PROGRESS IN PLANT PROTECTION
61 (4): 297-307, 2021
eISSN 2084-4883

DOI: 10.14199/ppp-2021-032
Published online: 21.10.2021

Received: 04.08.2021 / Accepted: 27.09.2021

ARTYKUŁ ORYGINALNY

Wpływ metody ochrony przed chwastami na zachwaszczenie, plon, trwałość przechowalniczą i wartość odżywczą pora (*Allium porrum* L.)

The effect of weed management method on weeds infestation, yield, storage ability and nutritional value of leek (*Allium porrum* L.)

Joanna Golian[A]*, Zbigniew Anyszka[B], Ryszard Kosson, Maria Grzegorzewska[C]

Streszczenie

W latach 2012–2014, w Instytucie Ogrodnictwa – Państwowym Instytucie Badawczym w Skierniewicach przeprowadzono badania nad określeniem wpływu różnych sposobów odchwaszczania na plonowanie pora, jego trwałość przechowalniczą oraz wartość odżywczą po zbiorze i po przechowywaniu. Porównywano następujące metody odchwaszczania: zabiegi mechaniczne, zabiegi mechaniczne + stymulator wzrostu, mulczowanie gleby włókniną ściółkującą i czarną folią oraz pielenie ręczne. Po zbiorze por przechowywano w temperaturze 0°C, przez 124–150 dni, zależnie od roku, a po przechowaniu sortowano na następujące frakcje: rośliny handlowe, z widocznymi chorobowymi plamami oraz zgniłe, a także określano naturalne ubytki masy. Po zbiorze i po przechowywaniu w porach określano zawartość suchej masy, cukrów ogółem i fenoli rozpuszczalnych. Największy plon handlowy bezpośrednio po zbiorze uzyskano z roślin mulczowanych czarnymi materiałami. Po przechowywaniu najwięcej porów handlowych otrzymano z kontroli i pielonych ręcznie w czasie uprawy. Analizy chemiczne wykazały, że po zbiorze najwięcej suchej masy i cukrów ogółem zawierały pory pielone ręcznie, a po przechowywaniu pory mulczowane czarną folią i włókniną. Po zbiorze, największą zawartość fenoli rozpuszczalnych zanotowano w porach pielonych mechanicznie z dodatkowym opryskiwaniem stymulatorem wzrostu, a po przechowywaniu w pielonych mechanicznie.

Słowa kluczowe: por, metoda ochrony przed chwastami, plon, przechowywanie, wartość odżywcza

Abstract

In the years 2012–2014, at The National Institute of Horticultural Research in Skierniewice, research was carried out on determining the impact of various methods of weeding on leek yield, its storage stability and nutritional value after harvest and storage. In the field experiments the following methods were compared: mechanical treatments, mechanical treatments + growth stimulator, soil mulching with polypropylene and black foil and hand weeding. After harvest the leek were storage at the temperature 0°C for 124–150 days depending on the year and after the storage it was sorted as: marketable leeks and plants with diseases symptoms and rotten plants, and also leek's natural weight loss was determined. After harvest and after storage, the content of dry matter, total sugars and soluble phenols in leeks was determined. The highest marketable yield immediately after harvest was obtained from plants mulched with black materials. After storage, the most marketable leeks were obtained from the control and hand weeded during cultivation. Chemical composition of leek was analysed after harvest and after the storage period. After harvest the highest yield from leek grown in black mulch were obtained and after the storage from control and hand weeding. Chemical analyses showed that the highest dry matter and total sugars contents were found in leek weeded by hand, and after storage mulched with black and polypropylene foil. After harvest, the highest content of soluble phenols was recorded in leek weeded mechanically and treated additionally with a growth stimulator, and after the storage – in mechanically weeded leeks.

Key words: leek, weed control, yield, storage ability, nutritional value

Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
*corresponding author: joanna.golian@inhort.pl
ORCID: [A]0000-0003-0797-5495, [B]0000-0002-5315-7496, [C]0000-0003-4499-6404

Wstęp / Introduction

Ochrona przed chwastami jest jednym z ważniejszych elementów technologii produkcji warzyw. Por (*Allium porrum* L.) zaliczany jest do roślin wrażliwych na zachwaszczenie i wymaga efektywnej ochrony przed chwastami (Anyszka i wsp. 2008). Charakteryzuje się wolnym tempem wzrostu w początkowym okresie wegetacji, długim okresem uprawy, a ponadto ma wzniesiony pokrój i wąskie blaszki liściowe, przez co słabo zakrywa powierzchnię gleby w międzyrzędziach od wschodów aż do zbioru (Dobrzański i wsp. 1997). Duża powierzchnia wolnej przestrzeni glebowej wokół roślin pora stwarza dobre warunki do wzrostu chwastów. Szczególnie niebezpieczne są chwasty występujące od początku uprawy do połowy okresu wegetacji (Dobrzański i Adamczewski 2009a), np. *Chenopodium album*, *Capsella bursa-pastoris*, *Galinsoga parviflora*, *Amaranthus retroflexus*. Niekontrolowane zachwaszczenie na plantacjach pora może obniżyć plon nawet do 59%, a okres największej konkurencji chwastów przypada między 5. a 7. tygodniem od sadzenia rozsady. Sama obecność perzu (*Elymus repens*) w uprawach warzyw może obniżyć plon o ponad 30–40%, a w przypadku roślin wrażliwych na zachwaszczanie straty mogą być znacznie wyższe (Adamicki i Dobrzański 1999), np. według Volchkevich (2010) na plantacji cebuli chwasty dwuliścienne mogą obniżyć plon o 55,2–81,6%. Istotnym trendem, wpływającym na poprawę bezpieczeństwa zdrowotnego żywności staje się minimalizacja zużycia chemicznych środków ochrony roślin i ograniczanie ich niekorzystnego wpływu na ludzi i środowisko (Pruszyński i wsp. 2012; Sosnowska i wsp. 2016). Wśród niechemicznych metod zwalczania chwastów najczęściej stosowane jest pielenie mechaniczne. Gdy zabiegi te są wykonywane w odpowiednich warunkach i odpowiednich terminach, mogą być jedną z głównych metod ochrony przed chwastami, zwłaszcza dla warzyw uprawianych z rozsady lub stanowić uzupełnienie innych metod. Pielenie mechaniczne w międzyrzędziach roślin powinno być wykonywane możliwie płytko, jednocześnie każda kolejna uprawka powinna być przeprowadzona nie głębiej od poprzedniej, aby nie wyciągać niżej położonych nasion chwastów, co pobudzałoby je do kiełkowania. Zabiegi mechaniczne w międzyrzędziach powinny być wykonywane w odległości przynajmniej 5 cm od rośliny uprawnej, aby uniknąć uszkodzeń systemu korzeniowego (Dobrzański i Adamczewski 2009a). Obecnie dostępne są już pielniki, które usuwają chwasty także w rzędach (Dziubański i wsp. 2013). Zbyt częste pielenia mechaniczne mogą doprowadzić do przesuszenia gleby, a także do jej degradacji (Dobrzański i Adamczewski 2006; Woźnica 2008). Zachwaszczenie można także ograniczać poprzez mulczowanie gleby różnymi materiałami nieorganicznymi, np. czarną włókniną polipropylenową bądź czarną folią polietylenową, ograniczającymi dostęp światła do powierzchni gleby (Locher i wsp. 2005). Materiały te charakteryzują się dużą trwałością, a okres ich użytkowania wynosi od 1 do 3 lat (Buczkowska 1999; Bond i Grundy 2001; Woźnica 2008). Główną wadą ściółek nieorganicznych jest ich wysoki koszt, szczególnie jeśli plantacje zajmują duże powierzchnie, a także konieczność zdejmowania i usuwania z pola po zakończeniu uprawy, ponieważ pozostałości folii czy włókniny mogą rozkładać się w glebie przez wiele lat (Dobrzański i Adamczewski 2009a). Glebę można także ściółkować różnego rodzaju foliami bądź włókninami ulegającymi biodegradacji, które mogą być ekologiczną alternatywą dla materiałów konwencjonalnych, używanych do produkcji folii czy włóknin.

Por jest wartościowym warzywem, zawiera duże ilości cennych składników odżywczych (Stępniak i wsp. 2020). Trwałość pozbiorcza pora uzależniona jest od czynników występujących w czasie wegetacji i warunkujących jakość pora, jak i od warunków utrzymywanych w czasie przechowywania. Por może być przechowywany w warunkach chłodniczych przez okres zimy, a długość okresu przechowywania ma istotne znaczenie dla zapewnienia ciągłości dostaw tego surowca na rynek, przez jak najdłuższy okres czasu. Jakość i wartość handlowa przechowywanych warzyw decydują o ich wartości żywieniowej i przydatności do spożycia (Przerwa 2015).

Celem badań było określenie wpływu niechemicznych metod ochrony przed chwastami na ograniczanie zachwaszczenia, trwałość przechowalniczą i wartość odżywczą pora uprawianego z rozsady.

Materiały i metody / Materials and methods

Badania przeprowadzono w Instytucie Ogrodnictwa – Państwowym Instytucie Badawczym w Skierniewicach, w latach 2012–2014. Doświadczenia polowe zakładano na glebie typu Luvisols (płowej), wytworzonej z utworów piaskowych na glinie zwałowej (klasa bonitacyjna IVa), zawierającej 1,3–1,5% substancji organicznych, o pH 6,3–6,5. Takie gleby są typowe dla wielu regionów Polski, głównie dla obszarów nizinnych. Jest na nich uprawiana większość gatunków warzyw. Porównywano efektywność takich metod ochrony, jak: odchwaszczanie mechaniczne, odchwaszczanie mechaniczne w połączeniu z zastosowaniem stymulatora wzrostu Asahi SL, mulczowanie gleby czarną włókniną (PP) i czarną folią polietylenową (PE) oraz pielenie ręczne. Por, odmiany Porbella, sadzono 24.05.2012 i 21.05.2013 roku, w rozstawie 40 × 15 cm. Powierzchnia poletek odchwaszczanych mechanicznie wynosiła 12,15 m^2, mulczowanych włókniną i folią 5,4 m^2, pielonych ręcznie 9 m^2, a wyniki z tych poletek przeliczano na powierzchnię 100 m^2. Zabiegi mechaniczne w czasie uprawy wykonywano na głębokość 2–3 cm, przy użyciu pielnika ciągnikowego „Ecopielnik EP-4", wyposażonego w tradycyjne elementy pielące (gęsiostopki i noże kątowe) oraz elementy palcowe i torsyjne. Wykonywano 2–3 zabiegi mechaniczne

(po 20–31, 48–49 i 73 dniach od sadzenia), w zależności od dynamiki pojawiania się chwastów w poszczególnych latach. Stymulator wzrostu Asahi SL stosowano trzykrotnie w dawce 0,5 l/ha. Pierwszy zabieg wykonano trzy tygodnie po sadzeniu rozsady w fazie 4–5 liści pora, kolejne w odstępach co trzy tygodnie, w fazach 5–6 oraz 7–8 liści pora. Do mulczowania gleby wykorzystywano czarną folię ściółkującą, wytwarzaną z polietylenu (grubość 0,05 mm) i czarną włókninę polipropylenową (50 g/m^2), które nakładano ręcznie, bezpośrednio przed sadzeniem rozsady. Rozsadę sadzono w otwory, wycięte w odpowiedniej rozstawie rzędów, odpowiadającej rozstawie roślin na poletkach nieściółkowanych. Pielenie ręczne wykonywano systematycznie, krótko po wschodach chwastów, 7–8 razy w ciągu sezonu, w zależności od stopnia zachwaszczenia. W czasie prowadzenia doświadczeń monitorowano warunki atmosferyczne, mierzono i rejestrowano temperaturę powietrza i gleby oraz ilość opadów. Wyniki pomiarów pozyskiwano z Wydziałowej Stacji Doświadczalnej, stanowiącej zaplecze naukowo-dydaktyczne Wydziału Rolnictwa i Biologii Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, położonej w sąsiedztwie pola doświadczalnego (rys. 1).

W badaniach określano liczbę chwastów metodą ramkowo-wagową, po 47–49 dniach od sadzenia pora, a zachwaszczenie wtórne (w %) po 147–153 dniach. Por zbierano jednorazowo po 151–154 dniach od sadzenia, określając plon handlowy i niehandlowy. Bezpośrednio po zbiorze przycinano korzenie na długość około 1 cm, a liście na długość około 50 cm oraz pobierano próby do przechowywania i do analiz na zawartość składników odżywczych.

Doświadczenia przechowalnicze zakładano w 4 powtórzeniach, do każdego wybierano losowo po 10 kg roślin pora. Rośliny układano poziomo w skrzynkach uniwersalnych, wyłożonych folią polietylenową (PE) i umieszczano w chłodni w temperaturze 0°C. Trwałość przechowalniczą pora określano po 124–150 dniach przechowywania. Po tym okresie określano udział porów handlowych, porów z widocznymi plamami chorobowymi tkanek oraz zgniłych (z miękką, rozciekającą tkanką), a także liści zżółkniętych, zgniłych i nadgniłych w ogólnej masie przechowywanego towaru. Straty określano w stosunku do masy użytej do przechowania.

Wartość odżywczą pora oznaczano bezpośrednio po zbiorze i po przechowywaniu. Analizy na zawartość składników odżywczych wykonywano zgodnie z przyjętymi metodami. Oznaczano zawartość suchej masy (metodą suszarkowo-wagową – suszenie w temperaturze do 104°C, przez 24 h), cukrów ogółem w % (metodą Luffa-Schoorla, wg PN-A-75101-07:1990) i fenoli rozpuszczalnych [(mg/100 g świeżej masy, metodą z odczynnikiem Folin'a-Ciocalteu wg Lee i wsp. (1995) oraz Vinson'a i wsp. (1998)].

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej za pomocą analizy wariancji, korzystając z programu STATISTICA v. 13.0. Do porównania istotności średnich zastosowano test Newmana-Keuls'a (p = 0,05). W tabelach wyników podano oznaczenia literowe, które wskazują na istotność różnic statystycznych pomiędzy danymi poddanymi analizie.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Rejon Skierniewic charakteryzuje się warunkami klimatycznymi typowymi dla całego obszaru nizinnego Polski. Charakter nizinny pozwala na swobodny przepływ mas powietrza, przeważają wiatry zachodnie i południowo-zachodnie. Temperatury kształtują się pod wpływem mas powietrza kontynentalnego, jak i oceanicznego. Skierniewi-

Rys. 1. Warunki pogodowe w latach 2012–2013, podczas trwania doświadczeń polowych w uprawie pora z rozsady
Fig. 1. Weather conditions during the years of 2012–2013, during conducting of experiment in leek

ce leżą w strefie najniższych opadów w Polsce. W latach o niskich opadach utrudniony jest prawidłowy wzrost roślin warzywnych, zwłaszcza gatunków o wysokich potrzebach wodnych. Szczególnie groźne są susze w początkowym okresie wzrostu, a także w okresach największego zapotrzebowania roślin na wodę.

Temperatury w okresie wegetacji były sprzyjające dla wzrostu i rozwoju pora, ale także sprzyjały rozwojowi chwastów (rys. 1). Nie zanotowano zbyt niskich ani ekstremalnie wysokich temperatur.

W uprawie pora z rozsady w obu latach badań zaobserwowano 13 gatunków chwastów jednorocznych, występujących w różnym nasileniu (rys. 2). W największej liczbie występowały takie gatunki, jak *C. bursa-pastoris* i *Erodium cicutarium* (55,6–56%). W mniejszym nasileniu (4,7–10 szt./m^2) występowały także chwasty, jak *Ch. album*, *Matricaria maritima* subsp. *inodora*, *G. parviflora*, *Senecio vulgaris* i *Lamium amplexicaule*. W ilości poniżej 3 szt./m^2 pojawiały się *Thlaspi arvense*, *Sinapis arvensis*, *Urtica urens*, *Fallopia convolvulus*, *A. retroflexus* i gatunek jednoliścienny *Echinochloa crus-galli*. Średnia masa chwastów ogółem po 47–49 dniach od sadzenia pora wynosiła 25,4 t/ha, przy czym zanotowano duże różnice między latami. Spowodowane były one głównie różną zasobnością glebowego banku nasion chwastów w zależności od pola, na którym w danym roku zakładano doświadczenie. Wszystkie gatunki chwastów, zwłaszcza te występujące w większym nasileniu, są często spotykane w uprawach roślin warzywnych. Donoszą o tym m.in. Anyszka (2004) oraz Kosson i wsp. (2012). Dobrzański (1994) podaje, że zbiorowiska chwastów roślin warzywnych są do siebie podobne, ze względu na to, że rośliny te są siane bądź sadzone głównie wiosną, często w szerokiej rozstawie rzędów i przeważnie słabo pokrywają powierzchnię międzyrzędzi. Ponadto wiele gatunków chwastów przystosowuje swój cykl rozwojowy do cyklu rośliny uprawnej.

Zastosowane w badaniach różne metody ochrony ograniczały występowanie chwastów lub eliminowały je całkowicie, co poprawiało warunki wzrostu pora. Całkowitą redukcję chwastów zapewniało pielenie ręczne, wykonywane systematycznie przez cały okres wegetacji, w miarę pojawiania się chwastów (rys. 3). Ta metoda umożliwia usuwanie chwastów zarówno z rzędów roślin, jak i z międzyrzędzi, jednak ma też wiele wad, które uniemożliwiają wykorzystywanie jej na dużych powierzchniach, gdyż jest to metoda bardzo czasochłonna i pracochłonna, co w rezultacie przekłada się na jej wysoki koszt (Woźnica 2008). Według Dobrzańskiego i Adamczewskiego (2009a), zasadniczą rolę w strategii niechemicznego regulowania zachwaszczenia powinny odgrywać zabiegi mechaniczne i fizyczne, wykonywane przed siewem lub sadzeniem, a także interwencyjne w czasie wegetacji roślin. W doświadczeniach zabiegi mechaniczne skutecznie ograniczały zachwaszczenie w uprawie pora. W obiektach pielonych mechanicznie, zarówno bez dodatku, jak i z dodatkiem stymulatora wzrostu Asahi SL, zanotowano łącznie 41,6–56,3 sztuk chwastów na 1 m^2, natomiast w kontroli liczba chwastów wynosiła 161,9 szt./m^2. Na poletkach obserwowano głównie takie gatunki, jak: *C. bursa-pastoris*, *T. arvense*, *S. vulgaris* i *E. cicutarium*. W nieco mniejszej ilości pojawiały się też *Ch. album*, *U. urens*, *L. amplexicaule*, *M. maritima* subsp. *inodora* i *E. crus-galli*. Dobrzański i Adamczewski (2009a) donoszą, że zabiegi mechaniczne bardzo skutecznie niszczą chwasty, jednak efekty ich działania są krótkotrwałe, bowiem w trakcie tych zabiegów nasiona chwastów z większych głębokości przemieszczane są do górnych warstw gleby, z których łatwo kiełkują.

Dużą skuteczność w ograniczaniu zachwaszczenia otrzymano także pod wpływem mulczowania gleby, zarówno grubszą włókniną polipropylenową, jak i cieńszą czarną folią polietylenową. Materiały te niemal całkowicie hamowały wzrost chwastów, a efekty utrzymywały się przez cały okres wegetacji. Po 47–49 dniach od sadzenia włóknina ściółkująca ograniczała liczbę chwastów o 98,9%, a czarna folia o 99,5%, w porównaniu do kontroli. Chwasty pojawia-

Rys. 2. Liczba chwastów w uprawie pora z rozsady, po 47–49 dniach od sadzenia (średnia z lat 2012–2013)
Fig. 2. The number of weeds, at 47–49 days after leek planting (means for 2012–2013)

ły się głównie w otworach folii czy włókniny, wokół rośliny uprawnej. W obu latach badań, pojawiały się takie gatunki chwastów, jak: *Ch. album*, *C. bursa-pastoris*, *G. parviflora*, *L. amplexicaule*, a w 2012 roku, w którym zachwaszczenie było większe, także *T. arvense*, *E. cicutarium*, *S. arvensis* i *E. crus-galli*. O wysokiej skuteczności materiałów ściółkujących w zapobieganiu zachwaszczenia donoszą różni autorzy: Buczkowska (1999) w uprawie papryki mulczowanej materiałami syntetycznymi, Wierzbicka i wsp. (2001) w uprawie sałaty masłowej oraz Dobrzański i Anyszka (2006) w uprawie kapusty głowiastej, pomidora z rozsady i selera korzeniowego mulczowanych folią biodegradowalną.

Wszystkie metody ochrony przed chwastami istotnie zmniejszały zachwaszczenie wtórne w uprawie pora (rys. 4). W porze nieodchwaszczanym (kontrola), zachwaszczenie wtórne ogółem wynosiło 17,7% pokrycia gleby. W strukturze zachwaszczenia wtórnego pora niepielonego dominowała *E. cicutarium*. W najmniejszym stopniu, nieprzekraczającym 1% pokrycia gleby występowały: *Ch. album*, *G. parviflora*, *L. amplexicaule* i *A. retroflexus*. Na poletkach

1. Zabiegi mechaniczne (2-3x) – Mechanical treatments (2-3x)
2. Zabiegi mechaniczne (2-3x) + Asahi SL (3 x 0,5 l/ha) – Mechanical treatments (2-3x) + Asahi SL (3 x 0.5 l/ha)
3. Mulczowanie włókniną – Polypropylene mulching
4. Mulczowanie czarną folią – Black polyetylene mulching
5. Pielenie ręczne – Hand weeding
6. Kontrola – Check

Rys. 3. Liczba chwastów poszczególnych gatunków w uprawie pora z rozsady, po 47–49 dniach od sadzenia, przed II zabiegiem mechanicznym (średnia z lat 2012–2013)
Fig. 3. The number of weed species in leek, at 47–49 days after planting, before the 2nd mechanical treatment (means for 2012–2013)

1. Zabiegi mechaniczne (2-3x) – Mechanical treatments (2-3x)
2. Zabiegi mechaniczne (2-3x) + Asahi SL (3 x 0,5 l/ha) – Mechanical treatments (2-3x) + Asahi SL (3 x 0.5 l/ha)
3. Mulczowanie włókniną – Polypropylene mulching
4. Mulczowanie czarną folią – Black polyetylene mulching
5. Pielenie ręczne – Hand weeding
6. Kontrola – Check

Rys. 4. Zachwaszczenie wtórne, przed zbiorem pora z rozsady (średnia z lat 2012–2013)
Fig. 4. Secondary weed infestation before leek harvest (means for 2012–2013)

mulczowanych włókniną ściółkującą i czarną folią nie obserwowano chwastów. W czasie wieloletnich obserwacji zachwaszczenia wtórnego, wykonywanych w 13 gatunkach roślin warzywnych, takich jak: cebula z siewu, por z siewu, czosnek wiosenny, czosnek jesienny, burak ćwikłowy, marchew, pietruszka, seler, fasola, groch zielony, pomidor, papryka, ogórek i kapusta głowiasta późna Dobrzański i wsp. (1997) wykazali, że por był jedną z roślin, w których zachwaszczenie wtórne było największe. Autorzy ci donoszą, że w skład zachwaszczenia wtórnego wchodzą głównie gatunki ciepłolubne, które wymagają wysokiej temperatury do kiełkowania m.in.: *G. parviflora* i *Galinsoga quadriradiata*, *C. bursa-pastoris*, *Digitaria sanguinali*, *Setaria pumila* i *Setaria viridis*, *Solanum nigrum*, *A. retroflexus*. Spotykane są także inne gatunki, które łatwo przystosowują się do zmiennych warunków środowiska, występujące zarówno w zachwaszczeniu pierwotnym, jak i wtórnym, np. *Ch. album*, *M. maritima* subsp. *inodora*, *F. convolvulus*, *C. bursa-pastoris*, *S. arvensis* czy *Euphorbia helioscopia* (Dobrzański i Adamczewski 2009b; Gołębiowska i Skorupa 2013). Obserwowane w ostatnich latach zmiany klimatyczne, przyczyniły się do wydłużenia okresu wegetacyjnego, co prowadzi do wzrostu zagrożenia zachwaszczeniem wtórnym. Wzrost temperatur, w porównaniu do średnich wieloletnich wpływa na wcześniejszą wegetację roślin o około 10 dni (Kundzewicz i Kozyra 2011).

Wielkość plonów pora z rozsady zależała w znacznym stopniu od metody ochrony przed chwastami. Wszystkie metody odchwaszczania wpłynęły istotnie na zwiększenie plonowania pora (tab. 1). Największe plony (ogólny i handlowy), uzyskano z upraw prowadzonych na glebie mulczowanej włókniną i czarną folią. Były one istotnie większe od plonów z kontroli, jak i upraw porów odchwaszczanych innymi metodami. Plon ogólny w tych obiektach był większy o 81,9–88,6% od plonów z kontroli, a plon handlowy o 98,8–99,2%. W pozostałych obiektach udział plonu handlowego w plonie ogólnym wynosił 98–98,4%, podczas gdy w porze niepielonym (kontrola) 95,1%. W literaturze można znaleźć wiele doniesień na temat wpływu mulczowania gleby czarnymi materiałami na plonowanie warzyw. O pozytywnym wpływie ściółek syntetycznych (włókniny polipropylenowej oraz folii polietylenowej) na plon papryki donoszą Franczuk i wsp. (2015). Autorzy ci podają, że owoce z roślin ściółkowanych włókniną były dłuższe, natomiast ściółkowane folią miały grubszy perykarp. Korzystny wpływ zastosowania czarnych ściółek na wysokość plonowania roślin warzywnych potwierdzają też inni autorzy, m.in.: papryki (Buczkowska 1999; Locher i wsp. 2005), selera korzeniowego (Kaniszewski i Kowalski 2013), selera naciowego (Adamczewska-Sowińska i Kołota 2010), fasoli szparagowej (Kosson i wsp. 2012), cukinii (Kołota 2001), pomidora mulczowanego włókniną polipropylenową (Majkowska-Gadomska i Arcichowska 2010), kapusty głowiastej mulczowanej folią biodegradowalną (Dobrzański i Anyszka 2006), selera mulczowanego tekstylną włókniną biodegradowalną (Kaniszewski i wsp. 2011). Pozytywny

Tabela 1. Wpływ metod ochrony przed chwastami na plonowanie pora z rozsady (średnia z lat 2012–2013)
Table 1. The influence of weed management on the yield of transplanted leek (means for 2012–2013)

Metoda ochrony przed chwastami Weed management method	Plon ogólny – Total yield		Plon handlowy – Marketable yield		
	[kg/100 m^2]	[%]	[kg/100 m^2]	[%]	udział w plonie ogólnym share in total yield [%]
Zabiegi mechaniczne Mechanical treatments	550,5 b*	141,6	539,3 b	145,9	98,0
Zabiegi mechaniczne + Asahi SL – 3 × 0,5 l/ha Mechanical treatments + Asahi SL – 3 × 0.5 l/ha	549,8 b	141,4	539,7 b	146,0	98,2
Włóknina ściółkująca Polypropylene mulching	707,3 a	181,9	701,7 a	189,8	99,2
Czarna folia Black polyetylene mulching	733,2 a	188,6	724,8 a	196,1	98,8
Pielenie ręczne Hand weeding	617,6 b	158,9	607,5 b	164,4	98,4
Kontrola Check	388,8 c	100	369,6 c	100	95,1

Współczynnik korelacji między liczbą chwastów a plonem ogólnym pora R = –0,796
Correlation coefficient between the number of weeds and the total leek yield R = –0.796

*wartości w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie, przy poziomie α = 0,05 według 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

wpływ ściółkowania gleby materiałami nieprzepuszczającymi światła może być spowodowany zmianą mikroklimatu wokół roślin – zwiększeniem temperatury i utrzymaniem wilgotności, co przyczynia się do poprawy warunków ich wzrostu. Ponadto, czarny kolor tych materiałów przyspiesza także nagrzewanie się gleby w porównaniu z glebą nieściółkowaną (Locher i wsp. 2005; Grundy i Bond 2007) oraz chroni przed wahaniami temperatur w glebie. Poza licznymi doniesieniami o pozytywnym wpływie mulczowania gleby na plonowanie roślin, w literaturze można znaleźć także prace, w których autorzy wskazują na brak istotnych różnic w wielkości plonu pod wpływem ściółkowania, np. czarną folią w ogórku gruntowym (Spiżewski i wsp. 2010), czy włókniną polipropylenową w sałacie łodygowej (Rekowska 2011).

Nieco mniejsze plony pora otrzymano z obiektów pielonych mechanicznie oraz pielonych mechanicznie z dodatkowym opryskiwaniem stymulatorem wzrostu Asahi SL (549,8–550,5 kg/100 m^2). Różnice nie były jednak statystycznie istotne w porównaniu do porów pielonych ręcznie (617,6 kg/100 m^2). Plon ogólny pora pielonego mechanicznie był o 41,4–41,6% większy od plonu z kontroli. Pozytywny wpływ spulchniania gleby na wzrost i plonowanie kapusty głowiastej potwierdza Anyszka (2004), który donosi o wzroście plonu o ponad 10% po wykonaniu jednego pielenia mechanicznego w międzyrzędziach (i ręcznego pielenia w rzędach), a także dwóch pieleń mechanicznych. W badaniach Grudnia i Rumpla (1981) 3–4-krotne płytkie spulchnianie gleby na głębokość 1–3 cm w uprawie białej kapusty głowiastej z rozsady, powodowało wzrost plonów, jednak przy głębszej uprawie międzyrzędowej lub jej zaniechaniu obserwowano tendencję do zmniejszania plonu kapusty. Dość silną zależność między liczbą chwastów w uprawie pora a wielkością plonu potwierdza współczynnik korelacji Pearsona, który wynosi R = –0,796. Ujemna korelacja między plonem rośliny uprawnej a liczbą chwastów oznacza, że w miarę wzrostu liczby chwastów na jednostce powierzchni, wyraźnie maleje plon ogólny pora.

Wpływ metod ochrony przed chwastami na wielkość i jakość plonu warzyw nie jest dobrze poznany. W literaturze nie ma wielu doniesień na ten temat, zwłaszcza dotyczących roślin warzywnych. Część autorów wskazuje, że warzywa uprawiane systemem ekologicznym mają lepszą wartość odżywczą i lepsze właściwości zdrowotne niż produkowane pozostałymi metodami (Duthie i wsp. 2000; McNaughton i Marks 2003). Inni natomiast wyrażają opinię, że wartość zdrowotna jest zbliżona, bez względu na sposób uprawy (Brandt i wsp. 2011; Seljåsen i wsp. 2013).

Bezpośrednio po zbiorze największą zawartość suchej masy stwierdzono w porach pielonych ręcznie i mulczowanych włókniną, a po przechowaniu w porach mulczowanych czarną folią i w kontroli (tab. 2). Wiele doniesień literaturowych wskazuje na brak istotnego wpływu mulczowania włókniną polipropylenową na zawartość suchej masy w warzywach, np. w owocach papryki i oberżyny (Adamczewska-Sowińska i Kołota 2010), czy w uprawie ogórka gruntowego (Spiżewski i wsp. 2010). Inne badania wskazują na istotne zmniejszenie zawartości suchej masy w owocach papryki mulczowanej włókniną i czarną folią (Franczuk i wsp. 2015) oraz oberżyny mulczowanej folią polietylenową (Adamczewska-Sowińska i Kołota 2010; Franczuk i wsp. 2015). Po okresie przechowywania pora obserwowano mniejszą zawartość suchej masy niż po zbiorze, przy czym najmniejszą jej zawartość stwierdzono w porach pielonych mechanicznie, zarówno bez, jak i z dodatkowym opryskiwaniem stymulatorem Asahi SL. O niewielkim spadku zawartości suchej masy w różach brokułu w czasie przechowywania, zarówno w normalnej, jak i kontrolowanej atmosferze, donoszą Badełek i wsp. (2010).

Najwięcej cukrów ogółem po zbiorze, zawierały pory pielone ręcznie (tab. 2). Po przechowaniu zawartość cukrów ogółem była mniejsza niż w porach bezpośrednio po zbiorze, a najmniej tych związków, w obu terminach, notowano w porach odchwaszczanych mechanicznie. W porze świeżym, mulczowanym w czasie uprawy różnymi materiałami, zawartość cukrów ogółem była mniejsza, a po okresie przechowywania większa niż w kontroli. W badaniach Franczuk i wsp. (2015) wykazano, że ściółki syntetyczne sprzyjały gromadzeniu cukrów w owocach papryki. Kosterna i wsp. (2010) także donoszą o istotnym zwiększeniu zawartości cukrów w owocach melona mulczowanych folią polietylenową oraz włókniną polipropylenową w porównaniu z owocami zebranymi z roślin kontrolnych.

Wielu autorów wskazuje, że sposób uprawy może mieć wpływ na zawartość związków fenolowych w warzywach, przy czym większą zawartość mają warzywa uprawiane ekologicznie, w porównaniu do tych z upraw konwencjonalnych. Takie dane uzyskano np. dla cebuli (Duthie i wsp. 2000), czy pomidora (McNaughton i Marks 2003). Zawartość fenoli rozpuszczalnych bezpośrednio po zbiorze była największa w roślinach odchwaszczanych mechanicznie, z dodatkowym opryskiwaniem stymulatorem Asahi SL. Dużą zawartość tych związków miały także pory mulczowane czarną folią. Po okresie przechowywania zawartość fenoli rozpuszczalnych w porze była większa niż bezpośrednio po zbiorze, bez względu na sposób ochrony przed chwastami. W tym czasie najwięcej fenoli rozpuszczalnych stwierdzono w porach odchwaszczanych wyłącznie mechanicznie, a najmniej w porach mulczowanych czarną folią i pielonych ręcznie. O mniejszej zawartości fenoli w warzywach liściowych i korzeniowych, po okresie krótkotrwałego przechowywania w optymalnych warunkach, piszą Leja i wsp. (1998). Autorzy wskazują na znaczny wzrost zawartości związków fenolowych w kapuście wczesnej, sałacie szklarniowej oraz korzeniach marchwi. Wraz ze wzrostem zawartości związków fenolowych autorzy obserwowali

Tabela 2. Wartość odżywcza porów po zbiorze i po przechowywaniu, w zależności od sposobu odchwaszczania (średnia z lat 2012–2014)
Table 2. Content of some components in leek after harvest and after thestorage, depending on weed control method (means for 2012–2014)

Metoda ochrony przed chwastami Weed management method	Sucha masa Dry matter [% ś.m. – % FM]	Cukry ogółem Total sugars [% ś.m. – % FM]	Fenole rozpuszczalne Soluble phenols [mg/100 g ś.m. – mg/100 g FM]
	po zbiorze – after harvest		
Zabiegi mechaniczne Mechanical treatments	18,7 b*	14,1 c	32,0 b
Zabiegi mechaniczne + Asahi SL – 3 × 0,5 l/ha Mechanical treatments + Asahi SL – 3 × 0.5 l/ha	20,5 b	15,5 b	36,7 a
Włóknina ściółkująca Polypropylene mulching	20,8 a	14,9 b	33,3 b
Czarna folia Black polyetylene mulching	19,4 b	14,4 bc	35,5 ab
Pielenie ręczne Hand weeding	21,3 a	16,5 a	32,4 b
Kontrola Check	20,6 b	15,5 b	31,1 b
	po przechowaniu (124–150 dni w temperaturze 0°C) after the storage (124–150 days at the temperature 0°C)		
Zabiegi mechaniczne Mechanical treatments	15,4 b *	8,4 b	65,2 a
Zabiegi mechaniczne + Asahi SL – 3 × 0,5 l/ha Mechanical treatments + Asahi SL – 3 × 0.5 l/ha	15,7 b	8,8 b	51,5 b
Włóknina ściółkująca Polypropylene mulching	17,0 a	11,0 a	52,5 b
Czarna folia Black polyetylene mulching	17,4 a	11,6 a	46,2 c
Pielenie ręczne Hand weeding	16,7 a	10,6 ab	46,8 c
Kontrola Check	17,4 a	10,5 ab	48,8 bc

*wartości w kolumnach dla terminów analiz oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie, przy poziomie $\alpha = 0,05$ według testu Newmana-Keuls'a – values in columns for the analisys terms, followed by the same letter are not significantly different at the 5% level, according to Newman-Keuls multiple range test

gwałtowny wzrost aktywności enzymów, odpowiedzialnych za ich utlenianie (Leja i wsp. 1995). Jednocześnie stwierdzili, że synteza związków fenolowych, krótko po rozpoczęciu przechowywania warzyw liściowych, mogła sygnalizować procesy starzenia roślin, jeszcze przed wystąpieniem ich wizualnych objawów. Inni autorzy potwierdzają, że synteza związków fenolowych, a następnie ich utlenianie i polimeryzacja mogą prowadzić do zmian w tkankach, powodując ich ciemnienie, a w kolejnym etapie lignifikację i nekrozy (Lipton 1987).

Adamicki i Czerko (2006) podają, że o wartości przechowalniczej warzyw decyduje przede wszystkim ich zdolność przechowalnicza, obejmująca zespół cech uwarunkowanych genetycznie. To głównie od niej zależy trwałość przechowalnicza warzyw, jednak wpływają na nią także inne czynniki, np. klimatyczne bądź agrotechniczne. W badaniach udział plonu handlowego w plonie ogólnym pora, po okresie przechowywania, wynosił od 51,4 do 64,2%, w zależności od sposobu odchwaszczania (rys. 5). Wśród roślin odchwaszczanych, najgorzej przechowywały się pory pielone mechanicznie z dodatkowym opryskiwaniem stymulatorem wzrostu Asahi SL. Z tego obiektu, po okresie przechowywania, otrzymano najmniej towaru handlowego (51,4%) i jednocześnie najwięcej porów zgniłych (19,0%), w porównaniu do pozostałych metod ochrony przez chwastami i kontroli. Mimo zaobserwowanej tendencji do spadku

Rys. 5. Udział frakcji pora w plonie ogólnym, po okresie przechowywania (średnie z lat 2013–2014)
Fig. 5. The share of leek fraction in total yield, after storage (means for 2013–2014)

udziału porów handlowych w materiale przechowywanym, udział porów z widocznymi plamami chorobowymi oraz liści zżółkniętych był mniejszy, niż w porach pielonych mechanicznie, bez stosowania stymulatora wzrostu. W porach pielonych wyłącznie mechanicznie, po okresie przechowywania stwierdzono największy udział roślin z plamami chorobowymi oraz z liśćmi zżółkniętymi. We wszystkich obiektach ubytki masy pora w czasie przechowywania były zbliżone (1,7–2,2%), jak również straty spowodowane gniciem liści pora (21,4–27,1%). Kosson i wsp. (2012) zauważyli, że w uprawie fasoli szparagowej, zarówno pielenie mechaniczne, jak i ręczne, nie wpływało na trwałość przechowalniczą strąków, w porównaniu do kontroli. Brak wpływu pielenia ręcznego na plon korzeni handlowych określany po okresie przechowywania pasternaku stwierdzili także Pałczyński i wsp. (2006). Jednocześnie cytowani autorzy obserwowali tendencję do zmniejszania gnicia warzyw pielonych ręcznie w czasie przechowywania. Jednak różnice te nie były istotne statystycznie. W badaniach własnych mulczowanie roślin włókniną i czarną folią nie miało wpływu na trwałość przechowalniczą pora, chociaż obserwowano niewielką tendencję do zmniejszenia udziału plonu handlowego po okresie przechowywania. Inne wyniki w uprawie fasoli szparagowej otrzymali Kosson i wsp. (2012), obserwując pozytywny wpływ włókniny ściółkującej na jej trwałość przechowalniczą.

Wnioski / Conclusions

1. Całkowite zniszczenie chwastów stwierdzono w obiektach pielonych ręcznie.
2. Pielenie mechaniczne skutecznie niszczyło chwasty, ale jego efekt działania był krótkotrwały.
3. Najwyższe plony pora uzyskano z obiektów ściółkowanych czarną włókniną i czarną folią oraz pielonych ręcznie.
4. Najlepiej przechowały się pory nieodchwaszczane oraz pielone ręcznie.
5. Bezpośrednio po zbiorze, największą zawartość suchej masy i cukrów ogółem stwierdzono w porach pielonych ręcznie, a fenoli rozpuszczalnych w porach pielonych mechanicznie, z dodatkowo stosowanym stymulatorem wzrostu Asahi SL.
6. Po przechowywaniu pora, we wszystkich obiektach stwierdzono wzrost zawartości fenoli rozpuszczalnych oraz spadek zawartości suchej masy i cukrów ogółem.
7. Po okresie przechowywania największą zawartość suchej masy i cukrów ogółem otrzymano w porach mulczowanych czarną folią i włókniną, a fenoli rozpuszczalnych w porach pielonych mechanicznie.
8. Biorąc pod uwagę wysokość plonów pora, ich wartość odżywczą i trwałość przechowalniczą należy stwierdzić, że najlepsze efekty otrzymano pod wpływem ściółkowania czarną folią i włókniną.

Literatura / References

Adamczewska-Sowińska K., Kołota E. 2010. Yielding and nutritive value of field cultivated eggplant with the use of living and synthetic mulches. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus 9 (3): 191–199.

Adamicki F., Czerko Z. 2006. Przechowalnictwo warzyw i ziemniaka. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 324 ss. ISBN 830-901-76-69.

Adamicki F., Dobrzański A. 1999. Cebula – technologia uprawy i przechowywania. Instytut Warzywnictwa, Skierniewice: 76–147, 291 ss. ISBN 83-912224-X.

Anyszka Z. 2004. Współdziałanie zabiegów mechanicznych i chwastów w integrowanej ochronie kapusty głowiastej przed chwastami. Nowości Warzywnicze 39: 135–140.

Anyszka Z., Pałczyński J., Dobrzański A., Kohut M. 2008. Supresja chwastów w uprawie współrzędnej pora (*Allium porrum* L.) i selera korzeniowego (*Apium graveolens* L. var. *rapaceum* Mill.). s. 256–264. W: „Poszukiwanie nowych rozwiązań w ochronie upraw ekologicznych" (E. Matyjaszczyk, red.). Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 393 ss.

Badełek E., Adamicki F., Kosson R. 2010. Jakość brokułu i zawartość związków prozdrowotnych w zależności od warunków przechowywania. Ogólnopolska Naukowa Konferencja Warzywnicza „Postęp w integrowanej produkcji warzyw kapustowatych". Skierniewice, 21 października 2010: 20–23.

Bond W., Grundy A.C. 2001. Non chemical weed management in organic farming systems. Weed Research 41 (5): 383–405. DOI: 10.1046/j.1365-3180.2001.00246.x

Brandt K., Leifert C., Sanderson R., Seal C.J. 2011. Agroecosystem management and nutritional quality of plant foods: the case of organic fruits and vegetables. Critical Reviews in Plant Sciences 30 (1–2): 177–197. DOI: 10.1080/07352689.2011.554417

Buczkowska H. 1999. Wpływ ściółkowania na zachwaszczenie w uprawie papryki słodkiej. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 466: 157–163.

Dobrzański A. 1994. Wpływ niektórych czynników środowiska, ze szczególnym uwzględnieniem wilgotności, na zachwaszczenie upraw warzyw. XVII Krajowa Konferencja „Przyczyny i źródła zachwaszczenia pól uprawnych". Olsztyn, 28–29 czerwca 1994: 117–124.

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., Adamczewski K. 2009a. Niechemiczne metody zwalczania chwastów. Stan obecny i perspektywy. Ekspertyza dostępna w serwisie www.agengpol.pl

Dobrzański A., Adamczewski K. 2009b. Wpływ walki z chwastami na bioróżnorodność agrofitocenoz. [The influence of weed control on agrophytocenosis biodiversity]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 49 (3): 982–995.

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

Dobrzański A., Anyszka Z., Pałczyński J. 1997. Niektóre aspekty wtórnego zachwaszczenia w uprawie warzyw. XXI Krajowa Konferencja Naukowa z cyklu „Rejonizacja chwastów segetalnych w Polsce" pt. „Zachwaszczenie wtórne roślin okopowych i ściernisk". Puławy, 22–23 września 1997, K (13): 89–101.

Duthie G.G., Duthie S.J., Kyle J.A. 2000. Plant polyphenols in cancer and hart disease: implications as nutritional antioxidants. Nutrition Research Reviews 13 (1): 79–106. DOI: 10.1079/095442200108729016

Dziubański S., Rabcewicz J., Białkowski P. 2013. Kierunki rozwoju elementów roboczych do mechanicznego zwalczania chwastów w uprawach ekologicznych. [New tools for the mechanical control of weeds in organic crops]. Inżynieria Rolnicza R 17, 3 (1): 47–58.

Franczuk J., Zaniewicz-Bajkowska A., Tartanus M. 2015. Wpływ ściółkowania gleby na wielkość i jakość plonu papryki słodkiej. Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi: infrastruktura i ekologia terenów wiejskich. Polska Akademia Nauk, Oddział w Krakowie, I/1: 19–31.

Gołębiowska H., Skorupa M. 2013. Problem zachwaszczenia wtórnego w warunkach integrowanej technologii produkcji kukurydzy. [The problem of secondary weed infestation in integrated production of corn]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 53 (3): 465–470. DOI: 10.14199/ppp-2013-047

Grudzień K., Rumpel J. 1981. Wpływ międzyrzędowej uprawy na plony warzyw (kapusta, cebula, marchew) w warunkach stosowania chemicznej walki z chwastami. Biuletyn Warzywniczy 25: 95–107.

Grundy A.C., Bond B. 2007. Use of non-living mulches for weed control. s. 135–153. W: Non – Chemical Weed Management: Principles, Concept and Technology (M.K. Upadhyaya, R.E. Blackshaw, red.). CABI International. ISBN 978-184-593-29-09. DOI: 10.1079/9781845932909.0000

Kaniszewski S., Babik I., Babik J. 2011. Wpływ nawadniania i ściółkowania na plon selera korzeniowego w uprawie ekologicznej. [Effect of irrigation and mulching on yield of celeriac in organic cultivation]. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 5: 147–156.

Kaniszewski S., Kowalski A. 2013. Wpływ ściółkowania oraz nawadniania kroplowego na plon selera korzeniowego. [The effect of mulching and drip irrigation on yield of celeriac]. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 58 (3): 244–247.

Kołota E. 2001. Wpływ zabiegów agrotechnicznych na plonowanie cukinii uprawianej z siewu. Materiały z XVIII Spotkania Zespołu Herbologicznego Komitetu Nauk Ogrodniczych Polskiej Akademii Nauk: 76–79.

Kosson R., Anyszka Z., Grzegorzewska M., Golian J. 2012. Wpływ metody ochrony fasoli szparagowej (*Phaseolus vulgaris* L.) przed chwastami na skład chemiczny strąków po ich przechowaniu. [Effect of weed control methods in snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) on chemical composition of pods after their storage]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 52 (4): 903–908. DOI: 10.14199/ppp-2012-155

Kosterna E., Zaniewicz-Bajkowska A., Rosa R., Franczuk J., Borysiak-Marciniak I., Chromińska K. 2010. Effect of black synthetic mulches on the fruit quality and selected components of nutritive value of melon. [Wpływ czarnych ściółek syntetycznych na jakość owoców i wybrane elementy wartości odżywczej melona]. Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus 9 (3): 27–36.

Kundzewicz Z.W., Kozyra J. 2011. Ograniczanie wpływu zagrożeń klimatycznych w odniesieniu do rolnictwa i obszarów wiejskich. [Reducing impacts of climatic threatsto agriculture and rural areas]. Polish Journal of Agronomy 7: 68–81.

Lee Y., Howard L.R., Villaón B. 1995. Flavonoids and antioxidant activity of fresh pepper (*Capsicum annum*) cultivars. Journal of Food Science 60 (3): 473–476. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1995.tb09806.x

Leja M., Mareczek A., Rożek S. 1995. Metabolic changes in certain biochemical compounds in short-term stored carrot root slices. Folia Horticulturae 7 (2): 69–82.

Leja M., Mareczek A., Rożek S., Wojciechowska R. 1998. Związki fenolowe jako biochemiczny wskaźnik pozbiorczego starzenia się warzyw. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie. Sesja Naukowa 57 (1): 181–185.

Lipton W.J. 1987. Senescence of leafy vegetables. Horticulture Science 22 (5): 854–859.

Locher J., Ombódi A., Kassai T., Dimeny J. 2005. Influence of colored mulches on soil temperature and yield of sweet pepper. European Journal of Horticultural Science 70 (3): 135–141.

Majkowska-Gadomska J., Arcichowska K. 2010. Plonowanie niektórych odmian pomidora polowego uprawianego na glebie ściółkowanej w rejonie Warmii. Materiały Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „Proekologiczna uprawa warzyw – problemy i perspektywy". Siedlce, 24–25 czerwca 2010: 117–118.

McNaughton S.A., Marks G.C. 2003. Development of a food composition database for the estimation of dietary intakes of glucosinolates, the biologically active constituents of cruciferous vegetables. British Journal of Nutrition 90 (3): 687–697. DOI: 10.1079/BJN2003917

Pałczyński J., Adamicki F., Dobrzański A. 2006. Wpływ herbicydów na zniszczenie chwastów, plon, jakość i trwałość przechowalniczą pasternaku. [Effect of herbicide treatments on wed control, yield, quality and storage ability of parsnip roots]. Folia Horticulturae. Suplement 2: 48–53.

PN-A-75101-07:1990. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości cukrów i ekstraktu bezcukrowego, 6 ss.

Pruszyński S., Bartkowski J., Pruszyński G. 2012. Integrowana ochrona roślin w zarysie. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu: 47–53, 56 ss. ISBN 978-83-60232-39-2.

Przerwa M. 2015. Innowacyjne metody przechowywania warzyw. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Radomiu, 28 ss. ISBN 978-83-63411-49-7.

Rekowska E. 2011. The effect of soil and plants covering with the polypropylene non-woven on the quantity and quality of yield of stem lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *augustana* Irish). [Wpływ okrywania gleby i roślin włókniną polipropylenową na wielkość i jakość plonu sałaty łodygowej (*Lactuca sativa* L. var. *augustana* Irish)]. Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus 10 (1): 3–11.

Seljåsen R., Kristensen H.L., Lauridsen C., Wyss G.S., Kretzschmar U., Birlouez-Aragonee I., Kahl J. 2013. Quality of carrots as affected by pre- and postharvest factors and processing. Journal of the Science of Food and Agriculture 93 (11): 2611–2626. DOI: 10.1002/jsfa.6189

Sosnowska D., Sobiczewski P., Zbytek Z., Czembor J. 2016. Integrowana produkcja roślin – korzyści i perspektywy. [Integrated plant production – benefits and prospects]. Progress in Plant Protection 56 (1): 114–119. DOI: 10.14199/ppp-2016-020

Spiżewski T., Frąszczak B., Kałużewicz A., Krzesiński W., Lisiecka J. 2010. The effect of black polyethylene mulch on yield of field-grown cucumber. [Wpływ ściółkowania gleby czarną folią na plonowanie ogórka gruntowego]. Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus 9 (3): 221–229.

Stępniak P.M., Skwaryło-Bednarz B., Kopacki M., Jamiołkowska A. 2020. Uprawa pora oraz jego wartości odżywcze, właściwości prozdrowotne i lecznicze. [Leek cultivation and its nutritional values, pro-health and medicinal properties]. Aura 10: 8–10. DOI: 10.15199/2.2020.10.2

Vinson J.A., Hao Y., Su X., Zubik L. 1998. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: vegetables. Journal of Agricultural and Food Chemistry 46 (9): 3630–3634. DOI: 10.1021/jf980295o

Volchkevich I. 2010. Progi szkodliwości jednorocznych chwastów dwuliściennych w uprawach cebuli. [Thresolds of annual broad-leaved weed plants harmfulness in bulb onion crops]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 50 (3): 1421–1426.

Wierzbicka B., Kuskowska M., Majkowska J. 2001. Wpływ stosowania osłon na stan zachwaszczenia w polowej uprawie sałaty. Materiały z XVIII Spotkania Zespołu Herbologicznego Komitetu Nauk Ogrodniczych Polskiej Akademii Nauk: 98–102.

Woźnica Z. 2008. Metody walki z chwastami. s. 87–127. W: Herbologia. Podstawy biologii, ekologii i zwalczania chwastów (M. Krupa, red.). Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 430 ss.