub> / T <sub>3</sub>
8.	Oksyfluorofen Oxyfluorfen Oksyfluorofen + prosulfokarb Oxyfluorfen + prosulfocarb	12	T <sub>1</sub>
		12 + 1200	T <sub>2</sub> / T <sub>3</sub>
9.	Oksyfluorofen + prosulfokarb Oxyfluorfen + prosulfocarb	18 + 1200	T <sub>4</sub> / T <sub>5</sub>
10.	Bromoksynil + pirydat Bromoxynil + pyridate	6 + 22,5	T <sub>1</sub> / T <sub>2</sub> / T <sub>3</sub>
11.	Bromoksynil Bromoxynil Bromoksynil + pirydat Bromoxynil + pyridate	8	T <sub>1</sub>
		8 + 33,75	T <sub>2</sub> / T <sub>3</sub>
12.	Bromoksynil + pirydat Bromoxynil + pyridate	10 + 33,75	T <sub>4</sub> / T <sub>5</sub>
13.	Oksyfluorofen Oxyfluorfen	24	T <sub>1</sub> / T <sub>2</sub> / T <sub>3</sub>
14.	Bromoksynil Bromoxynil	10	T <sub>1</sub>
		15	T <sub>6</sub>
		20	T <sub>7</sub>
15.	Pielenie ręczne – Hand weeding	–	–
16.	Kontrola – Untreated	–	–

Termin zabiegu: T<sub>1</sub> – cebula w fazie 1–2 liści; T<sub>2</sub> – 5–7 dni po T<sub>1</sub>; T<sub>3</sub> – 5–7 dni po T<sub>2</sub>; T<sub>4</sub> – cebula w fazie 2–3 liści; T<sub>5</sub> – 7–10 dni po T<sub>4</sub>; T<sub>6</sub> – 8 dni po T<sub>1</sub>; T<sub>7</sub> – 8 dni po T<sub>6</sub>

Application time: T<sub>1</sub> – growth stage of onion 1–2 leaves; T<sub>2</sub> – 5–7 days after T<sub>1</sub>; T<sub>3</sub> – 5–7 days after T<sub>2</sub>; T<sub>4</sub> – growth stage of onion 2–3 leaves; T<sub>5</sub> – 7–10 days after T<sub>4</sub>; T<sub>6</sub> – 8 days after T<sub>1</sub>; T<sub>7</sub> – 8 days after T<sub>6</sub>

cze płaskostrumieniowe Tee-Jet DG 110-02 VS, zużywając 230 l cieczy użytkowej na hektar, przy ciśnieniu roboczym 0,4 MPa. W czasie prowadzenia doświadczeń monitorowa-

no warunki meteorologiczne, określano średnią temperaturę powietrza (°C) na wysokości 2 metrów nad powierzchnią gruntu i opady deszczu w mm.

Oceniano stopień zniszczenia chwastów metodą szacunkową w % oraz liczbę i masę chwastów metodą ramkowo-wagową, po 12–20 dniach od ostatniego zabiegu, w zależności od warunków pogodowych i tempa zamierania chwastów, a także pokrycie gleby przez chwasty przed zbiorem cebuli. Określano też fitotoksyczność herbicydów metodą szacunkową w % i ich wpływ na plony cebuli. Przed zbiorem oceniano szacunkowo w % stopień pokrycia gleby przez cebulę i stopień załamania szczypioru. Zbiory przeprowadzano w fazie dojrzałości zbiorczej cebuli, po 140–153 dniach wegetacji. Po wyrwaniu i dosuszeniu cebuli określano plon poszczególnych frakcji według wielkości: średnica cebul powyżej 7 cm, 6–7 cm, 4–6 cm, 3–4 cm, poniżej 3 cm i niehandlowe, a następnie przeliczono na plon ogólny i handlowy. Wyniki porównywano z obiektem kontrolnym, na którym nie stosowano zabiegów odchwaszczających (chwasty usuwano ręcznie dopiero po wykonaniu oceny) oraz z obiektem systematycznie pielonym.

Uzyskane wyniki liczby i masy chwastów oraz plonu cebuli poddano analizie statystycznej za pomocą analizy wariancji, korzystając z programu Statistica v. 13.0 (Statsoft Inc.). Do porównania istotności średnich zastosowano test Newmana-Keulsa, przy poziomie istotności  $p = 0,05$ .

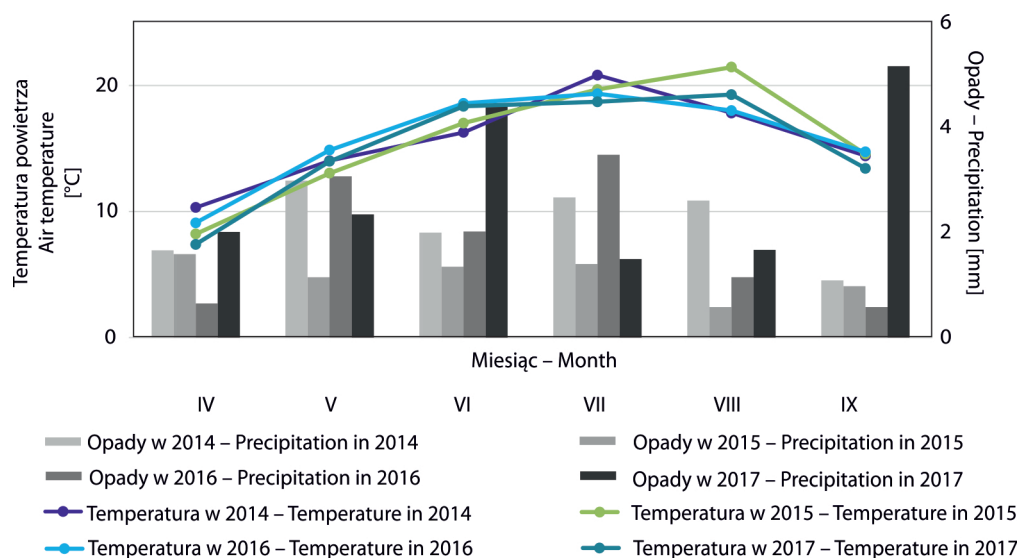
## Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Warunki pogodowe w latach 2014–2017, w okresach prowadzenia badań, były sprzyjające rozwojowi cebuli, aczkolwiek obserwowano różnice w ich przebiegu. W roku 2016 zanotowano niskie opady w kwietniu, a w roku 2015 w okresie od maja do września. Nie wpływało to jednak

na rozwój cebuli, gdyż doświadczenia były deszczowane w okresach niedoboru wody. Temperatura powietrza w poszczególnych latach badań nie była tak zróżnicowana jak opady, chociaż też pojawiały się różnice w ich przebiegu. Można zatem stwierdzić, że warunki pogodowe nie miały istotnego wpływu na wzrost i rozwój cebuli (rys. 1).

W uprawie cebuli, po 41–64 dniach od wschodów (64, 58, 59, 41 dni w kolejnych latach) średnia liczba chwastów ogółem wynosiła 127 szt./m<sup>2</sup>, w tym gatunków dwuliściennych 117 szt./m<sup>2</sup>, co stanowiło prawie 93% całej populacji chwastów. W strukturze zachwaszczenia największy udział miał tasznik pospolity – CAPBP (54,1 szt./m<sup>2</sup>), następnie żółtlica drobnokwiatowa – GASPA (36,1 szt./m<sup>2</sup>), tobołki polne – THLAR (13,2 szt./m<sup>2</sup>), chwastnica jednostronna – ECHCG (12,5 szt./m<sup>2</sup>), starzec zwyczajny – SENVU (5 szt./m<sup>2</sup>) i komosa biała – CHEAL (2,4 szt./m<sup>2</sup>). Pozostałe chwasty występowały w doświadczeniach w liczbie nieprzekraczającej 1 szt./m<sup>2</sup>. Stopień pokrycia gleby przez poszczególne gatunki chwastów wynosił odpowiednio: 16,0; 21,8; 10,6; 3,2; 7,2 i 3,4%. Wskaźnik ten pokazuje zróżnicowanie morfologiczne poszczególnych gatunków chwastów, np. liczba roślin tasznika pospolitego była o 49,8% większa niż żółtlicy drobnokwiatowej, a stopień pokrycia gleby przez ten gatunek był o 35,5% mniejszy. Obserwowane w doświadczeniach gatunki chwastów są często spotykane w uprawach roślin warzywnych (Dobrzański 1999; Dobrzański i wsp. 1999).

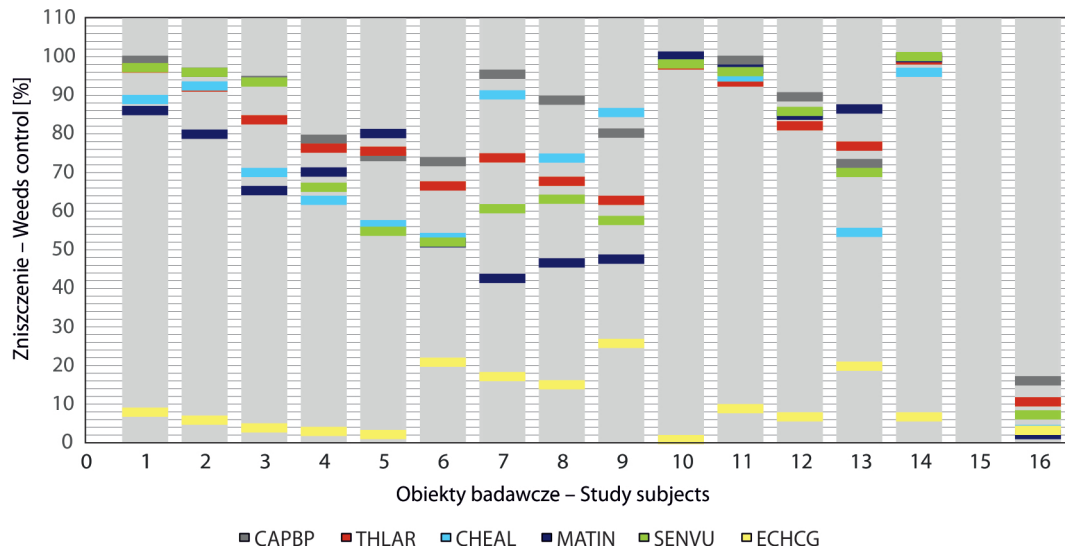
Całkowite zniszczenie chwastów w okresie wegetacji cebuli zapewniało systematyczne pielenie ręczne, wykonywane po pojawieniu się chwastów. Metoda ta pozwala na usunięcie chwastów z międzyrzędzi i rzędów roślin, jednak może być wykorzystywana jedynie na małych powierzchniach, ze względu na dużą pracochłonność, czas trwania i wysoki koszt takich zabiegów (Gaharwar 2017). Na dużych



Rys. 1. Temperatury i opady w latach 2014–2017, w okresie prowadzenia doświadczeń  
 Fig. 1. The temperatures and precipitations in the years of 2014–2017, during the experiments

obszarach jest to niemal niemożliwe do wykonania (Anyszka i Dobrzański 2004; Dobrzański i Adamczewski 2006; Adamicki i wsp. 2015). Dobrzański (1991, 1999) podaje, że nakład pracy na pielenie ręczne w uprawie roślin wrażliwych na zachwaszczenie, bez stosowania herbicydów, może wynosić 800–1200 robotnikogodzin na 1 ha i obejmować od 3 do 5 zabiegów. Vereijken i Kropff (1996) donoszą, że w uprawach ekologicznych nakład pracy na ręczne odchwaszczenie

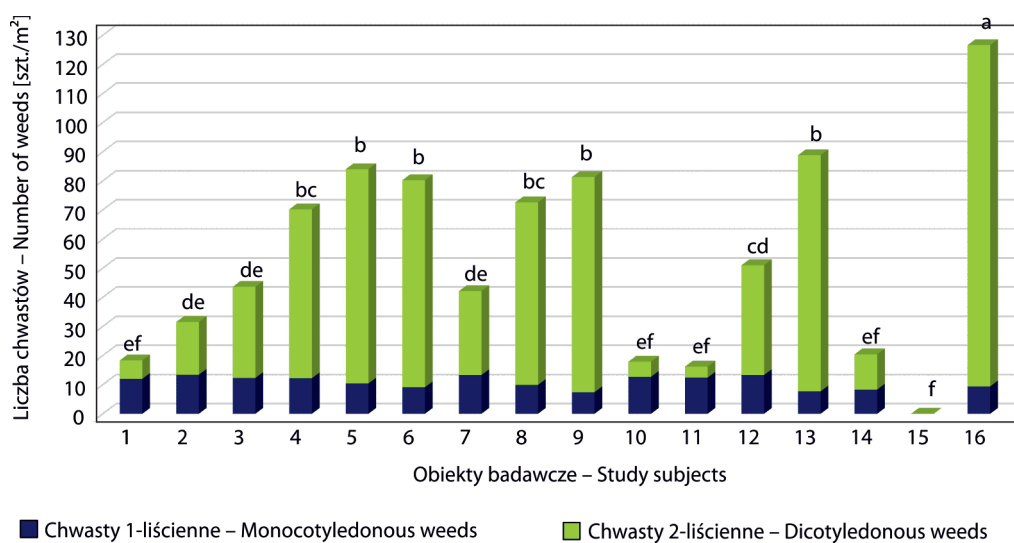
gatunków słabo konkurujących z chwastami, wynosi ponad 400 robotnikogodzin na ha i można wówczas otrzymać porównywalny efekt z ochroną chemiczną. Efekt pielenia ręcznego jest jednak krótkotrwały i w niedługim czasie pojawiają się wschody następnych chwastów. Ponadto pielenie ręczne należy wykonywać bardzo ostrożnie, aby nie wrywać siewek cebuli, a w późniejszym czasie nie uszkodzić jej systemu korzeniowego (Adamczewski i Dobrzański 2008).



Objaśnienie: obiekty badawcze przedstawiono w tabeli 1. na kontroli – obiekt 16, podano % pokrycia gleby przez chwasty  
Explanation: study subjects are presented in Table 1. in untreated – subject 16, the weeds coverage in % was presented

**Rys. 2.** Skuteczność chwastobójcza substancji czynnych herbicydów w cebuli (średnie z lat 2014–2017)

**Fig. 2.** Effectiveness of active substances of herbicides in onion (means for 2014–2017)



Objaśnienie: obiekty badawcze przedstawiono w tabeli 1. Wartości w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie, przy poziomie  $\alpha = 0,05$  testu Newmana-Keulsa

Explanation: study subjects are presented in Table 1. Values in columns, followed by the same letter are not significantly different at the 5% level, according to Newman-Keuls multiple range test

**Rys. 3.** Wpływ mieszanin substancji czynnych na liczbę chwastów w cebuli (średnie z lat 2014–2017)

**Fig. 3.** The influence of active substance mixtures on the number of weeds in onions (means for 2014–2017)

W badaniach własnych herbicydy i ich mieszaniny, stosowane po wschodach cebuli, dobrze zwalczały chwasty dwuliścienne (rys. 2, 3). Mieszaniny herbicydów stosowane co 5–8 dni w 3 zabiegach od fazy 1–2 liści właściwych cebuli skutecznie niszczyły chwasty w krytycznym okresie konkurencji. Natomiast mieszaniny, które zastosowano w późniejszym terminie w dwóch dawkach – w fazie 2–3 liści cebuli i po 7–10 dniach, w mniejszym stopniu niszczyły chwasty, a ich ogólna skuteczność chwastobójcza mieściła się w zakresie 66,2–87,7%.

Porównując wyniki z różnych terminów stosowania, można stwierdzić, że chwasty ogółem najsilniej niszczone były po 3-krotnym opryskiwaniu cebuli mieszaniną oksyfluorofenu (19,2 g/ha) z bromoksynilem (w kolejnych zabiegach dawki 8, 12 i 16 g/ha) stosowaną co 5–7 dni od fazy 1–2 liści właściwych cebuli. Dobre zniszczenie chwastów (94,7%) zanotowano też po 3-krotnym zastosowaniu mieszaniny bromoksynilu z pirydatem (6 + 22,5 g/ha), a także po użyciu w pierwszym zabiegu, w fazie 1–2 liści cebuli, samego bromoksynilu (8 g/ha), a w drugim i trzecim zabiegu, wykonywanych co 5–7 dni, mieszaniny bromoksynilu z pirydatem (8 + 33,75 g/ha) – zniszczenie chwastów ogółem wyniosło 94,4%. Najślabsze zniszczenie chwastów otrzymano po zastosowaniu oksyfluorofenu (19,2 g/ha) w mieszaninie z pirydatem (33,75 g/ha) w dwóch zabiegach w fazie 2–3 liści cebuli i po 7–10 dniach. Mieszaniny herbicydów stosowane w trzech dawkach co 5–8 dni od fazy 1–2 liści właściwych cebuli lepiej niszczyły chwasty niż mieszaniny stosowane w późniejszym terminie w dwóch dawkach w fazie 2–3 liści cebuli i po 7–10 dniach. Skuteczność chwastobójcza mieszanin użytych w późniejszym terminie mieściła się w zakresie 66,2–87,7%. Można stwierdzić, że użycie herbicydów w trzech zabiegach jest korzystniejsze dla cebuli, gdyż wcześniej eliminuje konkurencję chwastów i silniej ogranicza zachwaszczenie, co jest bardzo istotne dla cebuli z uwagi na krytyczny okres konkurencji, który jak podaje Dobrzański (1999), obejmuje okres od wschodów do 3–4 liści cebuli.

Chwasty dwuliścienne najsilniej niszczone były przez bromoksynil w dawkach 10, 15 i 20 g/ha (prawie 99%) oraz mieszaninę bromoksynilu z pirydatem (6 + 22,5 g/ha) stosowane w 3 zabiegach od fazy 1–2 liści cebuli. Wysoki stopień zniszczenia chwastów (ponad 96%) zanotowano też po zastosowaniu w pierwszym zabiegu, w fazie 1–2 liści, samego bromoksynilu (8 g/ha), a w drugim i trzecim zabiegu mieszaniny bromoksynilu z pirydatem (8 + 33,75 g/ha), a także po 3-krotnym zastosowaniu oksyfluorofenu (19,2 g/ha) w mieszaninie z bromoksynilem w dawkach 8, 12 i 16 g/ha (ponad 94%), przy czym na tym ostatnim obiekcie nieco słabiej niszczone były komosa biała i maruna bezwonna (MATIN).

Liczba chwastów ogółem i chwastów dwuliściennych (rys. 3) była najsilniej zredukowana po zastosowaniu w pierwszym zabiegu samego bromoksynilu (8 g/ha), a w 2.

i 3. zabiegu mieszaniny bromoksynilu z pirydatem (8 + 33,75 g/ha) oraz po użyciu w 3 zabiegach mieszanin bromoksynilu z pirydatem (6 + 22,5 g/ha) i bromoksynilu z oksyfluorofenem (19,2 + 8; 19,2 + 12; 19,2 + 16 g/ha). Liczba chwastów ogółem na tych obiektach wynosiła odpowiednio 16,1; 17,9 i 18,3 szt./m<sup>2</sup>, co stanowiło 12,7; 14,1 i 14,5% całkowitej liczby chwastów na kontroli. Najmniejszą redukcję liczby chwastów (o 30%) zanotowano po trzykrotnym zastosowaniu oksyfluorofenu w dawce 24 g/ha. Liczba chwastów na tym obiekcie wynosiła 88,8 szt./m<sup>2</sup>, a na kontroli 126,6 szt./m<sup>2</sup>. Nieco lepiej zredukowana była liczba chwastów po zastosowaniu w pierwszym zabiegu, w fazie 1–2 liści cebuli oksyfluorofenu w dawce 19,2 g/ha, a w drugim i trzecim zabiegu mieszaniny oksyfluorofenu z pirydatem (19,2 + 33,75 g/ha) oraz po dwukrotnym opryskiwaniu mieszaniną oksyfluorofenu z pirydatem (19,2 + 33,75 g/ha) oraz mieszaniną oksyfluorofenu z prosulfokarbem (18 + 1200 g/ha) w fazie 2–3 liści i po 7–10 dniach. Liczba roślin chwastnicy jednostronnej utrzymywała się na podobnym poziomie lub była wyższa niż na obiekcie kontrolnym, z wyjątkiem cebuli traktowanej trzykrotnie oksyfluorofenem w dawkach 24 g/ha oraz bromoksynilem (10 + 15 + 20 g/ha), a także dwukrotnie mieszaniną oksyfluorofenu z prosulfokarbem (18 + 1200 g/ha). Na tych obiektach liczba chwastów wynosiła odpowiednio: 7,7; 8,3; 7,4 szt./m<sup>2</sup>, co stanowiło 81,6; 88,3 i 78,5% liczby chwastów na kontroli.

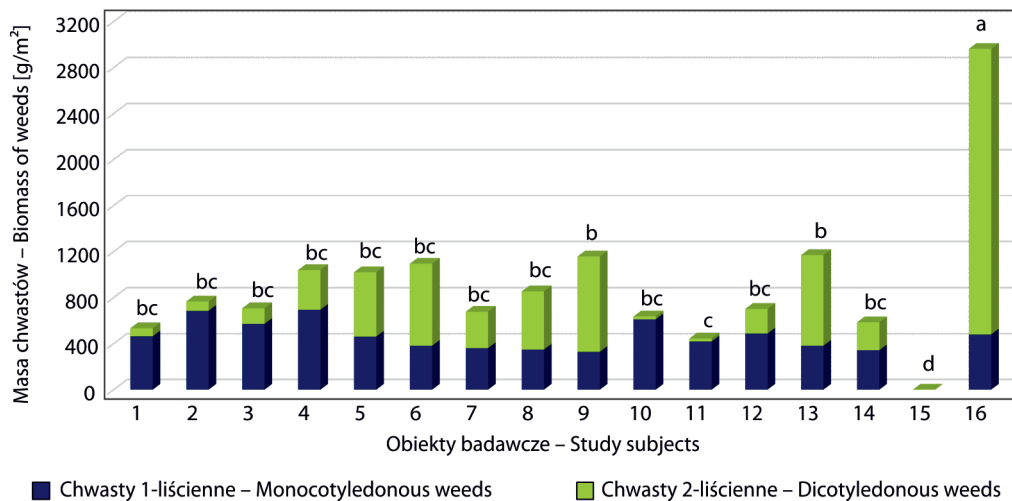
Średnia biomasa chwastów po 67–78 dniach od siewu cebuli wynosiła 29,6 t/ha, w tym 24,8 t/ha chwastów dwuliściennych i 4,8 t/ha chwastów jednoliściennych (rys. 4). Z wieloletnich obserwacji prowadzonych przez Dobrzańskiego i wsp. (2003a) wynika, że po około 46 dniach od siewu, świeża masa chwastów w uprawie cebuli wynosiła średnio 5,9 ton, mieszcząc się w zakresie od 0,2 do 15,9 t/ha, w zależności od roku obserwacji. W badaniach własnych masa chwastów dwuliściennych była silnie zredukowana na wszystkich obiektach, a różnice były statystycznie istotne w porównaniu do kontroli, natomiast masa chwastów jednoliściennych utrzymywała się na podobnym poziomie jak na kontroli, a na niektórych obiektach była nawet wyższa. Zwiększenie masy chwastów jednoliściennych wynikało z tego, że gatunki te występowały w dużej liczbie i miały dobre warunki do rozwoju, na skutek eliminacji chwastów dwuliściennych. Największą redukcję masy chwastów uzyskano po zastosowaniu w pierwszym zabiegu samego bromoksynilu w dawce 8 g/ha, a w 2. i 3. zabiegu mieszaniny bromoksynilu z pirydatem (8 + 33,75 g/ha), a także po trzykrotnym zastosowaniu mieszanin bromoksynilu z pirydatem (6 + 22,5 g/ha) oraz bromoksynilu z oksyfluorofenem (19,2 + 8; 19,2 + 12; 19,2 + 16 g/ha), rozpoczynając zabiegi w fazie 1–2 liści cebuli.

Analizując wyniki badań własnych można stwierdzić, że opóźnianie pierwszego zabiegu powschodowego w uprawie cebuli pogarsza efekt chwastobójczy, to znaczy zarówno

liczba, jak i masa chwastów ulegają zwiększeniu. Biorąc pod uwagę krytyczny okres konkurencji chwastów dla cebuli, odbija się to niekorzystnie na plonie ogólnym cebuli, jak i jego strukturze. Zwiększone zachwaszczenie powodowało zmniejszenie plonu cebul o dużej średnicy, a zwiększało plon cebul małych, a nawet cebul uznawanych za „dymkę”.

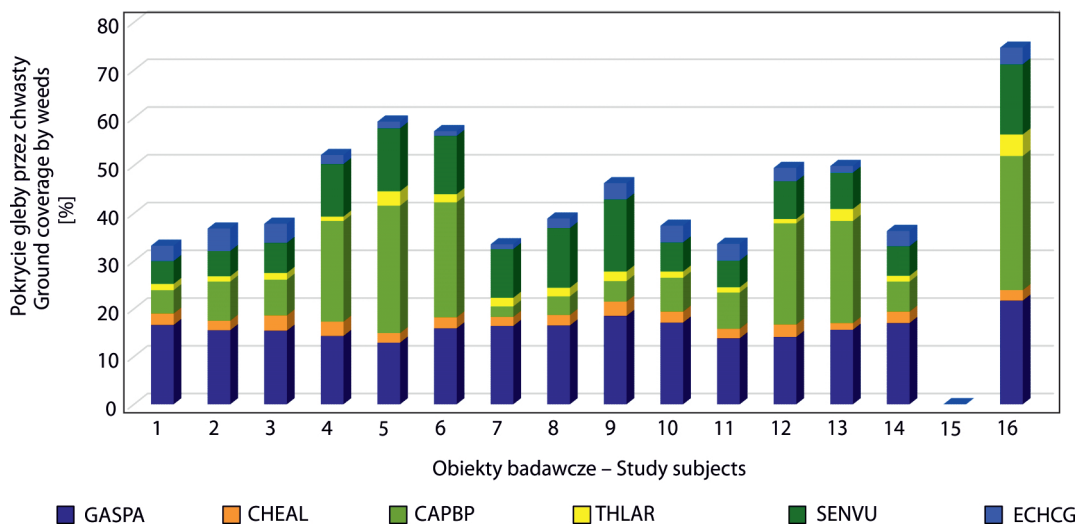
Dobre zniszczenie chwastów przez mieszaniny herbicydów, zwłaszcza stosowane w dawkach dzielonych od fazy

1–2 liści cebuli nie chroni przed zachwaszczeniem wtórnym. Pojawienie się licznych chwastów w drugiej połowie okresu wegetacji i przed samym zbiorem stanowi istotny problem w cebuli, bowiem stosowanie herbicydów w tym okresie nie jest możliwe. Przy silnym zachwaszczeniu wtórnym utrudniony jest zbiór, a także spada skuteczność zabiegów przeciw chorobom i szkodnikom (Adamicki i Dobrzański 1999). W przeprowadzonych doświadczeniach zachwaszczenie wtórne było dość wysokie na wszystkich obiektach (rys. 5),



Objaśnienie: obiekty badawcze przedstawiono w tabeli 1. Wartości w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie, przy poziomie  $\alpha = 0,05$  testu Newmana-Keulsa  
 Explanation: study subjects are presented in Table 1. Values in columns, followed by the same letter are not significantly different at the 5% level, according to Newman-Keuls multiple range test

**Rys. 4.** Wpływ substancji czynnych herbicydów na masę chwastów w cebuli (średnie z lat 2014–2017)  
**Fig. 4.** The effect of active substances of herbicides on weeds biomass in onion (mean for 2014–2017)



Objaśnienie: obiekty badawcze przedstawiono w tabeli 1.  
 Explanation: study subjects are presented in Table 1

**Rys. 5.** Pokrycie gleby przez chwasty przed zbiorem cebuli (średnie z lat 2014–2017)  
**Fig. 5.** The weed soil coverage before onion harvest (means for 2014–2017)

przy czym najwyższe pokrycie gleby przez chwasty przed zbiorem (59,4%) wystąpiło po dwukrotnym zastosowaniu mieszaniny oksyfluorofenu z pirydatem (19,2 + 33,75 g/ha) w fazie 2–3 liści cebuli i po 7–10 dniach, a także po zastosowaniu w pierwszym zabiegu, w fazie 1–2 liści cebuli oksyfluorofenu w dawce 19,2 g/ha, a w drugim i trzecim zabiegu mieszaniny oksyfluorofenu z pirydatem (19,2 + 33,75 g/ha) (59%). Najniższe zachwaszczenie wtórne (32,9%) zaobserwowano po 3-krotnym zastosowaniu mieszaniny oksyfluorofenu z bromoksynilem (19,2 + 8; 19,2 + 12; 19,2 + 16 g/ha). Wyniki badań wskazują, że zastosowane mieszaniny nie chronią cebuli przed zachwaszczeniem wtórnym. Nawet najniższe zachwaszczenie wtórne nie może być akceptowalne, gdyż negatywnie wpływa na cebulę.

Po zastosowaniu niektórych herbicydów, na roślinach cebuli zaobserwowano objawy fitotoksyczności (tab. 2). Obserwacje te prowadzone były w latach 2015–2017, natomiast nie wykonywano ich w roku 2014. Największe uszkodzenia notowano po zastosowaniu mieszanin oksyfluorofenu z prosulfokarbem, niezależnie od użytych dawek. Na roślinach cebuli wystąpiły nieznaczne, przemijające objawy fitotoksyczności, dochodzące do 5%. Przejawiały się one niewielkimi przejaśnieniami i plamami na liściach, przejściowym ograniczeniem wzrostu roślin, a nawet skręceniem szczypioru. Podobne uszkodzenia roślin cebuli obserwowali Pałczyński i Kohut (2008) po zastosowaniu oksyfluorofenu oraz mieszaniny oksyfluorofenu z chlopyralidem stosowanych w dawkach dzielonych. W doświadczeniach tych autorów objawy fitotoksyczności w postaci odbarwień i plam na

liściach powstałe po zabiegu miały charakter trwałe i utrzymywały się aż do zbioru cebuli. Doniesienia te potwierdzają także inni autorzy (Dobrzański i wsp. 2003b; Dobrzański i Pałczyński 2007) oraz dodają, że nie wpływają one negatywnie na plony i przechowywanie cebuli (Dobrzański i wsp. 1995). Wystąpienie objawów fitotoksyczności na cebuli wiąże się głównie z warunkami pogodowymi w okresie wykonywania zabiegów. Opryskiwanie roślin cebuli powinno być wykonywane po okresie słonecznej i ciepłej pogody, gdy warstwa wosku na powierzchni szczypioru jest dobrze wykształcona i stanowi barierę do wnikania herbicydów. Użycie herbicydów zawierających oksyfluorofen krótko po opadach deszczu może skutkować zwiększeniem objawów fitotoksyczności na liściach. Dobrzański (2017) podaje, że prosulfokarb redukuje warstwę wosku na szczypiorze, zwiększając tym samym wrażliwość cebuli na inne herbicydy, co mogło przyczynić się do wystąpienia objawów fitotoksyczności na roślinach cebuli traktowanych tą mieszaniną.

Liczba roślin cebuli w okresie zbioru jest wypadkową warunków meteorologicznych, zdolności kiełkowania nasion, działania herbicydów, efektywności nawożenia, a także zamierania siewek zainfekowanych przez choroby, głównie doglebowe. W doświadczeniach określano szacunkowo obsadę roślin cebuli w rzędach, uwzględniając brakujące rośliny. Obsada roślin cebuli przed zbiorem wahała się od 95,6% po trzykrotnym zastosowaniu mieszaniny oksyfluorofenu (19,2 g/ha) z bromoksynilem (dawki w kolejnych zabiegach 8, 12 i 16 g/ha) do 78,1% w kontroli systema-

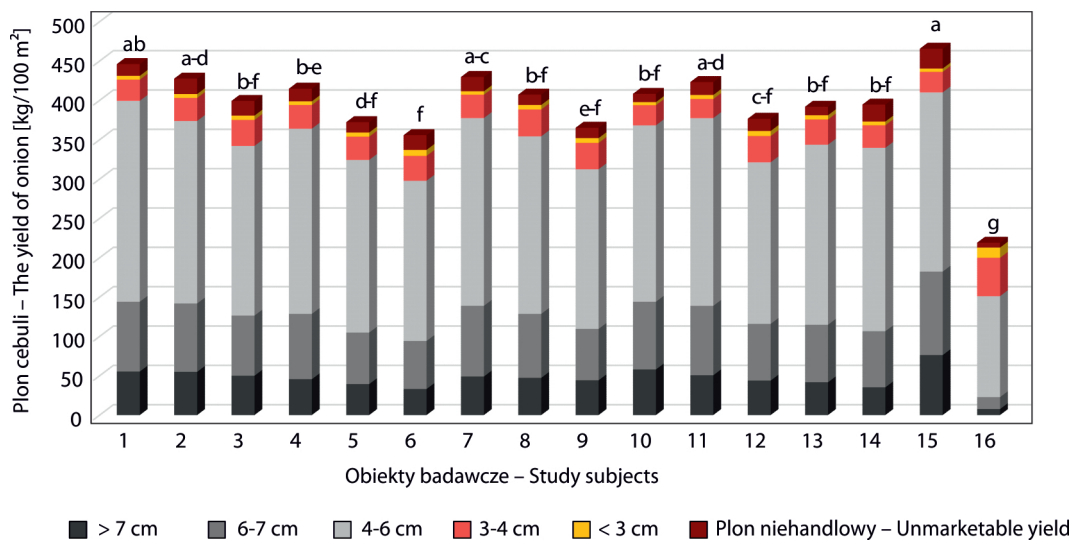
**Tabela 2.** Fitotoksyczność substancji czynnych dla cebuli oraz ich wpływ na obsadę roślin i załamanie szczypioru cebuli  
**Table 2.** Phytotoxicity of the active substances to onion and their influence on plants stand and onion leaves fall down

Rok Year	Termin oceny Assessment time [DAT*]	Obiekty badawcze – Study subject**															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		fitotoksyczność dla cebuli – phytotoxicity to onion [%]															
2015	12	3,5	3,0	2,0	2,5	2,3	1,8	5,0	5,0	3,5	2,8	2,0	2,3	2,0	2,5	0	0
	19	2,0	1,8	1,5	1,0	1,3	1,3	2,8	2,8	1,8	1,0	0,8	1,3	0,8	1,5	0	0
2016	14	1,0	0,9	1,5	0,5	0,8	1,0	0,9	0,4	2,6	2,8	0,5	0,5	0,5	2,4	0	0
	34	0,4	0,8	1,9	1,3	1,0	1,1	1,4	2,5	1,5	0,8	0,3	1,3	1,0	0,3	0	0
	56	0,1	0,4	1,4	0,8	0,3	0,5	0,5	1,0	0,3	0,1	0	0,4	0,3	0	0	0
2017	12	2,9	2,8	2,4	1,8	2,3	2,3	4,3	4,3	3,6	1,0	1,0	1,0	3,4	2,4	0	0
	25	1,0	1,5	1,3	0,8	1,5	1,5	0,8	1,0	1,8	0	0,8	1,8	0,8	1,0	0	0
	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0
		Obsada roślin cebuli – Onion plants stand [%]															
Średnie z lat 2015–2017 Means of 2015–2017		95,6	93,7	91,1	95,2	91,8	87,8	93,2	94,6	93,3	94,4	95,0	89,5	90,0	92,4	78,1	94,3
		Załamanie szczypioru cebuli – Onion leaves fall down [%]															
Średnie z lat 2015–2017 Means of 2015–2017		96,0	92,0	82,7	90,8	92,0	75,5	94,5	87,2	71,3	96,3	95,9	80,1	86,2	87,9	66,0	90,6

\*DAT – liczba dni od 1 zabiegu – days after first treatment

\*\*obiekty badawcze przedstawiono w tabeli 1. – study subject presented in Table 1





Objaśnienie: obiekty badawcze przedstawiono w tabeli 1. Wartości w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie, przy poziomie  $\alpha = 0,05$  testu Newmana-Keulsa

Explanation: study subjects are presented in Table 1. Values in columns, followed by the same letter are not significantly different at the 5% level, according to Newman-Keuls multiple range test

**Rys. 6.** Wpływ substancji czynnych herbicydów na plon ogólny i udział poszczególnych frakcji cebuli (średnie z lat 2014–2017)  
**Fig. 6.** The effect of active substances of herbicides on the total yield of onion and the share of fractions (means for 2014–2017)

tycznie pielonej. Niska obsada cebuli systematycznie pielonej była spowodowana wyrwaniem siewek cebuli razem z chwastami, w trakcie pielienia.

Załamanie szczypioru cebuli przed zbiorem było nierównomierne i wahało się od 66 do 96,3% (tab. 2). Najbardziej załamany był szczypior cebuli traktowanej trzykrotnie mieszaniną bromoksynilu z pirydatem w dawkach 6 + 22,5 g/ha (96,3%), a najmniej załamany był szczypior cebuli pielonej (66%). Należy też nadmienić, że załamanie szczypioru przed zbiorem było wyraźnie niższe w cebuli, w której herbicydy stosowano w dwóch zabiegach, zaczynając od fazy 2–3 liści cebuli. We wcześniejszych badaniach (Kohut i wsp. 2014) wykazano, że herbicydy mogą przyspieszać załamanie szczypioru, chociaż nie ma to wpływu na plonowanie, ale jest istotne z punktu widzenia terminu zbioru.

W doświadczeniach stwierdzono różnice w plonach cebuli pod wpływem zastosowanych herbicydów (rys. 6). Najwyższe plony ogólne cebuli uzyskano z obiektów, w których chwasty usuwano ręcznie, a spośród obiektów traktowanych herbicydami po trzykrotnym zastosowaniu mieszaniny oksyfluorofenu z bromoksynilem (19,2 + 8; 19,2 + 12; 19,2 + 16 g/ha) co 5–7 dni od fazy 1–2 liści cebuli. Wysoki plon cebuli otrzymano też po trzykrotnym zastosowaniu mieszaniny oksyfluorofenu z prosulfokarbem (12 + 800 g/ha). Najniższy plon otrzymano z poletek traktowanych dwukrotnie mieszaniną oksyfluorofenu z pirydatem (19,2 + 33,75 g/ha) w fazie 2–3 liści cebuli i po

7–10 dniach. W plonie cebuli największy udział stanowiła frakcja o średnicy 4–6 cm, niezależnie od zastosowanych herbicydów.

## Wnioski / Conclusions

1. Mieszaniny herbicydów stosowane po wschodach cebuli silnie redukowały zachwaszczenie gatunkami dwuliściennymi.
2. Najlepsze zniszczenie chwastów oraz najwyższe plony cebuli otrzymano po trzykrotnym zastosowaniu oksyfluorofenu z bromoksynilem w dawkach 19,2 + 8; 19,2 + 12; 19,2 + 16 g/ha co 5–7 dni od fazy 1–2 liści cebuli.
3. Najślabsze zniszczenie chwastów oraz najniższy plon cebuli otrzymano po zastosowaniu oksyfluorofenu z pirydatem w dawkach 19,2 + 33,75 g/ha, w dwóch zabiegach, w fazie 2–3 liści cebuli i po 7–10 dniach.
4. Najmniejszą fitotoksyczność dla cebuli wykazywał bromoksynil stosowany trzykrotnie od fazy 1–2 liści w dawkach 10, 15 i 20 g/ha, natomiast najwyższą mieszanina oksyfluorofenu z prosulfokarbem (12 + 1200 g/ha) stosowana dwukrotnie w fazie 2–3 liści i po 7–10 dniach.
5. W plonie cebuli największy udział stanowiła frakcja o średnicy 4–6 cm, niezależnie od zastosowanych herbicydów.

## Literatura / References

- Adamczewski K., Dobrzański A. 2008. Znaczenie i możliwości wykorzystania metod agrotechnicznych i niechemicznych do regulowania zachwaszczenia w ekologicznej uprawie roślin. s. 221–241. W: Poszukiwanie nowych rozwiązań w ochronie upraw ekologicznych (E. Matyjaszyk, red.). Instytut Ochrony Roślin, Poznań, 393 ss. ISBN 978-83-898-67-315.
- Adamicki F., Dobrzański A. (red.). 1999. Cebula – technologia uprawy i przechowywania. Instytut Warzywnictwa, Skierniewice, 291 ss. ISBN 83-912224-X.
- Adamicki F., Dobrzański A., Felczyński K., Robak J., Szwejdka J. 2015. Metodyka integrowanej produkcji marchwi. Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa, Warszawa: 12–14, 34 ss.
- Ahuja S., Sandhu K.S. 2003. Weed management through the use herbicides in cabbage-onion relay cropping system. *Annals of Biology* 19 (1): 27–30.
- Anyszka Z., Dobrzański A. 2004. Integrowana ochrona marchwi przed chwastami (cz. I). *Zachwaszczenie – charakterystyka i zapobieganie. Hasło Ogrodnicze* 10: 76–78.
- Anyszka Z., Dobrzański A. 2006. Dzielone dawki linuronu jako element integrowanej ochrony przed chwastami pora z rozsady. [Split application of linuron as a part of integrated weed management in transplanted leek]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 46 (2): 158–161.
- Dhananivetha M., Mohammed Amanullah M., Murali Arthanari P. 2015. Bio-efficacy and phytotoxicity evaluation of quizalofop-ethyl (5% EC) for management of weed in onion. *Trends in Biosciences* 8 (7): 1873–1877.
- Dobrzański A. 1991. Wpływ ochrony przed chwastami na technologię produkcji, jakość i wartość biologiczną warzyw. *Materiały Konferencyjne* 31. Sesji Naukowej Instytutu Ochrony Roślin, Część 1 – Referaty: 125–133.
- Dobrzański A. 1999. Ekologiczne podstawy ochrony przed chwastami. s. 8–29. W: *Ochrona warzyw przed chwastami*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 198 ss. ISBN 83-09-01623-9.
- Dobrzański A. 2008. Dawki dzielone i mikrodawki herbicydów w integrowanej ochronie przed chwastami. Cz. I. *Ochrona Roślin* 1/2008: 10–13.
- Dobrzański A. 2013. Biologiczne i agrotechniczne aspekty regulowania zachwaszczenia. s. 27–54. W: *Współczesna inżynieria rolnicza – osiągnięcia i nowe wyzwania. Monografia. Tom 3* (R. Hołownicki, M. Kubinia, red.). Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Kraków, 443 ss.
- Dobrzański A. 2017. Herbicydy po wschodach cebuli uprawianej z siewu. *Warzywa* 4/2017: 92–94.
- Dobrzański A., Adamczewski K. 2006. Perspektywy wykorzystania nowych narzędzi i maszyn do regulacji zachwaszczenia w integrowanej i ekologicznej produkcji roślinnej. [Progress in mechanical methods of weed management in integrated and organic farming systems]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 46 (1): 11–18.
- Dobrzański A., Anyszka Z., Pałczyński J. 2003a. Biomasa chwastów w zależności od gatunku roślin warzywnych i sposobu uprawy. *Pamiętnik Puławski* 134: 51–58.
- Dobrzański A., Dyki B., Pałczyński J. 2003b. Zmiany morfologiczne i cytologiczne wywołane przez oksyfluorofen na niektórych warzywach cebulowych. [Morphological and cytological injury symptoms on allium crops caused by oxyfluorfen]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 43 (1): 102–108.
- Dobrzański A., Pałczyński J. 2007. Nowy sposób ochrony cebuli przed chwastami zredukowanymi dawkami oksyfluorofenu. *Nowości Warzywnicze* 44: 14–27.
- Dobrzański A., Pałczyński J., Anyszka Z., Adamicki F. 1995. The influence of postemergence weed control programmes on yield and storage quality of onion. 9th Symposium EWRS „Challenges for Weed Science in Changing Europe”. Budapest. Vol. 1: 351–355.
- Dobrzański A., Siciński J., Lisek J., Anyszka Z., Pałczyński J. 1999. Chwasty spotykane na polach uprawnych i w sadach w okolicy Skierniewic i Łowicza. 23. Krajowa Konferencja Naukowa z cyklu: „Rejonizacja chwastów segetalnych w Polsce” pt. Przenikanie gatunków ruderalnych z siedlisk sadowniczych i parkowych do zbiorowisk segetalnych upraw warzywniczych i rolniczych. Skierniewice, 15–16 lipca 1999: 63–68.
- Domaradzki K., Kieloch R., Rola H. 2003. Skuteczność herbicydów w zależności od dawki i fazy rozwojowej chwastów. [The effectiveness of herbicides in correlation to dose and growth stage of weeds]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 43 (1): 109–114.
- Gaharwar A.M., Patil N.V., Ughade J. 2017. Effect of integrated weed management on growth, yield and economic returns on onion (*Allium cepa* L.). *The Asian Journal of Horticulture* 12 (2): 193–197. DOI: 10.15740/has/tajh/12.2/193-197
- Ghosheh H.Z. 2004. Single herbicide treatments for control of broadleaved weeds in onion (*Allium cepa*). *Crop Protection* 23 (6): 539–542. DOI: 10.1016/j.cropro.2003.10.010
- Harmoney K.R., Stahlman P.W., Hickman K.R. 2007. Suppression of caucasian old world bluestem with split application of herbicides. *Weed Technology* 21 (3): 573–577. DOI: 10.1614/WT-06-119.1
- Kohut M., Anyszka Z., Golian J. 2014. Wpływ łączenia ochrony chemicznej z zabiegami mechanicznymi na zachwaszczenie, wzrost i plony cebuli (*Allium cepa* L.). [The influence of herbicides combined with mechanical treatments on weed infestation, growth and yield of onion (*Allium cepa* L.)]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 54 (1): 31–37. DOI: 10.14199/ppp-2014-006
- Pałczyński J., Kohut M. 2008. Możliwości odchwaszczania cebuli z siewu mieszaniną herbicydów Goal 480 SC (oksyfluorofen) i Lontrel 300 SL (chlorypyralid). *Ogólnopolska Konferencja Upowszechnieniowa „Nauka-Praktyce”*. Instytut Warzywnictwa, Skierniewice, 4 grudnia 2008: 27–28.
- Paradowski A. 2014. Warunki skutecznego stosowania ograniczonych dawek herbicydów. *Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu*, 54 ss. ISBN 978-83-60232-58-3.
- Patel T.U., Patel C.L., Patel D.D., Thanki J.D., Patel P.S., Jat R.A. 2011. Effect of weed and fertilizer management on weed control and productivity of onion (*Allium cepa*). *Indian Journal of Agronomy* 56 (3): 267–272.

- Sathya Priya R., Chinnusamy C., Manickasundaram P., Murali Arthanari P. 2013. Evaluation of new formulation of oxyfluorfen (23.5% EC) for weed control efficacy and bulb yield in onion. *American Journal of Plant Sciences* 4 (4): 890–895. DOI: 10.4236/ajps.2013.44109
- Vereijken P., Kropff M.J. 1996. Annual report of the DLO Research Institute for Agrobiological Sciences and Soil Fertility. Prototyping ecological farming systems. Wageningen the Netherlands: 56–60.
- Volchkevich I. 2010. Progi szkodliwości jednorocznych chwastów dwuliściennych w uprawach cebuli. [Thresholds of annual broad-leaved weed plants harmfulness in bulb onion crops]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 50 (3): 1421–1426.
- Woźnica Z., Idziak R., Waniorek W. 2007. Mikrodawki herbicydów – nowa opcja odchwaszczania buraków cukrowych. [Herbicide microrates – a new option of weed control in sugar beets]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 47 (3): 310–315.