

EFFECTIVENESS OF DIFFERENT METHODS OF WEED MANAGEMENT IN CELERIAC (*APIUM GRAVEOLENS* L. var. *RAPACEUM* (MILL.) GAUD.)

Summary

The studies conducted in 2010-2011 at the Research Institute of Horticulture in Skierniewice were aimed to compare the effectiveness of different weeds management methods useful in organic production of celeriac. The effectiveness of such methods as mechanical treatments, the usage of mulches (polypropylene and biodegradable films), the usage of polypropylene mulch with biostimulator AlgaminoPlant and hand weeded was compared. The weeds control, number and biomass of weeds and secondary weed infestation were determined during the experiments. The plants height and the yield of celeriac were measured also and additionally the ecophysiological indices such as relative variable chlorophyll fluorescence and chlorophyll content in the leaves. The best results of weed control were achieved in celeriac weeded by hand and grown in the soil mulched with used materials which was resulted in higher yields of celeriac. Mechanical treatments were control weeds well but the effects were short-lived and the yields of celeriac were lower than in the check. The chlorophyll content in the leaves before harvest was slightly lower in plants grown in mulches. The relative variable chlorophyll fluorescence was the highest throughout the growing season in mechanical weeded celeriac plants.

Key words: celeriac; weed control; mulches; mechanical treatments; experimentation

EFEKTYWNOŚĆ WYBRANYCH SPOSOBÓW REGULOWANIA ZACHWASZCZENIA W UPRAWIE SELERA KORZENIOWEGO (*APIUM GRAVEOLENS* L. var. *RAPACEUM* (MILL.) GAUD.)

Streszczenie

W latach 2010-2011 w Instytucie Ogrodnictwa w Skierniewicach przeprowadzono badania, których celem było porównanie efektywności wybranych metod ochrony przed chwastami, przydatnych w ekologicznej uprawie selera korzeniowego. Porównywano efektywność takich metod jak: odchwaszczanie mechaniczne, ściółkowanie gleby włókniną ściółkującą (PP), ściółkowanie włókniną z zastosowaniem biostymulatora AlgaminoPlant, folią biodegradowalną oraz pielienie ręczne. W badaniach przeprowadzono obserwacje stopnia zniszczenia chwastów, określono ich liczbę i masę oraz zachwaszczenie wtórne. Wykonywano też pomiary zawartości chlorofilu i względnej zmiennej fluorescencji chlorofilu w liściach selera, określono wysokość roślin i wielkość plonów selera. Bardzo dobre zniszczenie chwastów otrzymano w obiektach pielonych ręcznie i ściółkowanych użytymi materiałami, czego efektem był przyrost plonów selera. Pielienie mechaniczne dobrze niszczyło chwasty, jednak efekty działania były krótkotrwałe, a plony selera niższe niż z kontroli. Zawartość chlorofilu w liściach selera przed zbiorem była nieznacznie niższa w roślinach ściółkowanych użytymi materiałami, a względna zmiana fluorescencja chlorofilu przez cały okres wegetacji była najwyższa w roślinach pielonych mechanicznie.

Słowa kluczowe: seler korzeniowy; odchwaszczanie; ściółki; zabiegi mechaniczne; badania

1. Wstęp

Ochrona przed chwastami jest jednym z ważniejszych zabiegów w ekologicznej uprawie selera korzeniowego (*Apium graveolens* L. var. *rapaceum* (Mill.) Gaud.), jak również innych gatunków warzyw. Jej zadaniem jest ograniczenie zachwaszczenia do poziomu nie zagrażającego roślinie uprawnej, a także ochrona środowiska naturalnego i zdrowia człowieka. W uprawach ekologicznych zagrożenie ze strony chwastów jest większe niż w innych systemach uprawy, ponieważ rośliny nie są tak intensywnie odżywiane jak po zastosowaniu nawozów mineralnych, rosną wolniej i słabiej zakrywają międzyrzędzia [1]. Duże nasilenie chwastów, zwłaszcza w początkowym okresie wegetacji, może znacznie obniżyć plony selera i ich jakość. Na podstawie wieloletnich obserwacji, Dobrzański i in. [3] wykazali, że biomasa chwastów po 37 dniach od sadzenia rozsady selera wynosiła 9,7 t·ha⁻¹. W zależności od warunków pogodowych w poszczególnych latach badań wartość ta mieściła się w zakresie od 2,2 do 23,4 t·ha⁻¹.

W rolnictwie ekologicznym podstawowe znaczenie ma mechaniczne zwalczanie chwastów. W ostatnich latach opracowano i wdrożono do produkcji nowe, udoskonalone maszyny i narzędzia, charakteryzujące się coraz większą dokładnością i szybkością działania. Niszczenie chwastów bardzo blisko rzędów roślin umożliwiają m.in. pielniki palcowe, szczotkowe, pneumatyczne czy torsijskie, które można wykorzystywać w uprawie ekologicznej [1, 4, 5]. Liczba zabiegów mechanicznych koniecznych do skutecznego zniszczenia chwastów zależy m.in. od poziomu zachwaszczenia, dynamiki pojawiania się i tempa wzrostu chwastów, stanu wilgotności gleby, gatunku rośliny uprawnej, w tym jej właściwości biologicznych i długości okresu wegetacji. Pierwszy zabieg najlepiej wykonać po pojawieniu się sievek chwastów, a kolejne w zależności od potrzeby, do momentu zakrycia międzyrzędzi przez roślinę uprawną [5].

Niektórzy badacze wskazują na możliwość ograniczenia zachwaszczenia poprzez współrzedną uprawę selera naciowego i pora z rozsady [2]. Podobne badania przeprowadzono dla selera korzeniowego i pora, jednak wyniki nie były

tak jednoznaczne jak w przypadku selera naciowego [6, 7]. W tym sposobie uprawy utrudnienie lub uniemożliwienie mechanicznego zbioru jednego z uprawianych gatunków roślin stanowi istotną przeszkodę do szerszego zastosowania tej metody w praktyce [8].

Metody ochrony przed chwastami obejmują też ściółkowanie gleby lub uprawę roślin w ściółce rozdrobnionej i wymieszanej z glebą. Uprawa selera w naturalnym mulczu z roślin okrywowych może ograniczać zachwaszczenie i pozytywnie wpływać na plonowanie selera, natomiast rośliny okrywowe rozdrobnione i mieszane z glebą nie dają tak korzystnego efektu [9]. Obecnie na rynku dostępnych jest wiele materiałów, które mogą efektywnie zapobiegać występowaniu chwastów. Ograniczają one dostęp światła do powierzchni gleby i tworzą fizyczną barierę uniemożliwiającą ich kiełkowanie i wschody. Dodatkowo poprzez pozytywny wpływ na mikroklimat panujący wokół systemu korzeniowego, mogą korzystnie wpływać na wzrost i plonowanie rośliny uprawnej [10, 11]. Z takich ściółek w Polsce dostępna jest m.in. folia biodegradowalna (BioAgrowłóknina[®]) wytwarzana ze skrobi roślinnej, która pod wpływem działania mikroorganizmów glebowych ulega rozkładowi do wody i dwutlenku węgla. Swoje właściwości ściółkujące zachowuje od 2 do 6 miesięcy, w zależności od warunków atmosferycznych, a przy wysokiej temperaturze i wilgotności proces rozkładu może zaczynać się po 4-6 tygodniach od położenia [12, 13]. Wykorzystywane są także inne materiały, np. włóknina polipropylenowa, która może być użyta wielokrotnie i każdego roku po zakończeniu uprawy musi być zebrana z pola [12].

Celem badań było porównanie efektywności wybranych metod ochrony przed chwastami oraz określenie wpływu tych metod na wzrost i plonowanie selera korzeniowego.

2. Materiały i metody

Badania przeprowadzono w latach 2010-2011 na polu doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach. Porównywano efektywność takich metod ochrony jak: odchwaszczanie mechaniczne, ściółkowanie gleby włókniną ściółkującą (PP) i folią biodegradowalną, pielienie ręczne, a także ściółkowanie włókniną w połączeniu z zastosowaniem stymulatora wzrostu AlgaminoPlant. Doświadczenia zakładano metodą losowanych bloków, w układzie jednoczynnikowym, w 4 powtórzeniach. Wielkość poletek wynosiła 9 m², a odchwaszczanych mechanicznie 12,15 m². Badania wykonywano na glebie płowej, wytworzonej z utworów piaskowych na glinie zwałowej, zawierającej 1,3-1,5% substancji organicznych, o pH-6,8. Seler korzeniowy odmiany Diamant sadzono 26 maja 2010 i 18 maja 2011 roku. Folię i włókninę nakładano ręcznie, bezpośrednio przed sadzeniem selera, a rozsądę sadzono w przygotowane otwory, wycięte w odpowiedniej rozstawie rzędów, odpowiadającej rozstawie w obiektach nie ściółkowanych. Stymulator wzrostu AlgaminoPlant stosowano w dawce 0,5 l·ha⁻¹, czterokrotnie, w odstępach co trzy tygodnie od sadzenia rozsady. Opryskiwanie wykonywano opryskiwaczem poletkowym na sprężone powietrze, zaopatrzoną w rozpylacze Tee-Jet 110-02 VS, zużywając 220 l wody/ha. Zabiegi mechaniczne wykonywano przy użyciu „EcoPielnika EP-4”, wyposażonego w tradycyjne elementy pielące (gęsiostopki i noże kątowe) oraz elementy palcowe i torsijskie. Przeprowadzono je po 22 oraz 35-42 dniach od sadzenia selera korzeniowego.

W badaniach określano liczbę i masę chwastów metodą

ramkową, po 35-42 dniach od sadzenia, stopień zniszczenia chwastów (szacunkowo w %), po 43 dniach od sadzenia, zachwaszczenie wtórne po 135-138 dniach vegetacji selera, a w trakcie vegetacji ekofizjologiczne wskaźniki wzrostu i rozwoju roślin. Wykonywano pomiary zawartości chlorofilu *a* w liściach selera, aparatem SPAD 502, po 32-36, 41-43, 57-61, 82-86, 123 i 136 dniach od sadzenia oraz poziomu względnej zmiennej fluorescencji chlorofilu, aparatem Mini Pam, po 34-36, 43, 56-58, 97-103 i 133-138 dniach od sadzenia selera. Zbiory selera przeprowadzono w fazie dojrzałości zbiorczej, po 140 dniach vegetacji, określając plon handlowy i niehandlowy oraz masę części nadziemnych roślin. Plon selera oraz wysokość roślin obliczono statystycznie za pomocą analizy wariancji, wykorzystując test Newmana-Keuls'a do oceny różnic między średnimi, na poziomie istotności $\alpha = 0,05\%$.

3. Wyniki i dyskusja

W uprawie selera występowały takie gatunki chwastów jak: tasznik pospolity (*Capsella bursa-pastoris* L.), komosa biała (*Chenopodium album* L.), tobołki polne (*Thlaspi arvense* L.), żóltlica drobnokwiatowa (*Galinsoga parviflora* Cav.), starzec zwyczajny (*Senecio vulgaris* L.), szarłat szorstki (*Amaranthus retroflexus* L.), jasnota różowa (*Lamium amplexicaule* L.), rdest powojowy (*Polygonum convolvulus* L.), rdest plamisty (*Polygonum persicaria* L.), maruna bezwonna (*Matricaria inodora* L.), gwiazdnica pospolita (*Stellaria media* L.), pokrzywa żegawka (*Urtica urens* L.) i chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli* L.). Biomasa chwastów po 48 dniach od sadzenia selera wynosiła 17,5 t·ha⁻¹.

Stwierdzono, że metody ograniczania zachwaszczenia, badane w uprawie selera korzeniowego wykazały zróżnicowaną skuteczność (tab. 1). Całkowite zniszczenie chwastów uzyskano pod wpływem pielienia ręcznego, wykonywanego systematycznie w miarę pojawiania się ich siewek. Bardzo silne ograniczenie zachwaszczenia powodowało ściółkowanie gleby włókniną i folią biodegradowalną. W obiektach ściółkowanych obserwowano jedynie pojawianie się pojedynczych gatunków chwastów w pobliżu roślin, w miejscach przecięcia folii czy włókniny. Występowały w nich takie gatunki jak: tobołki polne, komosa biała czy rdest plamisty. Pozytywny wpływ folii biodegradowalnej na ograniczenie zachwaszczenia w uprawie selera, a także kapusty głowiastej i pomidora potwierdzają Dobrzański i Anyszka [13], jednocześnie wskazując, że folia biodegradowalna bardzo dobrze ogranicza zachwaszczenie, ale nie całkowicie, gdyż chwasty mogą pojawiać się w otworach w folii, a gatunki tworzące wzniesione i sztywne pędy, jak np. skrzyp polny *Equisetum arvense* L. mogą przebijać folię. Autorzy donoszą też, że nasilenie występowania chwastów w otworach w folii zależy głównie od pokroju rośliny uprawnej, warunków pogodowych oraz banku nasion zgromadzonego w glebie.

Zaobserwowano statystycznie istotne różnice w wysokości roślin selera, w zależności od metody ochrony przed chwastami (tab. 1). Pielienie ręczne wpływało na zwiększenie wysokości roślin (o 8,8%), natomiast rośliny poddane zabiegom mechanicznym oraz ściółkowane folią biodegradowalną były niższe od roślin kontrolnych odpowiednio o 8,5 i 12,6%. Wysokość roślin ściółkowanych włókniną była zbliżona do roślin kontrolnych. W badaniach Wierzbickiej ściółkowanie włókniną sałaty masłowej pozytywnie wpływało na wzrost rośliny uprawnej [14].

Tab. 1. Wpływ metod ochrony przed chwastami na zachwaszczenie i wysokość roślin selera – średnie z lat 2010-2011, Skierniewice
 Table 1. The influence of weed management methods on weeds and celeriac plants height – means for 2010-2011, Skierniewice

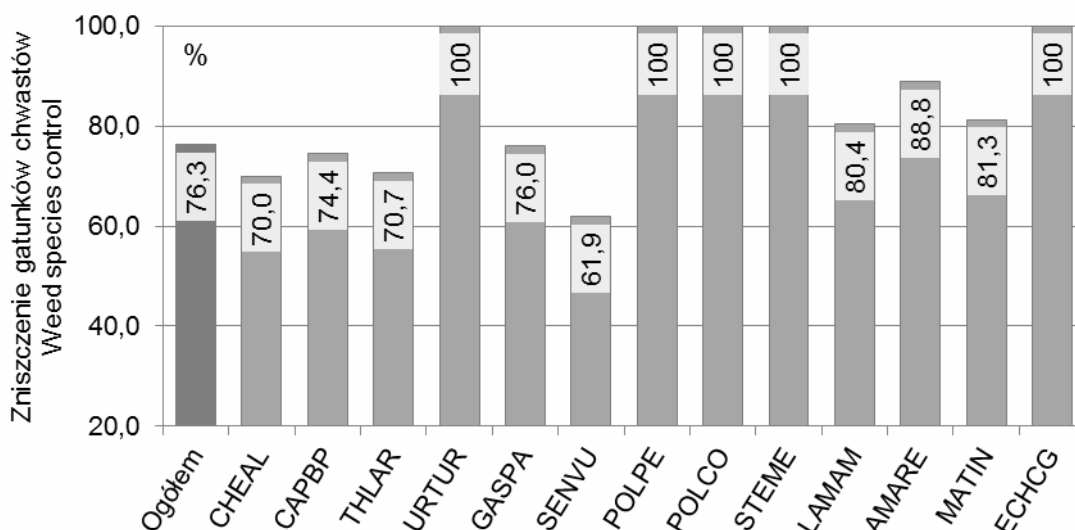
Metoda ochrony przed chwastami <i>Weed management method</i>	Liczba chwastów (szt. · m ⁻²) <i>Number of weeds (no. · m⁻²)</i>	Zniszczenie chwastów (%) <i>Weeds control (%)</i>	Zachwaszczenie wtórne (%) <i>Secondary weeds infestation (%)</i>	Wysokość roślin <i>Plants height</i>	
				cm	%
Zabiegi mechaniczne <i>Mechanical treatments</i>	106,0	76,3	7,9	29,1 b	91,5
Ściółkowanie włókniną <i>Polypropylene mulching</i>	0,1	99,9	0	30,9 ab	97,2
Ściółkowanie włókniną + AlgaminoPlant 4x0,5L <i>Polypropylene mulching + AlgaminoPlant 4x0.5L</i>	0,1	100	0	30,1 ab	94,7
Ściółkowanie folią biodegradowalną <i>Biodegradable foil mulching</i>	0,2	99,8	0	27,8 b	87,4
Pielenie ręczne / <i>Hand weeded</i>	0	100	0	34,6 a	108,8
Kontrola / <i>Check</i>	55,7	0	5,7	31,8 ab	100
Pokrycie gleby przez chwasty w kontroli (%) <i>Ground weeds coverage in check (%)</i>	-	36,3	-	-	-

Wartości w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie, przy poziomie $\alpha=0,05$ testu Newmana-Keuls'a
 Values in columns, followed by the same letter are not significantly different at the 5% level, according to Newman-Keuls multiple range test

Zabiegi mechaniczne w znacznym stopniu ograniczały zachwaszczenie, a ich skuteczność ogółem wynosiła 76% (rys. 1). Efekty działania tej metody były jednak krótkotrwałe. Wzruszanie gleby doprowadziło do ponownych wschodów chwastów, wskutek czego nastąpił wzrost zachwaszczenia wtórnego. Wynosiło ono 7,9% i było wyższe niż w kontroli (5,7%).

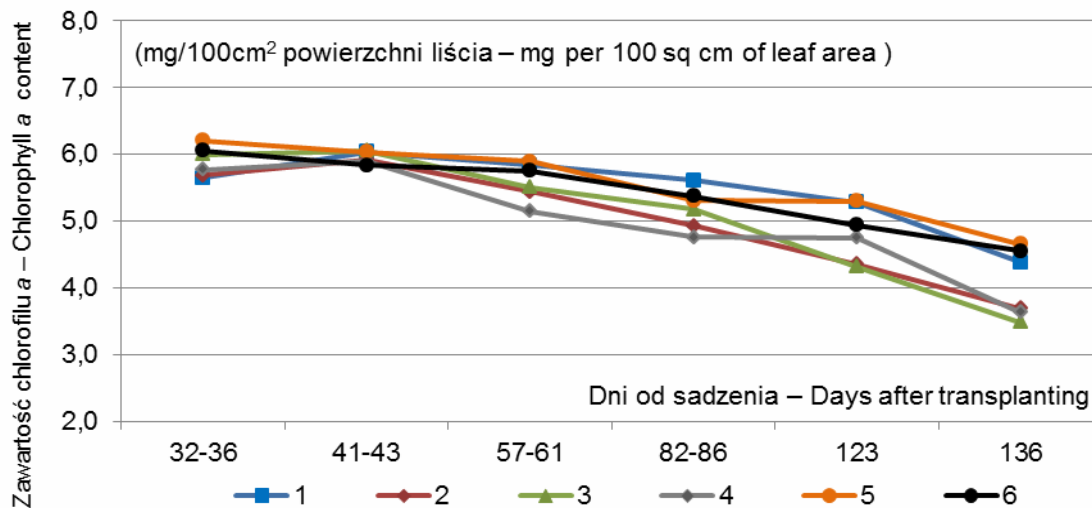
Zawartość chlorofilu w liściach świadczy o intensywności fotosyntezy i przebiegu procesów życiowych rośliny uprawnej [15]. Barwnik ten zdolny jest do przeprowadzania reakcji fotochemicznej, występuje we wszystkich organizmach, w których zachodzi proces fotosyntezy. Rośliny selera w czasie wegetacji charakteryzowały się podobną zawartością chlorofilu a we wszystkich obiektach, jednak przed zbiorem zanotowano obniżenie zawartości tego barwnika w selerach ściółkowanych włókniną i folią (rys. 2).

Pomiar fluorescencji chlorofilu w liściach pozwala na ocenę stanu fizjologicznego roślin. Energia słoneczna docierająca do liścia absorbowana jest przez znajdujące się w nim barwniki asymilacyjne, głównie chlorofil. Częściowo wykorzystywana jest w procesie fotosyntezy, a częściowo zostaje oddana, m.in. w procesie fluorescencji. Gdy na roślinę oddziałują różnego rodzaju czynniki stresowe, można zauważyć wzrost fluorescencji, co świadczy o obniżeniu intensywności procesu fotosyntezy, a to może prowadzić do obniżenia wielkości i jakości plonu [16, 17, 18]. Względna zmienna fluorescencja chlorofilu przed zbiorem selera korzeniowego była we wszystkich obiektach zbliżona do kontroli. Nieznacznie wyższą wartością tego parametru przez cały okres wegetacji selera, charakteryzowały się rośliny pielone mechanicznie (rys. 3).



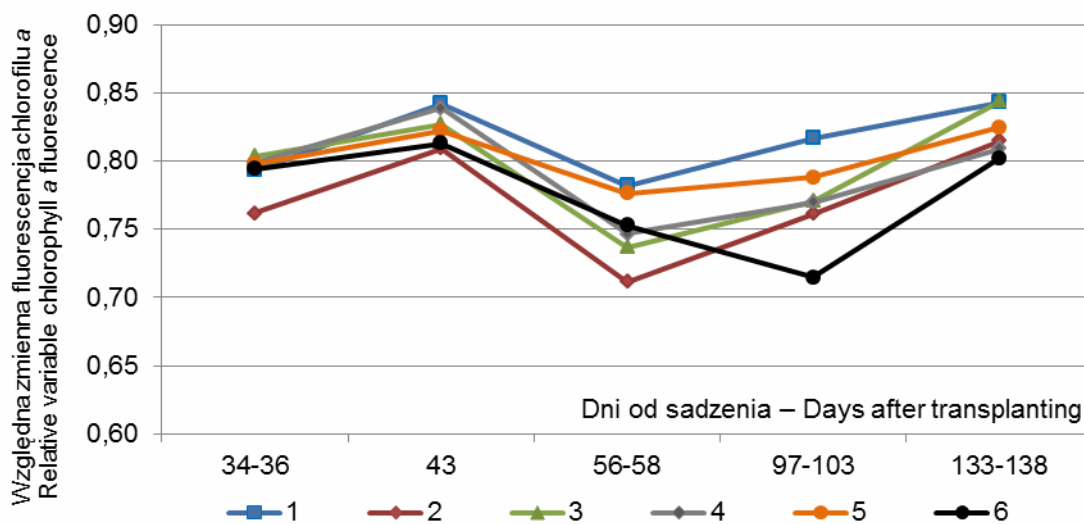
Objaśnienia – Explanations: Ogółem – Total; CHEAL - *Chenopodium album* L. (komosa biała); CAPBP - *Capsella bursa-pastoris* L. (tasznik pospolity); THLAR - *Thlaspi arvense* L. (tobołki polne); URTUR - *Urtica urens* L. (pokrzywa żegawka); GASPA - *Galinsoga parviflora* Cav. (żółtlica drobnokwiatowa); SENVU - *Senecio vulgaris* L. (starzec zwyczajny); POLPE - *Polygonum persicaria* L. (rddest plamisty); POLCO - *Polygonum convolvulus* L. (rddest powojowy); STEME - *Stellaria media* L. (gwiazdnica pospolita); LAMAM - *Lamium amplexicaule* L. (jasnota różowa); AMARE - *Amaranthus retroflexus* L. (szarłat szorstki); MATIN - *Matricaria inodora* L. (maruna bezwonna); ECHCG - *Echinochloa crus-galli* L. (chwastnica jednostronna)

Rys. 1. Stopień zniszczenia gatunków chwastów po wykonaniu zabiegów mechanicznych
 Fig 1. The weed species control after mechanical treatments



Rys. 2. Zawartość chlorofilu *a* w liściach selera, w zależności od metody ochrony przed chwastami: 1 – zabiegi mechaniczne; 2 – ściółkowanie włókniną; 3 – ściółkowanie włókniną + AlgaminoPlant; 4 – ściółkowanie folią biodegradowalną; 5 – pielenie ręczne; 6 – kontrola

Fig. 2. Chlorophyll content in celeriac leaves, depending on weed management method: 1 – mechanical treatments; 2 – polypropylene mulching; 3 – polypropylene mulching + AlgaminoPlant; 4 – biodegradable foil mulching; 5 – hand weeded; 6 – check



Rys. 3. Względna zmienna fluorescencja chlorofilu *a* w liściach selera, w zależności od metody ochrony: 1 – zabiegi mechaniczne; 2 – ściółkowanie włókniną; 3 – ściółkowanie włókniną + AlgaminoPlant; 4 – ściółkowanie folią biodegradowalną; 5 – pielenie ręczne; 6 – kontrola

Fig. 3. Relative variable chlorophyll fluorescence in celeriac leaves, depending on weed management method: 1 – mechanical treatments; 2 – polypropylene mulching; 3 – polypropylene mulching + AlgaminoPlant; 4 – biodegradable foil mulching; 5 – hand weeded; 6 – check

Najwyższy plon zarówno ogólny, jak i handlowy otrzymano z roślin pielonych ręcznie (tab. 2). Metoda ta jest czasochłonna i kosztowna, dlatego też unika się jej stosowania na dużych powierzchniach. W Holandii wyliczono, że pielenie 1 hektara warzyw z rozsady, produkowanych metodą ekologiczną zajmuje średnio 46 godzin, a uprawianych z siewu znacznie więcej, np. cebula – 177 godzin [19]. W doświadczeniu wysoki plon uzyskano także z roślin uprawianych w glebie ściółkowanej. Zastosowanie włókniny podniosło plon selera o 21%, a w połączeniu ze stymulatorem wzrostu, o dodatkowe 2%. AlgaminoPlant nieznacznie zwiększał też udział plonu handlowego w plonie ogólnym

(99,6%), który był porównywany do roślin pielonych ręcznie. Plon selera z roślin ściółkowanych folią biodegradowalną był wyższy niż w kontroli, ale niższy w porównaniu do ściółkowanych włókniną. W badaniach Dobrzańskiego i Anyszki [13] zastosowanie folii biodegradowalnej w uprawie selera korzeniowego powodowało zwiększenie plonu o 30%. Pozytywny efekt zastosowania czarnych ściółek na plonowanie różnych roślin warzywnych potwierdzają także inni autorzy, m.in. na plon selera naciowego [20], papryki [21], oberżyny [22], cukinii [23], czy kapusty głowiastej [13]. Najniższy plon otrzymano z obiektów pielonych mechanicznie, który był niższy o 29% od kontroli.

Tab. 2. Plony selera korzeniowego, w zależności od metody ochrony przed chwastami – średnie z lat 2010-2011, Skierniewice
 Table 2. The yield of celeriac, depending on the weeds management method – means for 2010-2011, Skierniewice

Metoda ochrony przed chwastami <i>Weed management method</i>	Plon gólny <i>Total yield</i> kg/100m ²	Plon handlowy <i>Marketable yield</i>		Masa liści <i>Biomass of leaves</i> kg/100m ²
		kg/100m ²	% plonu ogólnego <i>% of total yield</i>	
Zabiegi mechaniczne <i>Mechanical treatments</i>	210,8 bc	208,7 c	99,0	91,1
Ściółkowanie włókniną <i>Polypropylene mulching</i>	356,9 abc	352,3 abc	98,7	155,1
Ściółkowanie włókniną + AlgaminoPlant 4x0,5L <i>Polypropylene mulching + AlgaminoPlant 4x0.5L</i>	363,6 ab	362,1 ab	99,6	152,5
Ściółkowanie folią biodegradowalną <i>Biodegradable foil mulching</i>	311,0 bc	306,8 bc	98,7	146,5
Pielenie ręczne – <i>Hand weeded</i>	375,9 a	375,0 a	99,8	142,0
Kontrola - <i>Check</i>	295,8 c	290,8 c	98,3	131,1

Wartości w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie, przy poziomie $\alpha=0,05$ testu Newmana-Keuls'a
 Values in columns, followed by the same letter are not significantly different at the 5% level, according to Newman-Keuls multiple range test

Ściółkowanie gleby, zwłaszcza włókniną oraz pielienie ręczne wpływały na zwiększenie plonu selera korzeniowego, a także zwiększały masę jego części nadziemnych. Najniższą masę liści wytworzył seler odchwaszczany mechanicznie i była ona o 30,5% niższa niż w kontroli i o 41,3% niższa niż po użyciu włókniny ściółkującej. Badania wykazały, że do odchwaszczania selera w uprawie ekologicznej mogą być przydatne różne metody ochrony.

4. Wnioski

1. Pielenie ręczne oraz ściółkowanie gleby włókniną i folią silnie ograniczały zachwaszczenie w uprawie selera korzeniowego.
2. Pielenie mechaniczne słabiej ograniczało zachwaszczenie, a efekt jego działania był krótkotrwały, co doprowadziło do wysokiego zachwaszczenia wtórnego.
3. Zawartość chlorofilu w liściach selera korzeniowego i względna zmienna fluorescencja chlorofilu była zbliżona we wszystkich obiektach.
4. Najwyższe plony selera korzeniowego otrzymano pod wpływem pielienia ręcznego, oraz ściółkowania gleby włókniną ściółkującą, a najniższe z roślin pielonych mechanicznie.

Badania i opracowanie wykonano w ramach Programu Wieloletniego Instytutu Ogrodnictwa na lata 2008-2014.

5. Bibliografia

[1] Babik I., Babik J., Jończyk K., Koreleska E., Rogowska M., Sobolewski J., Stalenga J., Szafirowska A.: Produkcja roślinna w gospodarstwie ekologicznym. W: Wdrożenie produkcji ekologicznej i marketing jego produktów szansą rozwoju gospodarstw rolnych i regionów. Materiały szkoleniowe, Skierniewice, 2010, 55-58.

[2] Baumann D.T., Bastiaans J., Kropff M.J.: Intercropping leeks to suppress weeds. *Weed Res.*, 2000, Vol. 40, 359-374.

[3] Dobrzański A., Anyszka Z., Pałczyński J.: Biomasa chwastów w zależności od gatunku roślin warzywnych i sposobu uprawy. *Pamiętnik Puławski* 2003, Vol 134, 51-58.

[4] Bleeker P.: Doświadczenia praktyczne i badania nowych pielników do odchwaszczania rzędów roślin. Międzynarodowe warsztaty warzywa ekologiczne w badaniach i praktyce – streszczenia, 2005, 35-36.

[5] Dobrzański A., Adamczewski K.: Perspektywy wykorzystania nowych narzędzi i maszyn do regulacji zachwaszczenia w integrowanej i ekologicznej produkcji roślinnej. *Prog. Plant Protection/ Post. Ochr. Roślin*, 2006, Vol. 46 (1), 11-18.

[6] Anyszka Z., Dobrzański A.: Reakcja chwastów oraz pora i selera korzeniowego uprawianych współrzędnie na sposób odchwaszczania. *Ogólnopolska Nauk. Konf. Warzywnicza „Postęp w technologii uprawy warzyw cebulowych”*, Skierniewice, 13 listopada 2008, Instytut Warzywnictwa im. E. Chroboczek, 2008, 29-31.

[7] Borowy A.: Effect of celeriac-leek intercropping on weeds, insects and plant growth. In: Second European Allelopathy Symposium “Allelopathy – from understanding to application”. IUNG Puławy, 2004, 119-120.

[8] Dobrzański A., Adamczewski K.: Niechemiczne metody zwalczania chwastów – stan obecny i perspektywy. Ekspertyza. Projekt „Rozwój potencjału innowacyjnego członków Sieci Naukowej AgEngPol” 2008, ss 29.

[9] Anyszka Z., Kohut M.: Wpływ roślin okrywowych i herbicydu linuron na zachwaszczenie oraz wzrost i plony selera korzeniowego. *Ogólnopolska Nauk. Konf. „Proekologiczna uprawa warzyw – problemy i perspektywy”*, 2010, 26-27.

[10] Grundy A.C., Bond B.: Use of Non-living Mulches for Weed Control. In: *Non-Chemical Weed Management*, 2007, 135-153.

[11] Woźnica Z.: *Herbologia. Podstawy biologii, ekologii i zwalczania chwastów*. Poznań: PWRiL, 2008, 87-127.

[12] Adamczewski K., Dobrzański A.: Znaczenie i możliwości wykorzystania metod agrotechnicznych i niechemicznych do regulowania zachwaszczenia w ekologicznej uprawie roślin. W: *Poszukiwanie nowych rozwiązań w ochronie upraw ekologicznych*. IOR, Poznań, 2008, 221-241.

[13] Dobrzański A., Anyszka Z.: Zastosowanie ściółki z folii biodegradowalnej do regulowania zachwaszczenia w integrowanej i ekologicznej uprawie warzyw. *Nowości Warzywnicze* 2006, 43: 75-80.

[14] Wierzbicka B.: Wpływ metod uprawy na plon i zachwaszczenie sałaty masłowej odmiany Nochowska. *Mat. z XVII Spotkania Zesp. Herbologicznego KNO PAN*, 1999, 90-94.

[15] Anyszka Z., Dobrzański A.: Wpływ herbicydów na niektóre ekofizjologiczne wskaźniki wzrostu i zawartość chlorofilu w liściach roślin warzywnych. *Prog. Plant Protection/ Post. Ochr. Roślin*, 2004, Vol. 44 (2): 580-583.

[16] Dąbrowska J., Rópek M., Kołtan A.: Fluorescencja chlorofilu *a* i jej zastosowanie w ocenie stanu zdrowotności roślin. VI Krakowska Konferencja Młodych Uczonych, Kraków, 2011: 559-565.

[17] Michałek W., Sawicka B.: Zawartość chlorofilu i aktywność fotosyntetyczna średnio późnych odmian ziemniaka w warunkach pola uprawnego w środkowo-wschodniej Polsce. *Acta Agrophysica*, 2005, Vol. 6 (1): 183-195.

[18] Kalaji M.H., Łoboda K.: Fluorescencja chlorofilu w badaniach stanu fizjologicznego roślin. Warszawa: Wydawnictwo SGGW, 2010, 116 ss.

[19] Van der Veide R.Y., Bleeker P.O., Achten V.T.J.M., Lotz L.A.P., Fogelberg F., Melander B.: Innovation in mechanical weed control in crop rows. *Weed Research*, 2008, Vol. 48 (3), 215-224.

[20] Siwek P., Ambroszczyk A.M.: Wpływ stosowania ściółek polietylenowych na opłacalność produkcji sałaty i selera naciowego w uprawie polowej. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln.*, 2009, Vol. 539, 647-656.

[21] Locher J., Ombódi A., Kassai T., Dimeny J.: Influence of coloured mulches on soil temperature and yield of sweet pepper. *Europ. J. Hort. Sci.*, 2005, Vol. 70 (3), 135-141.

[22] Adamczewska-Sowińska K., Kołota E.: Yielding and nutritive value of field cultivated eggplant with the use of living and synthetic mulches. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, 2010, Vol. 9 (3), 191-199.

[23] Kołota E.: Wpływ zabiegów agrotechnicznych na plonowanie cukinii uprawianej z siewu. *Mat. z XVIII Spotkania Zesp. Herbologicznego KNO PAN*, 2001, 76-79.

Badania i opracowanie wykonano w ramach Programu Wieloletniego Instytutu Ogrodnictwa na lata 2008-2014.