

*Eugeniusz Kołota, Katarzyna Adamczewska-Sowińska
Katedra Ogrodnictwa Akademii Rolniczej we Wrocławiu*

Ściółkowanie gleby w uprawie warzyw

Wstęp

Jednym z istotnych elementów intensyfikacji produkcji warzywniczej w uprawie polowej jest ściółkowanie gleby. Zabieg ten, przyczyniający się do wydatnej poprawy warunków wzrostu poprzez zmianę mikroklimatu powietrza i gleby w otoczeniu roślin, znany jest w praktyce warzywniczej już od dawna. W przeszłości w użyciu znajdowały się głównie ściółki organiczne, jak słoma, chwasty, torf, trociny, które wykorzystywano przede wszystkim w celu poprawy wilgotności gleby. Począwszy od lat pięćdziesiątych, szersze zastosowanie w produkcji ogrodniczej, w tym szczególnie w uprawie warzyw ciepłolubnych, jak pomidor, ogórek, papryka, oberżyna, melon, kukurydza cukrowa, znalazły ściółki syntetyczne. Największych korzyści ze ściółkowania gleby można oczekiwać w warunkach niekorzystnych dla wzrostu roślin [43, 50], na glebach lżejszych oraz zbyt ciężkich [26].

Ściółki naturalne i syntetyczne

Materiały do ściółkowania gleby można podzielić na dwie zasadnicze grupy: naturalne i syntetyczne. Używane w praktyce warzywniczej ściółki naturalne obejmują dostępne w gospodarstwie resztki roślinne, jak słoma, chwasty, liście drzew, igliwie sosny, obornik, torf, odpady przemysłu drzewnego (kora, trociny), a także czarny papier impregnowany. W przeszłości ściółki te znajdowały zastosowanie w produkcji szklarniowej i na niewielką skalę w polu w celu obniżenia temperatury gleby oraz poprawy jej wilgotności. Obecnie w produkcji towarowej warzyw nie są wykorzystywane, gdyż wymagają użycia w dużych ilościach na jednostkę powierzchni, przy znacznych jednocześnie nakładach pracy ręcznej, dają natomiast dobre wyniki w uprawie amatorskiej [50].

Ściółki organiczne zastosowane w formie warstwy grubości około 5 cm na powierzchnię gleby ulegają stopniowemu rozkładowi, zwiększając jej aktywność biologiczną oraz stwarzając doskonałe warunki do rozwoju systemu korzeniowego roślin. W uprawie szklarniowej zastosowana powierzchniowo sieczka ze słomy przyczynia się do wzrostu stężenia CO₂ w atmosferze, poprawy warunków świetl-

nych, a po wymieszaniu z glebą, po zakończeniu cyklu uprawy, wpływa dodatnio na strukturę gleby [11]. Odpowiednio gruba warstwa ściółki organicznej w granicach 5–8 cm zapobiega rozwojowi większości chwastów rocznych, ale przy zbyt wczesnym zastosowaniu na wiosnę opóźnia nagrzewanie gleby [26]. Według Dobrzańskiego [15] użycie kory nawet w warstwie 10-centymetrowej grubości nie chroni całkowicie przed rozwojem chwastów, szczególnie wieloletnich, których usunięcie jest tu trudniejsze niż na polu bez ściółkowania.

Rozkładowi substancji organicznej zawartej w ściółce towarzyszy sorpcja biologiczna azotu, co ogranicza możliwości pobierania tego składnika przez roślinę uprawną [29] i w efekcie prowadzi do spadku plonu. W celu przeciwdziałania temu niekorzystnemu zjawisku [26] przy ściółkowaniu gleby sieczką w ilości 30–70 q/ha zaleca się jednocześnie dodawanie azotu w ilości 1 kg na 1 q sieczki. W ten sposób wysoki stosunek C : N w tym materiale, sięgający 80–100 : 1, ulega zmniejszeniu, dzięki czemu wzrasta intensywność procesu mineralizacji jako rezultat większej aktywności mikroflory glebowej.

Najbardziej popularnym obecnie w produkcji towarowej warzyw na świecie materiałem do ściółkowania gleby jest folia [11, 26, 49, 50]. Wprowadzenie polietylenu w postaci folii plastikowej w 1938 r. oraz jej zastosowanie w latach pięćdziesiątych jako ściółki umożliwiło intensyfikację uprawy wielu gatunków roślin [28]. Warto dodać, że ściółkowanie gleby czarną folią było jednym z pierwszych zastosowań tworzyw sztucznych w rolnictwie i ogrodnictwie. Pierwsze badania z tego zakresu dotyczące uprawy truskawek rozpoczęto w 1955 r. w Belgii [2] oraz w 1958 r. w Stanach Zjednoczonych [40]. W okresie późniejszym zaczęto ją także stosować w uprawie warzyw, głównie ciepłolubnych, w celu przyśpieszenia zbioru oraz zwiększenia wysokości plonu. Ostatnio zabiegowi ściółkowania gleby przy użyciu folii przypisuje się istotną rolę w ochronie środowiska naturalnego, dzięki zmniejszeniu ilości stosowanych pestycydów oraz ograniczeniu wypłukiwania nawozów do głębszych warstw gleby [3, 43].

Szerokie zastosowanie folii polietylenowej w ogrodnictwie, w tym również jako materiału do ściółkowania, jest wynikiem stosunkowo prostego procesu jej otrzymywania, odporności na działanie związków chemicznych, trwałości, elastyczności oraz braku toksycznego wpływu na rośliny [53]. Najlepiej nadaje się do tego celu nisko zagęszczony polietylen, otrzymywany drogą polimeryzacji etylenu przy wysokim ciśnieniu, wytrzymały na rozciąganie, jakie może mieć miejsce przy rozkładaniu folii [28], oraz na rozrywanie przez wiatr bądź przy wykonywaniu prac pielęgnacyjnych i zbiorów. Właściwości folii mogą być modyfikowane przez dodanie pigmentu w celu uzyskania określonej barwy, antyutleniacza, stabilizatorów czy związków umożliwiających fotodegradację [53].

Do ściółkowania wykorzystuje się folię możliwie cienką, grubości 0,03 do 0,05 mm i szerokości 100–120 cm, umożliwiającą uprawę pasowo-rzędową najczęściej

ściółkowanych u nas roślin, a mianowicie ogórka i pomidora [43]. Użycie grubszej folii zwiększa koszty, nie przynosi natomiast dodatkowych korzyści.

Bardzo istotne znaczenie, głównie z punktu widzenia wytwarzanego wokół rośliny uprawnej mikroklimatu gleby i powietrza, ma barwa użytej do ściółkowania folii. Wpływ ten dotyczy przede wszystkim temperatury powierzchni ściółki oraz znajdującej się pod nią gleby i jest uzależniony od zdolności refleksji, absorpcji oraz transmisji energii słonecznej [45]. Najszerzej przebadane zostały pod tym względem folia czarna, przezroczysta i biała, dominujące dotychczas w towarowej produkcji warzyw.

Największe zastosowanie do ściółkowania gleby w warzywnictwie polowym znajduje folia czarna, zapobiegająca przenikaniu promieni świetlnych do gleby i przez to skutecznie zapobiegająca zachwaszczaniu upraw [11, 23, 43, 49]. Folia ta absorbuje większość padających na nią widzialnych i niewidzialnych promieni słonecznych. Energia pochodząca z zaabsorbowanego promieniowania jest jednak w przeważającej mierze tracona przez radiację oraz konwekcję. Lepsze wykorzystanie pochłoniętej energii cieplnej można uzyskać w przypadku ściśłego jej przylegania do gleby, eliminującego izolujący wpływ powietrza zgromadzonego pod folią [26, 28]. Przeprowadzone przez Lamonta [28] badania dowiodły, że temperatura gleby na głębokości 5 cm była w ciągu dnia średnio o $2,8^{\circ}\text{C}$ i na głębokości 10 cm o $1,7^{\circ}\text{C}$ wyższa aniżeli gleby nie osłanianej. Zbliżonej wielkości wzrost temperatury gleby o 3°C w ciągu dnia notowali Gabriel i in. [19] w uprawie pomidora. W doświadczeniu Maynca [34] ściółkowanie sałaty czarną folią zwiększyło temperaturę wierzchniej warstwy gleby w granicach 4°C , a na głębokości 10 cm – $2,3^{\circ}\text{C}$. W naszym kraju w badaniach Siwka [48] przeprowadzonych w tunelu foliowym dowiedziono, że ściółkowanie gleby czarną folią powodowało wzrost temperatury gleby na początku czerwca o godzinie 8^{00} o $2,1^{\circ}\text{C}$, a o godzinie 14^{00} o $0,7^{\circ}\text{C}$, natomiast w końcu lipca efekt ten był mało widoczny. Kaniszewski [23] z kolei wykazał, że w uprawie pomidora w gruncie odkrytym, temperatura gleby ściółkowanej o godzinie 8^{00} rano była przez cały okres uprawy wyższa niż w uprawie kontrolnej, o godzinie 13^{00} zaś niższa, co w oczywisty sposób zmniejszało dobowe wahania temperatury.

Folia przezroczysta, w odróżnieniu do folii czarnej, absorbuje niewielką część promieni słonecznych, przepuszcza natomiast w granicach 85 do 95% ich ilości, w zależności od jej grubości i stopnia przezroczystości [28]. Dolna jej powierzchnia jest zwykle pokryta skondensowaną parą wodną. Umożliwia ona przenikanie do gleby promieni krótkofalowych, jest natomiast nieprzepuszczalna dla długofalowych promieni cieplnych i tym samym zapobiega wypromieniowaniu ciepła zmagazynowanego w glebie. Krug [26] określa to zjawisko jako tzw. efekt szklarniowy, stwarzający dobre warunki dla wzrostu roślin, w tym także i chwastów. Podstawowym warunkiem użycia tego rodzaju ściółki staje się więc zastosowanie skutecznych herbicydów [15, 26, 50].

Lamont [28] podaje, że pod folią przezroczystą temperatura gleby w ciągu dnia jest na głębokości 5 cm średnio o $4,4\text{--}7,8^{\circ}\text{C}$, a na poziomie 10 cm o $3,3\text{--}5,0^{\circ}\text{C}$ wyższa aniżeli gleby nie okrytej. Podobny wzrost temperatury gleby pod tą folią podają także

Swiader i in. [50]. Stout [49] podkreśla dużą przydatność tego rodzaju folii do ściółkowania upraw w rejonach o chłodniejszym klimacie, natomiast w ciepłym klimacie, np. na Florydzie, do solaryzacji gleby. Wysoka temperatura utrzymująca się przez kilka tygodni pod okryciem z folii jest tu wykorzystywana do zwalczania patogenów glebowych, nicieni oraz nasion chwastów [15, 49].

Obok folii czarnej i przezroczystej praktyczne zastosowanie znajduje także folia biała bądź dwubarwna biało-czarna. Folie te odbijają do otoczenia większość promieni słonecznych padających na ich powierzchnię i stąd temperatura gleby przy ich użyciu jest zwykle niższa aniżeli gleby odkrytej w granicach do $1,1^{\circ}\text{C}$ [19, 28]. W doświadczeniu ze ściółkowaniem gleby w uprawie roślin w tunelu foliowym udowodniono [48], że pod folią białą nastąpił spadek temperatury gleby o $1,2^{\circ}\text{C}$ w godzinach porannych i o $3,6^{\circ}\text{C}$ o godzinie 14^{00} . W świetle tych danych jako zasadne należy uznać zalecenie ściółkowania nia gleby w uprawie niektórych gatunków warzyw sadzonych w lecie, np. kalafiora, w celu obniżenia jej temperatury i zapewnienia korzystniejszych warunków dla przyjęcia rozsady.

W przeciwieństwie do folii polietylenowej i zapewniającej podobne wyniki produkcyjne folii z polichlorku winylu, w niewielkim zakresie do ściółkowania gleby, z uwagi na wysokie koszty, wykorzystywana jest odblaskowa folia aluminiowa. Swiader i in. [50] podają przykłady jej użycia w uprawie kapusty pekińskiej oraz dyni jako repelentu w stosunku do mszyc przenoszących wirusa mozaiki. Podobne właściwości folii aluminiowej podkreślają także George i Kring [20], Stout [49] oraz Lamont i in. [28].

W ostatnim czasie w niektórych krajach podejmowane są prace nad wykorzystaniem folii fotoselektywnych, przepuszczających jedynie część promieni świetlnych określonej długości fali [31, 43]. Folie te, absorbując promienie aktywne fotosyntetycznie (PAR), przepuszczają jednocześnie długofalowe promienie ciepłne i stanowią kompromis między folią czarną oraz przezroczystą. Uniemożliwiają one bowiem rozwój chwastów pod okryciem, podobnie jak folia czarna, i mają pośredni między folią czarną oraz przezroczystą wpływ na temperaturę gleby [28]. Najczęściej do ściółkowania wykorzystuje się folie niebiesko-zielone i brązowe.

Folie o zabarwieniu czerwonym, niebieskim, pomarańczowym, żółtym odbijają część promieni słonecznych do otoczenia roślin i w ten sposób oddziałują na przebieg procesu fotosyntezy. Dodatni wpływ czerwonego zabarwienia folii użytej do ściółkowania pomidora na wysokość plonu wczesnego owoców zaobserwowano w doświadczeniach Decoteau i in. [13].

W ostatnich latach zostały podjęte badania nad wykorzystaniem włókniny do ściółkowania gleby w uprawie roślin ogrodniczych. Do tego celu nadaje się włóknina czarna [26], o gramaturze $50\text{--}60\text{ g/m}^2$ [27, 44]. Ściółka ta, w odróżnieniu od folii, równomiernie na całej powierzchni przepuszcza wodę opadową i zmniejsza zagrożenie porażenia roślin chorobami. W przeprowadzonych dotąd badaniach [23] okrycie gleby włókniną dawało gorsze wyniki produkcyjne niż folia, co czyni uprawę taką nieopłacalną [44].

Technika ściółkowania folią

Przeprowadzone badania dowiodły, że największe korzyści ze ściółkowania gleby można osiągnąć w uprawie warzyw ciepłolubnych, takich jak ogórek i pomidor, oraz innych uprawianych na niewielką skalę w naszym kraju: papryki, oberżyny, melona, kawona, kukurydzy cukrowej [50].

Pole przed rozłożeniem folii powinno być starannie uprawione i wynawożone oraz posiadać wyrównaną powierzchnię, chroniącą przed miejscowym gromadzeniem się wody opadowej. Folię rozkłada się na polu na kilka dni przed siewem lub sadzeniem roślin, przy odpowiednim uwilgotnieniu, zbliżonym do połowej pojemności wodnej. Na mniejszych obszarach folię rozkłada się ręcznie, przysypując brzegi ziemią, na większych zaś mechanicznie. W Stanach Zjednoczonych podejmuje się próby obejmujące uformowanie zagonu, rozłożenie rur nawadniających i folii oraz sadzenie rozsady w trakcie jednego przejazdu ciągnika [50].

Między pasami folii pozostawia się nie przykryty pas gleby szerokości 30–50 cm, umożliwiający pogłównie nawożenie roślin oraz wnikanie wody opadowej, które w trakcie okresu wegetacji odchwaszcza się mechanicznie bądź chemicznie za pomocą herbicydów dopuszczonych do stosowania dla danej rośliny. Dobrzański [15], jako bardziej wskazane, uznaje stosowanie opielaczy mechanicznych, płytko spulchniających glebę, dzięki czemu lepsze jest przenikanie wody. W rozłożonej folii ostrym narzędziem nacina się otwory na krzyż bądź w kształcie litery V i dokonuje siewu nasion bądź sadzenia rozsady. Chwasty wyrastające przez otwory należy usuwać ręcznie.

Jednym z głównych problemów, jaki występuje przy zastosowaniu folii do ściółkowania, jest jej usuwanie z pola, a następnie utylizacja. Zarówno jej spalanie, jak i wywózka na wysypisko śmieci spotykają się z coraz większymi restrykcjami władz [16]. Dlatego też podejmuje się próby reutilizacji folii po usunięciu zanieczyszczeń glebowych, wprowadzenie jako ściółek materiałów produkowanych ze skrobi i podlegających biodegradacji w glebie lub związków ulegających fotodegradacji, np. kopolimeru polietylenu [9, 36]. Jak podaje Stout [49], we Francji połowa ogólnej ilości używanej do ściółkowania folii podlega fotodegradacji, wyższy zaś koszt jej zakupu jest rekompensowany wyeliminowaniem nakładów pracy na jej usuwanie z pola. Ostatnio stosowane materiały, przeznaczone do ściółkowania gleby, wykazują większą podatność na fotodegradację [21, 52] aniżeli testowane w latach sześćdziesiątych.

Korzyści wynikające ze ściółkowania gleby

Poprawa mikroklimatu w otoczeniu uprawianych roślin – tj. wzrost temperatury gleby ściółkowanej, mniejsze jej wahania w ciągu doby oraz korzystniejsze warunki wilgotnościowe – stymuluje rozwój systemu korzeniowego i części nadziemnych roślin, co prowadzi do przyspieszenia plonowania oraz wzrostu wysokości plonu.

Lamont [28], na podstawie licznych doświadczeń z różnymi gatunkami warzyw stwierdził przyspieszenie zbiorów w tego rodzaju uprawie o 7 do 14 dni, a w niektórych wypadkach nawet o 21 dni, oraz zróżnicowany wzrost wysokości plonu zależnie od warunków glebowo-klimatycznych, materiału użytego do ściółkowania oraz uprawianej rośliny.

W naszym kraju ściółkowanie gleby może mieć największe zastosowanie w uprawie pomidora i ogórka. W doświadczeniach z pomidorem udowodniono korzystniejszy wpływ folii polietylenowej w stosunku do ściółki organicznej, jaką była kora sosnowa [24]. Podkreśla się przy tym istotne znaczenie barwy użytej folii. Okazało się, że najwyższy plon handlowy owoców [14] oraz udział w nim plonu przemysłowego [37] zapewniła folia czarna. Według Chakraborty i Sadhu [10] podobne wyniki może dać także użycie folii czerwonej, zdaniem zaś Gabriela i in. [19] – także folii przezroczystej. Decoteau i in. [13] zwracają uwagę na możliwość zwiększenia plonu wczesnego owoców przy ściółkowaniu folią czerwoną oraz znacznie słabszego działania w tym zakresie folii białej i srebrzystej. W badaniach Gabriela i in. [19] folia biała, mająca niewielki wpływ na temperaturę gleby, nie oddziaływała także w zauważalny sposób na wysokość plonu handlowego owoców w stosunku do kontroli.

Obszerne badania przeprowadzone przez Kaniszewskiego [23] dowiodły, że ściółkowanie gleby przyczyniało się do wzrostu plonu ogólnego i handlowego owoców pomidora oraz tylko w jednym spośród trzech lat doświadczeń spowodowało wzrost plonu wczesnego. Podobnie jak w innych pracach na ten temat, folia czarna zapewniła lepsze wyniki produkcyjne aniżeli folia biała, a także czarna włóknina. Szczególnie godne polecenia okazało się łączne stosowanie ściółkowania czarną folią z nawadnianiem kropłowym roślin, zwiększające plon ogólny owoców o 36% i handlowy o 53%. Stanowi to wynik bardziej efektywnego wykorzystania dostarczanej roślinom wody [47] oraz zmniejszenia jej strat z gleby na skutek ewaporacji nawet o 50% [50]. Oszczędności w zużyciu wody do nawadniania przy tego rodzaju uprawie mogą osiągnąć 45% w stosunku do uprawy bez ściółkowania [12, 22].

Drugim obok pomidora warzywem, którego uprawa na glebie ściółkowanej zapewnia najlepsze efekty produkcyjne, jest ogórek. W doświadczeniu z tą rośliną przeprowadzonym przez Farias-Larios i in. [17] najwyższy plon owoców dało użycie folii przezroczystej, przy czym w stosunku do kontroli istotne zwwyżki plonu notowano także przy zastosowaniu folii białej i czarnej. Rośliny uprawiane na glebie ściółkowanej wcześniej rozpoczynały kwitnienie, mniejsza była tu również liczba dni do pierwszego zbioru owoców. Potwierdzają to po części doświadczenia krajowe [14], w których folia przezroczysta wpływała najbardziej korzystnie na wczesność plonowania, natomiast ściółkowanie folią czarną umożliwiło uzyskanie najwyższego plonu ogólnego i handlowego owoców. Dodatni wpływ ściółki na wzrost i plonowanie ogórka obserwowali także Paterson [38] oraz Cai i in. [7].

Poza wymienionymi, korzystne efekty ściółkowania gleby notowano także w uprawie innych gatunków warzyw ciepłolubnych jak papryka [14, 42], kukurydza

cukrowa [18, 39], cukinia [6], kawon [5], oberżyna [39]. Spośród warzyw o mniejszych wymaganiach cieplnych, dodatkowo na obecność ściółki reagowała kapusta pekińska [33], brak natomiast wymiernych korzyści w postaci wyżki plonu notowano w uprawie pora na zbiór późny (tab. 1).

Tabela 1. Wpływ ściółkowania gleby na jakość plonu pora jesiennego odmiany Santana oraz zawartość azotanów w roślinach i w glebie po zakończeniu uprawy (wg Benoit i Ceustermansa [4])

Rodzaj okrycia gleby	Masa rośliny [g]	Długość części wybielonej łodygi rzekomej [cm]	Udział roślin o średnicy cebuli > 3 cm [%]	Zawartość NO ₃ [mg/kg]	
				świeżej masy roślin	suchej masy gleby w warstwie 0–60 cm
Gleba nie okryta	348 a	18,8 a	55 a	505	25
Folia biała	340 a	19,0 a	56 a	725	54
Folia czarna	312 b	18,4 a	36 b	710	51

Wartości oznaczone odmiennymi literami różnią się istotnie przy poziomie wiarygodności $P = 0,05$.

W cytowanym doświadczeniu użycie białej folii zapewniło lepsze warunki do wzrostu pora, rezultatem zaś tego była większa masa jednostkowa rośliny oraz średnica łodygi rzekomej w porównaniu z folią czarną [4]. Odmiennie wyniki dało użycie tych folii w badaniach własnych nad porem wczesnym, co można tłumaczyć istotną rolą wyższej na wiosnę temperatury gleby pod folią czarną. Weier i Scharpf [51] wskazują również na celowość ściółkowania gleby w uprawie sałaty, która wytwarza w tych warunkach główki większe, pozbawione zanieczyszczeń ziemią, bardziej atrakcyjne dla konsumenta. Znaczenie ściółek jako ochrony przed zabrudzeniem ziemią oraz w ograniczeniu gnicia warzyw podkreślają Lamont [28] oraz Rumpel i Grudzień [44].

Jednym z głównych celów ściółkowania gleby jest wyeliminowanie zachwaszczenia na plantacji warzyw [3, 15, 28, 44]. Zahamowanie wzrostu chwastów można uzyskać stosując folię czarną, białą lub srebrzystą folię, odbijającą promienie świetlne, bądź folie fotoselektywne. Folia przezroczysta, podnosząc temperaturę gleby i przepuszczając promienie świetlne, stymuluje rozwój chwastów, w związku z czym jej użycie jest możliwe pod warunkiem skutecznego stosowania herbicydów [15].

W literaturze znane są wypadki korzystnego wpływu folii użytej do ściółkowania, w tym zwłaszcza aluminiowej, na ograniczenie populacji mszyc na warzywach, niektórych innych szkodników [28, 32, 41, 49], a także chorób wywołanych grzybami z rodzaju *Rhizoctonia* i *Sclerotinia* [35]. Stwarza to możliwość zmniejszenia ilości pestycydów stosowanych w uprawie warzyw i poprawy ich wartości biologicznej.

Ściółkowanie chroni glebę przed niekorzystnym działaniem czynników atmosferycznych, w tym erozją wietrzną i wodną [50], rozmywaniem gruzełków glebowych, zaskorupianiem, a jednocześnie poprzez wzrost temperatury podnosi aktywność biologiczną dobnoustrojów i tempo procesu mineralizacji substancji organicznej. Zdaniem Weiera i Scharpfa [51] prowadzi to w miesiącach letnich do wzbogacenia gleby o około 18 kg N/ha miesięcznie i ilość tą należy brać pod uwagę w całokształcie zaopatrzenia roślin w ten składnik. Lepsze zaopatrzenie roślin w azot wynika tu ponadto z wyeliminowania konkurencji chwastów. Z drugiej strony okrycie gleby ogranicza wypłukiwanie tego składnika w głąb profilu glebowego [8, 28, 30, 44]. W badaniach z porem przeprowadzonych przez Benoit i Ceustermansa [4] udowodniono, że gleba ściółkowana folią zawierała w warstwie od 0 do 60 cm 2-krotnie wyższy poziom N-NO₃ niż w kontroli (tab. 1). Jest zrozumiałe, że poprawa zaopatrzenia w azot znalazła swój wyraz w wyższej akumulacji azotanów. Ich zawartość w częściach jadalnych pora uprawianego bez ściółkowania wynosiła przy zbiorze 505 mg, natomiast przy ściółkowaniu czarną i białą folią odpowiednio 710 i 725 mg w 1 kg świeżej masy. W innym doświadczeniu z endywią [3] stwierdzono 3-krotny wzrost zawartości N-NO₃ w glebie ściółkowanej oraz 50% zwiększenie ich akumulacji w liściach przy zbiorze. Wzrost zawartości azotanów w liściach, a także białka w kapuście pekińskiej stwierdzili Mancini i Sario [33].

Zwiększenie ilości azotu dostępnego w glebie ściółkowanej w wyniku nasilenia procesu mineralizacji, przy jednocześnie większej retencji tego składnika w warstwie ornej, wskazują na potrzebę skorygowania obowiązujących zaleceń nawozowych. Tezę tę potwierdzają badania Kosta i Deisera [25], w których dowiedziono, że przy zastosowaniu 120 kg N/ha w uprawie sałaty na glebie ściółkowanej uzyskano podobną wielkość główek jak przy dawce 150 kg N/ha na glebie nie osłanianej.

Bardziej intensywny wzrost roślin na glebie ściółkowanej może po części wynikać ze zwiększonego stężenia dwutlenku węgla w powietrzu atmosferycznym otaczającym rośliny, na co zwrócił uwagę Sheldrake [46], a następnie Baron i Gorske [1]. Uwalniany CO₂ w procesie mineralizacji substancji organicznej przedostaje się do atmosfery przez nacięcie w folii, a więc w najbliższym otoczeniu rośliny, i dzięki temu może być efektywnie wykorzystany w procesie fotosyntezy.

Podsumowanie

Mimo przytaczanych w literaturze wielorakich korzyści wynikających ze ściółkowania gleby należy stwierdzić, że jest to w dalszym ciągu zabieg stosowany ze względów ekonomicznych na niewielką skalę, ograniczający się w naszym kraju głównie do uprawy pomidora i ogórka. Stosowane w celu zwiększenia wysokości plonu oraz przyspieszenia zbioru nie zawsze bowiem przynosi wymierne korzyści dla producenta. Wprawdzie zastosowanie czarnej folii bądź materiałów fotoselektywnych

chroni skutecznie rośliny przed zachwaszczeniem, to jednak nie stanowi wystarczającej rekompensaty ponoszonych kosztów.

W ostatnich latach ściółkowanie gleby nabiera nowego znaczenia jako istotny element w produkcji zdrowej żywności. Dzięki wyeliminowaniu herbicydów bądź ograniczeniu ich stosowania do nie osłanianych pasów gleby oraz możliwości zmniejszenia ilości niezbędnych insektycydów, fungicydów i nawozów azotowych uzyskuje się warzywa o wysokiej wartości biologicznej. Mniejsze jest tu także skażenie środowiska rolniczego związkami azotu dostającymi się do wód powierzchniowych i wgłębnych. Istotną korzyścią może być także bardziej efektywne wykorzystanie wody przez rośliny nawadniane za pomocą systemu kropłowego.

Literatura

- [1] Baron J.J., Gorske S.F. 1981. Soil carbon dioxide levels as affected by plastic mulches. Proc. 16th Nat. Agr. Plastics Congr. 149–155.
- [2] Benoit F. 1971. Kunststoffanwendung in belgischen Erdbeeranbau. Kunststoffe im Gartenbau und Sonderkulturen. Geisenheim 9.
- [3] Benoit F. 1994. Use of plastic in ecologically sound vegetable production in the open. *Acta Horticulturae* 371: 235/246.
- [4] Benoit F., Ceustermans N. 1994. Ecological leek growing with plastic. *Acta Horticulturae* 371: 261–267.
- [5] Bhella H.S. 1978. Watermelon growth, yield and nutrition as influenced by plastic mulch and trickle irrigation. Proc. 19th Nat. Agr. Plastics Congr. 295–301.
- [6] Bhella H.S., Kwolek W.F. 1984. The effects of trickle irrigation and plastic mulch on zucchini. *HorScience* 19: 410–411.
- [7] Cai S.Z., Chen J.M., Zhu P.S. 1993. Effect of plastic film mulching on dry matter accumulation and the uptake and partitioning of nutrients in cucumber. *Acta Horticulturae Sinica* 20(1): 45–50.
- [8] Cannington F., Dunning R.B., Roan R.G. 1975. Florida vegetable production using plastic film mulch with drip irrigation. Proc. 12th Nat. Agr. Plastics Congr. 11–15.
- [9] Carnell D. 1980. Photodegradable mulch eliminates costly removal steps. Proc. 15th Nat. Agr. Plastics Congr. 94–96.
- [10] Chakraborty R.C., Sadhu M.K. 1994. Effect of mulch type and colour on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Indian J. Agric. Sci.* 64(9), 608–612.
- [11] Chroboczek E., Skąpski H. 1984. Ogólna uprawa warzyw. PWRiL, Warszawa.
- [12] Clough G.H., Locascio S.J., Olson S.M. 1987. Continuous use of polyethylene mulched beds with overhead or drip irrigation for successive vegetable production. Proc. 20th Nat. Agr. Plastics Congr. 57–61.
- [13] Decoteau D.R., Kasperbauer M.J., Hunt P.G. 1989. Mulch surface colour affects yield of freshmarket tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114: 216–219.
- [14] Dobromilska R., Orłowski M., Rekowska E., Słodkowski P. 1995. Ściółkowanie gleby w uprawie warzyw ciepłolubnych. Mat. Ogólnop. Konf. Naukowej "Nauka Praktyce Ogrodniczej". Lublin 761–764.
- [15] Dobrzański A. 1995. Ochrona warzyw przed chwastami. PWRiL, Warszawa.
- [16] Ennis R.S. 1987. Plasigone TM a new, time controlled, photodegradable, plastic mulch film. Proc. 20th Nat. Agr. Plastics Congr. 83–90.

- [17] Farias-Larios J., Orozco M., Guzman S., Aquilar S. 1994. Soil temperature and moisture under different plastic mulches and their relation to growth and cucumber yield in a tropical region. *Gartenbauwiss.* 59(6): 249–252.
- [18] Felczyński K., Rumpel J. 1995. Wymagania agrotechniczne kukurydzy cukrowej uprawianej dla przetwórstwa. Ogólnop. Konf. Jakość surowca warzywnego dla przetwórstwa, Skierniewice, 57–63.
- [19] Gabriel E.L., Lotti H. 1994. Efecto del color de la cobertura plastica de suelo sobre la produccion de tomate (*Lycopersicon esculentum*). *Acta Horticulturae* 357: 243–250.
- [20] George W.L., Kring J.B. 1971. Virus protection of late season summer squash with aluminium mulch. *Connecticut Agr. Exp. Sta. Bul.*: 239.
- [21] Johnson H. 1989. Plastigone photodegradable film performance in California. Proc. 21st Nat. Agr. Plastics Congr.: 1–6.
- [22] Jones T.L., Jones U.S., Ezell D.O. 1977. Effect of nitrogen and plastic mulch on properties of troup loamy sand and yield of Walter tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102: 273–275.
- [23] Kaniszewski S. 1994. Reakcja pomidora na kropłowe nawadnianie oraz mulczowanie folią i włókniną polipropylenową. *Biul. Warz.* 41: 29–38.
- [24] Konys E., Konys L. 1992. Wielozmienne metody statystyczne w analizie plonowania pomidora gruntowego. *Rocz. AR w Poznaniu, Ogrodnictwo* 20: 39–50.
- [25] Kost W., Deiser E. 1992. Stickstoffdüngung unter Mulchfolien. *Gemüse* 28(12): 586–587.
- [26] Krug H. 1991. Gemüseproduktion. Verlag Paul Parey. Berlin und Hamburg.
- [27] Kučera J. 1994. Nove materialy k plošne pokrývce a mulčovani a možnosti jejich aplikace. *Zahradnictvo* 1: 23–34.
- [28] Lamont W.J. 1993. Plastic mulches for the production of vegetable crops. *HortTechnology* 3, 1: 35–39.
- [29] Lipecki J. 1995. Wpływ ściółek na skład chemiczny liści roślin sadowniczych. Mat. z XV Spotkania Zespołu Herbologicznego Komitetu Nauk Ogrodniczych PAN, Warszawa, 20–23.
- [30] Locascio S.J., Fiskell J.G.A., Graetz D.A., Hauck R.D. 1985. Nitrogen accumulation by peppers as influenced by mulch and time of fertilizer application. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110: 325–328.
- [31] Loy B., Lindstrom J., Gordon S., Rudd D., Wells O. 1989. Theory and development of wavelength selective mulches. Proc. 21th Nat. Agr. Plastics Congr., 193–197.
- [32] Lovei G.L., Bycroft B. 1992. The effect of mulch on the incidence of insect pest, natural enemies and plant damage in organically grown cauliflowers. Proc. 55th New Zealand Plant Protection Conference. Wellington, 62–63.
- [33] Mancini L., Sario M. 1992. Influenza dell epoka di trapianto e della pacciomatura sulle caratteristiche quanti-qualitative dell cavdo cinese (*Brassica rapa* var .pekinensis). *Colture Protette* 21(1): 91–93.
- [34] Maync A. 1989. Umweltschonende Produktion von Kopfsalat. *Gemüse* 25(2): 58–60.
- [35] Maync A. 1990. Kopfsalatproduktion ohne Herbizide durch den Einsatz von Mulchfolie. *Rheinische Monatschrift* 78(2): 68–70.
- [36] Otey F.H., Westoff R.P. 1980. Biodegradable starch-based plastic films for agricultural application. Proc. 15th Nat. Agr. Plastics Congr. 90–93.
- [37] Pascale S., Barbieri G. 1992. Effetti della distanza la kinee erogatrici della pacciomatura sulla produzione di pomidora da industria irrigato cran manichette forate. *Irrigazione e Drenaggio* 39(2): 23–30.
- [38] Paterson J.W. 1980. Fertilizing mulched and unmulched cucumbers. Proc. 15th Nat. Agr. Plastics Congr. 97–99.
- [39] Pollack G.L., Smith N.J., Cialone J.C. 1969. Summary of crop response to various agricultural film mulches. Proc. 9th Nat. Agr. Plastics Conf. 17–25.
- [40] Prefontaine V., Vesco V. 1966. Le pailage des sols a l'aide des films de faible epaisseur. Guide de li utilisateur des plastiques en agriculture. Darbay, Paris XI, 30–50.
- [41] Purser J. 1993. Using plastic mulch and row covers to produce vegetables in Alaska. *Plasticulture* 99: 11–18.

- [42] Roe N.E., Stoffella P.J., Bryan H.H. 1994. Growth and yields of bell pepper and winter squash grown with organic and living mulches. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(6): 1193–1199.
- [43] Rumpel J., Grudzień K. 1984. Folia w warzywnictwie gruntowym. PWRiL, Warszawa.
- [44] Rumpel J., Grudzień K. 1995. Efektywność osłon z folii i włóknin w warzywnictwie. Mat. z Symp. 30-lecia Inst. Warz. Referaty 89–95.
- [45] Schales F.D., Sheldrake R. 1963. Mulch effects on soil conditions and tomato plant response. Proc. 4th Nat. Agr. Plastics Conf. 78–90.
- [46] Sheldrake R. 1963. Carbon dioxide levels in the microclimate influences insect control and yield in vegetables. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104: 759–762.
- [47] Shrivastova P.K., Parikh M.M., Savoni N.G., Ramon S. 1994. Effect of drip irrigation and mulching on tomato yield. *Agricultural Water Management* 25(2): 179–184.
- [48] Siwek P. 1995. Przydatność tuneli typu Igołomski do uprawy warzyw ciepłolubnych. Mat. Ogólnopol. Konf. Nauk. "Nauka Praktyce Ogrodniczej". Lublin, 557–560.
- [49] Stout G.J. 1985. Make the most mulches. *Am. Veget. Grower*, August 27, 33.
- [50] Swiader J.M., Ware G.W., McCollum J.P. 1992. Producing vegetable crops. Interstate Publishers Inc., Danville, Illinois.
- [51] Weier U., Scharpf H.C. 1991. Stickstoffversorgung bei Anbau von Gemüse auf Mulchmaterial. *Gartenbau* 38(4): 4–6.
- [52] Wolfe D.W. 1989. Effects of environment or degradation rates of photodegradable plastic mulches. Proc. 21st Nat. Agr. Plastics Congr. 53–59.
- [53] Wright J.C. 1968. Production of polyethylene film. Proc. 8th Nat. Agr. Plastics Conf. 72–79.

Soil mulching in vegetable crop production

Summary

On the base of the data from the literature and our own research, different aspects of soil mulching in vegetable crop production in the open field are discussed. Organic soil covers such as straw, weeds or peat primarily used in the practice mainly to conserve the moisture were recently substituted by synthetic materials, mostly by 0.03–0.05 mm thick, clear black or white polyethylene films.

The advantageous effects of soil mulching are the improvement of plant's soil and air microclimate, and as a consequence of this the advancement of harvest date by 7 to 14 days as well as substantial increase of crop yield. The edible product from mulched crop is clean, less subject to rotting and the soil is protected against wind and water erosion. The use of black or photosensitive polyethylene plastic provide efficient weed control, while aluminium or silver coloured films may reduce aphids and other pest populations, resulting in lower pesticide requirement. Soil mulches can also minimize nitrogen leaching, permitting its more efficient use by vegetable crops, which are able to produce similar yields with lower fertilizer application.

Soil mulching may be widely applied in tomato and cucumber production, especially in conjunction with drip irrigation. A positive response can be also obtained in the growth pepper, eggplant, squash, watermelon and sweet corn.