

Siedlce, dnia 14 stycznia 2015 r.

Dr inż. Edyta Kosterna
Katedra Warzywnictwa
Wydział Przyrodniczy
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny
ul. B. Prusa 14
08-110 Siedlce

Autoreferat

- 1. Imię i nazwisko:** Edyta Kosterna

- 2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/artystyczne – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej:**
 - stopień magistra inżyniera rolnictwa uzyskałam w roku 2001 na Wydziale Rolniczym Akademii Podlaskiej (obecnie Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny) w Siedlcach,
 - w 2001 roku ukończyłam Studium Pedagogiczne w Akademii Podlaskiej w Siedlcach,
 - stopień doktora nauk rolniczych w dyscyplinie agronomii uzyskałam w 2006 roku. Pracę doktorską na temat „Wykorzystanie osłon z tworzyw sztucznych w uprawie ziemniaka na wczesny zbiór”, której promotorem była Pani prof. dr hab. Wanda Wadaś, obroniłam w marcu 2006 roku przed Radą Wydziału Rolniczego Akademii Podlaskiej.

- 3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/artystycznych:**

1 października 2001 roku zostałam zatrudniona w Katedrze Warzywnictwa Akademii Podlaskiej w Siedlcach na stanowisku asystenta. Od 1 października 2006 roku do chwili obecnej pracuję na stanowisku adiunkta w Katedrze Warzywnictwa Wydziału Przyrodniczego Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach.

- 4. Wskazanie osiągnięcia* wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zmianami) w przypadku, gdy osiągnięciem tym jest**

praca/prace wspólne, należy przedstawić oświadczenia wszystkich jej współautorów, określające indywidualny wkład każdego z nich w jej powstanie:

a) **tytuł osiągnięcia naukowego:** Cykl publikacji naukowych pt.: **Mulcze organiczne w uprawie warzyw.**

b) **autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa**

1. **Kosterna E.**, 2014. The effect of covering and mulching on the temperature and moisture of soil and broccoli yield. *Acta Agrophysica*, 21(2), 165-178.
2. **Kosterna E.**, 2014. The effect of covering and mulching on the soil temperature, growth and yield of tomato. *Folia Horticulturae*, 26/2, 91-101, DOI: 10.2478/fhort-2014-0009.
3. **Kosterna E.**, 2014. The effect of soil mulching with straw on the yield and selected components of nutritive value in broccoli and tomatoes. *Folia Horticulturae*, 26/1, 31-42, DOI: 10.2478/fhort-2014-0003.
4. **Kosterna E.**, 2014. The effect of soil mulching with organic mulches, on weed infestation in broccoli and tomato cultivated under polypropylene fibre, and without a cover. *Journal of Plant Protection Research*, 54(2), 188-198.
5. **Kosterna E.**, 2014. The effect of different types of straw mulches on weed-control in the vegetables cultivation. *Journal of Ecological Engineering*, 15(4), 109-117, DOI: 10.12911/22998993.1125465.
6. **Kosterna E.**, 2014. The yield and quality of broccoli grown under flat covers with soil mulching. *Plant, Soil and Environment*, 60(5), 228-233.
7. **Kosterna E.**, 2014. Soil mulching with straw in broccoli cultivation for early harvest. *Journal of Ecological Engineering*, 15(2), 100-107, DOI: 10.12911/22998993.1094985.
8. **Kosterna E.**, 2014. Nutritive value of tomato grown under covers with soil mulching. *Ecological Chemistry and Engineering A*, 21(3), 313-324, DOI: 10.2428/ecea.2014.21(3)25.
9. **Kosterna E.**, 2014. Organic mulches in the vegetable cultivation (a review). *Ecological Chemistry and Engineering A*, 21(4), 481-492, DOI: 10.2428/ecea.2014.21(4)39.

c) omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Zabiegi zabezpieczające glebę przed degradacją, a także stosowanie w ochronie roślin metod innych niż chemiczne mają duże znaczenie w integrowanej i ekologicznej uprawie roślin. Jedną z metod, które mają korzystny wpływ na środowisko glebowe jest stosowanie ściółek organicznych.

Wpływ mulczowania na właściwości gleby i plony roślin zależy od warunków klimatyczno-glebowych, agrotechniki i rodzaju użytej ściółki. Zabieg ten daje lepsze rezultaty w mniej korzystnych warunkach glebowych, przy dużym zachwaszczeniu i mniejszej zasobności gleby w składniki pokarmowe (Zibilske i Makus 2009). Głównym zadaniem ściółek organicznych w uprawie warzyw jest ochrona powierzchni gleby przed niekorzystnym wpływem czynników atmosferycznych i poprawa warunków wzrostu roślin (Bajorienė i in. 2013).

Zdaniem Bajorienė i in. (2013) najważniejszą zaletą ściółek organicznych jest zwiększanie zasobności gleby w materię organiczną. Ściółka organiczna jest źródłem składników odżywczych dla mikroorganizmów glebowych. W wyniku ich działalności resztki organiczne są rozkładane do dostępnych dla roślin składników pokarmowych (Blanchart i in. 2006). Ściółkowanie chroni glebę przed nadmiernym wyparowywaniem wody, zabezpiecza strukturę gleby przed rozmywaniem, ogranicza wypłukiwanie z niej składników pokarmowych, pomaga zmniejszyć dobowe wahania temperatury, a w następstwie poprawia warunki wzrostu i rozwoju roślin oraz wpływa na zwiększenie plonu (Abdul-Baki i in. 1996, Sinkevičienė i in. 2009). Niektóre ściółki stanowią barierę chroniącą glebę przed gwałtownymi opadami atmosferycznymi, które mogą powodować zagęszczenie i zaskorupianie wierzchniej warstwy ornej oraz erozję. Gleba o większej porowatości zapewnia lepsze warunki do wschodów i wzrostu korzeni (Kumar i Dey 2011).

Mulczowanie gleby jest jedną z naturalnych metod zapobiegania zachwaszczeniu. Pozwala na ograniczenie stosowania herbicydów i mechanicznych zabiegów odchwaszczających prowadzących do niszczenia struktury gleby (Abdul-Baki i in. 1996). Ściółka blokuje dopływ światła do powierzchni gleby, zmniejszając kiełkowanie i wzrost chwastów. Ograniczenie zachwaszczenia poprzez ściółki organiczne tłumaczone jest zarówno mechanicznym oddziaływaniem mulczu (Hembry i Davies 1994) jak i allelopatycznym

wpływem związków chemicznych zawartych w tkankach roślin mulczujących (Creamer i in. 1996).

Z dotychczasowych badań wynika, że najczęściej jako mulcz organiczny stosowana była słoma żytnia. Brakuje natomiast doniesień dotyczących wykorzystania słomy innych gatunków roślin uprawnych.

Badania przedstawione w prezentowanym cyklu publikacji miały na celu określenie wpływu rodzaju zastosowanej słomy i jej dawki na zmiany temperatury i wilgotności gleby, zachwaszczenie upraw, wzrost i rozwój roślin, wielkość i jakość plonu oraz zawartość wybranych składników odżywczych w częściach jadalnych brokułu (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) i pomidora (*Lycopersicon esculentum* Mill.). W przeprowadzonych badaniach, jako ściółkę organiczną wykorzystano słomę żytnią (*Secale cereale* L.), kukurydzianą (*Zea mays* L.), rzepakową (*Brassica napus* L. var. *napus*) i gryczaną (*Fagopyrum* Mill.). Wszystkie słomy stosowano w dawce 10 i 20 t·ha⁻¹. Efekty działania słomy porównano z obiektem kontrolnym bez mulczu. Wpływ ściółkowania różnymi rodzajami słomy zbadano w uprawach osłanianych włókniną polipropylenową i w gruncie odkrytym.

Wpływ mulczowania słomą na temperaturę i wilgotność gleby

Mulczowanie gleby materiałami organicznymi pomaga zmniejszyć wahania temperatury w obrębie systemu korzeniowego roślin [**praca 9**]. Według Kumar i Bhardwaj (2012) mulcz obniża temperaturę gleby w lecie i podnosi ją zimą. Zabieg ten zapewnia lepsze warunki termiczne w godzinach porannych, a wieczorem zabezpiecza glebę przed szybką utratą ciepła zgromadzonego w ciągu dnia. Zdaniem Olasantan (1999) mulczowanie chroni glebę przed stratami wody wskutek parowania, pomaga zwiększyć wilgotność gleby i ogranicza przedostawanie się wody poza zasięg systemu korzeniowego. Sinkevičienė i in. (2009) stwierdzili, że wilgotność gleby w obiektach mulczowanych jest większa w porównaniu z kontrolą bez mulczu oraz bardziej stabilna w czasie całego okresu wegetacji roślin.

Badania przedstawione w **pracach 1 i 2** zamieszczonych w prezentowanym cyklu publikacji miały na celu ocenę wpływu osłaniania i mulczowania na zmiany temperatury gleby w uprawie brokułu na wczesny zbiór rosnącego w mniej korzystnych warunkach termicznych oraz pomidora, gatunku o wysokich wymaganiach cieplnych silnie reagującego na temperaturę gleby i powietrza w okresie wzrostu. Pomiar temperatury gleby prowadzono we wszystkich obiektach doświadczenia. Temperaturę mierzono w okresie utrzymywania

osłon na roślinach (w brokule 9 razy, w pomidorze 11 razy). Pomiarów dokonywano na głębokości 10 cm, o godzinie 8⁰⁰ i 14⁰⁰.

Analizując uzyskane wyniki stwierdzono, że zarówno w kombinacji bez osłaniania jak i pod osłoną, temperatura gleby w obiektach bez słomy w godzinach rannych (pomiar o godzinie 8⁰⁰) i popołudniowych (pomiar o godzinie 14⁰⁰) była wyższa w porównaniu do obiektów mulczowanych słomą. Najmniejsze obniżenie temperatury w porównaniu do stwierdzonej w obiekcie kontrolnym bez ściółki zaobserwowano w obiektach mulczowanych słomą gryczaną. W uprawie brokułu w odkrytym gruncie obniżenie temperatury gleby na skutek mulczowania słomą gryczaną przy pomiarze o godzinie 8⁰⁰ wyniosło 1,2°C, a o godzinie 14⁰⁰ 3,6°C, a pod włókniną odpowiednio 0,5 i 3,0°C. W uprawie pomidora nieosłanianego włókniną obniżenie temperatury wyniosło odpowiednio 1,1°C i 2,8°C, a pod włókniną 0,6°C i 3,5°C. Przyczyną mniejszych różnic temperatury gleby pomiędzy kontrolą, a obiektami ściółkowanymi słomą gryczaną była ciemniejsza barwa słomy gryczanej w porównaniu z pozostałymi rodzajami słomy, w wyniku czego słoma gryczana absorbowiała więcej promieni słonecznych. Największy spadek temperatury na skutek mulczowania stwierdzono w obiektach ze słomą żytnią. Niezależnie od osłaniania, obniżenie temperatury gleby mulczowanej słomą żytnią w uprawie brokułu w godzinach porannych wyniosło 1,8°C, a w godzinach popołudniowych 4,8°C, natomiast w uprawie pomidora 2,1°C oraz 5,5°C. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że mulczowanie słomą przyczyniło się do wolniejszego nagrzewania się gleby. Gleba ściółkowana charakteryzowała się także mniejszymi wahaniami temperatury w porównaniu z obiektem bez słomy, zwłaszcza w godzinach popołudniowych. Potwierdzają to badania Chakraborty i in. (2008), w których przez cały okres wegetacji temperatura gleby mulczowanej słomą ryżową na głębokości 7 i 14 cm była niższa od temperatury gleby niemulczowanej, zwłaszcza przy pomiarze o godzinie 14³⁰. W badaniach Sinkevičienė i in. (2009) wszystkie mulcze organiczne (słoma pszenna, torf, trociny, trawa) powodowały istotne obniżenie temperatury gleby. Największe różnice wynoszące od 0,7 do 1,6°C autorzy zaobserwowali pomiędzy glebą niemulczowaną oraz mulczowaną słomą pszenną. Zdaniem wielu autorów wolniejszy wzrost temperatury gleby pod ściółkami, a także mniejsze wahania temperatury w okresie wegetacji roślin przyczyniają się do lepszego wzrostu i rozwoju roślin o mniejszych wymaganiach cieplnych (Olasantan 1999, Dahiya i in. 2007, Sinkevičienė i in. 2009), natomiast zjawisko to może powodować wolniejszy wzrost i dojrzewanie owoców roślin ciepłolubnych (Borowy i Jelonkiewicz 1999).

Wielkość dawki słomy stosowanej do mulczowania [praca 3] miała duży wpływ na temperaturę gleby zarówno w godzinach rannych jak i popołudniowych w uprawie obu badanych gatunków. Wyższą temperaturę gleby stwierdzono w obiekcie kontrolnym bez mulczu ze słomy. Obniżenie temperatury w wyniku mulczowania słomą w dawce $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ wyniosło $1,5 \text{ }^\circ\text{C}$ o godzinie 8^{00} rano i $3,8 \text{ }^\circ\text{C}$ o godzinie 14^{00} po południu, a przy mulczowaniu słomą w dawce $20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ odpowiednio $1,7 \text{ }^\circ\text{C}$ i $4,6 \text{ }^\circ\text{C}$.

Celem badań [praca 1] było również określenie wpływu osłaniania i mulczowania na wilgotność gleby. Próby gleby do oznaczenia wilgotności pobierano z warstwy 0-20 cm i 20-40 cm w dwóch terminach: bezpośrednio po zdjęciu włókniny polipropylenowej oraz przed zbiorem róz brokułu. Stwierdzono, że zarówno w uprawie pod włókniną jak i w odkrytym gruncie, mulcze ze wszystkich badanych w doświadczeniu rodzajów słomy powodowały wzrost wilgotności wierzchniej i głębszej warstwy gleby po zdjęciu osłon i przed zbiorem róz. Potwierdzają to badania Olasantan (1999), w których gleba mulczowana zawsze charakteryzowała się większą wilgotnością w porównaniu z niemulczowaną kontrolą.

W kombinacji osłanianej po zdjęciu włókniny większą wilgotnością charakteryzowała się wierzchnia warstwa gleby ściółkowanej słomą kukurydzianą niż ściółkowanej słomą żytnią. Różnica wyniosła średnio $1,20\%$. Natomiast w odkrytym gruncie większą wilgotność warstwy 0-20 cm, średnio o $1,13\%$, stwierdzono w obiektach mulczowanych słomą gryczaną w porównaniu z rzepakową, a głębszej (20-40 cm) w obiektach ściółkowanych słomą gryczaną niż kukurydzianą (średnio o $0,74\%$). W badaniach Sinkevičienė i in. (2009) wilgotność gleby mulczowanej słomą była większa średnio o $3,0\text{-}4,5\%$ w porównaniu z obiektem kontrolnym bez mulczu.

Przed zbiorem róz brokułu w kombinacji bez osłony większą wilgotność wierzchniej warstwy gleby (0-20 cm) stwierdzono w obiektach mulczowanych słomą żytnią niż w mulczowanych słomą kukurydzianą i rzepakową. Mulcz ze słomy rzepakowej przyczynił się do istotnego wzrostu wilgotności głębszej warstwy gleby (20-40 cm) w porównaniu z pozostałymi rodzajami mulczu. W kombinacji osłanianej włókniną nie stwierdzono istotnych różnic w wilgotności zarówno wierzchniej, jak i głębszej warstwy gleby na poszczególnych rodzajach ściółek ze słomy. Tomar i in. (1992) stwierdzili istotnie większą wilgotność warstwy gleby 0-30 cm pod mulczami organicznymi niż w kontroli bez mulczowania. Zdaniem autorów wpływ mulczowania na wilgotność gleby na głębokości 30-90 cm był mniej widoczny, ale wilgotność była wciąż większa niż w kontroli bez mulczu. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że ściółkowanie gleby pod włókniną

oddziaływało korzystniej na zawartość wody w glebie niż w uprawie bez osłaniania. Potwierdzają to badania Siwka (2002) dotyczące ściółkowania słomą w uprawie ogórka i selera naciowego. Zdaniem autora mulczowanie gleby zapobiega stratom wody poprzez parowanie, a w konsekwencji poprawia warunki wzrostu i rozwoju roślin.

Wpływ mulczowania słomą na zachwaszczenie upraw

Stosowanie różnego rodzaju ściółek pozwala na ograniczenie zachwaszczenia pod osłonami. Osłony z tworzyw sztucznych mają korzystny wpływ nie tylko na wzrost i plonowanie warzyw, ale przyspieszają także wzrost i rozwój chwastów. Odchwaszczanie pod osłonami, zarówno mechaniczne jak i chemiczne jest kłopotliwe. Liczne badania potwierdzają wpływ mulczu ze słomy na ograniczenie kiełkowania chwastów (Teasdale i Moher 2000, Grassbaugh i in. 2004, Sinkevičienė i in. 2009). Zdaniem Jodaugienė i in. (2006) pozytywny wpływ mulczu jest szczególnie widoczny w okresie intensywnego kiełkowania chwastów. Teasdale i in. (1991) oraz Vidal i Baumann (1994) twierdzą, że ograniczenie zachwaszczenia może być związane z wydzielaniem przez warstwę mulczu substancji hamujących rozwój niektórych gatunków chwastów. Efekt odchwaszczający mulczu ze słomy może również wynikać z ograniczenia dostępu światła do powierzchni gleby i zamierania siewek chwastów po wykiełkowaniu. Mohler (1993) twierdzi, że przy braku dostępu światła nasiona chwastów pomimo, że zalegają w wierzchniej warstwie gleby, pozostają w stanie uśpienia nie zachwaszczając zasiewów roślin uprawnych. Aktualny stan wiedzy na temat wpływu mulczowania na zachwaszczenie upraw opisano w **pracy 9**.

Celem badań była ocena wpływu ściółkowania gleby słomą na zachwaszczenie warzyw uprawianych pod osłoną z włókniny polipropylenowej i bez osłaniania. Uzyskane wyniki mogą się przyczynić do ograniczenia stosowania herbicydów. Wpływ badanych czynników na zachwaszczenie uprawy określano dwukrotnie każdego roku. Ocenę zachwaszczenia pierwotnego przeprowadzono bezpośrednio po zdjęciu osłon – 3 dekada maja w uprawie brokułu oraz 2 dekada czerwca w uprawie pomidora. Następnie wykonano ręczne odchwaszczanie plantacji. Zachwaszczenie wtórne określono przed zbiorem warzyw – 3 dekada czerwca w uprawie brokułu oraz 3 dekada lipca w uprawie pomidora. Zachwaszczenie określono metodą ilościowo-wagową. Oznaczono skład gatunkowy oraz liczbę i świeżą masę chwastów w uprawie brokułu i pomidora. W przeprowadzonych badaniach [**praca 4**] bezpośrednio po zdjęciu osłon odnotowano 24 gatunki chwastów, a przed zbiorem brokułu

i pomidora 25 gatunków, w większości charakterystycznych dla upraw warzywnych. W pierwszym terminie oznaczania dominowały *Chenopodium album* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., *Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve, *Stellaria media* (L.) Vill., *Viola arvensis* L., natomiast przed zbiorem warzyw *Chenopodium album* L., *Viola arvensis* L., *Veronica arvensis* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. Dominującym gatunkiem spośród chwastów jednorocznych były *Chenopodium album* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. i *Viola arvensis*, a spośród wieloletnich *Elymus repens* (L.) Gould.

Po zdjęciu osłon stwierdzono, że w uprawie brokułu każdy rodzaj mulczu ze słomy istotnie ograniczał liczbę i świeżą masę chwastów. Największy efekt odchwaszczający uzyskano w obiektach mulczowanych słomą żytnią i gryczaną. W uprawie pomidora największy wpływ na ograniczenie liczby chwastów miał mulcz ze słomy żytniej. W kombinacji bez osłaniania zmniejszenie liczby chwastów na glebie mulczowanej słomą żytnią w porównaniu z obiektem kontrolnym wyniosło 77,3 szt·m⁻², a w uprawie pod włókniną 69,3 szt·m⁻². Istotnie mniejszą masę chwastów, zarówno w uprawie bez osłony jak i pod włókniną stwierdzono na mulczu ze słomy żytniej i gryczanej w porównaniu z pozostałymi rodzajami mulczu oraz kontrolą bez ściółki. Potwierdzają to badania Jodaugienė i in. (2006), w których na glebie mulczowanej słomą pszenną liczba chwastów na 1 m² w pełni wegetacji wyniosła 359,2 szt., natomiast na glebie bez mulczu 1366,0 sztuk. W badaniach Sinkevičienė i in. (2009) najbardziej skuteczny w obniżaniu liczby chwastów w porównaniu z mulczem z torfu, trocin i trawy okazał się mulcz ze słomy. W obiektach mulczowanych słomą zagęszczenie chwastów było 2,8-6,4 razy mniejsze w porównaniu z obiektami bez mulczu.

Przed zbiorem brokułu uprawianego bez osłaniania najlepszy efekt dało mulczowanie gleby słomą gryczaną. Przyczyniło się do statystycznie istotnego zmniejszenia liczby chwastów w porównaniu ze stwierdzonym na glebie mulczowanej słomą kukurydzianą i w niemulczowanej kontroli. Różnice wyniosły odpowiednio 16,0 i 21,4 szt·m⁻². W kombinacji osłanianej każdy rodzaj mulczu w odniesieniu do niemulczowanej kontroli powodował obniżenie liczby chwastów, a mulczowanie słomą żytnią i gryczaną przyczyniło się także do zmniejszenia masy chwastów. Przed zbiorem pomidora każdy rodzaj mulczu ze słomy powodował obniżenie liczby i świeżej masy chwastów w porównaniu z kontrolą. Podobnie jak w przypadku brokułu najbardziej efektywna w ograniczaniu zachwaszczenia była słoma żytnia i gryczana. W badaniach Mohtisham i in. (2013) mulczowanie słomą pszenną w dawce 5 t·ha⁻¹ zmniejszało o połowę liczbę kiełkujących chwastów w porównaniu

z niemulczowaną kontrolą. W badaniach Sajid i in. (2013) mulczowanie słomą pszenną powodowało zmniejszenie masy chwastów w uprawie grochu zielonego w porównaniu z obiektem kontrolnym o 28,9 g·m⁻². Din i in. (2013) podają, że zastosowanie mulczu ze słomy pszennej w uprawie kukurydzy przyczyniło się do zmniejszenia masy chwastów średnio o 27,1% w porównaniu z obiektem kontrolnym bez słomy. Wyniki badań wskazują, że rodzaj stosowanego mulczu istotnie modyfikował liczbę chwastów, co może wynikać z allelopatycznego oddziaływania słomy na kiełkowanie poszczególnych gatunków. Także Creamer i in. (1996) twierdzą, że resztki pozbiiorowe pozostawione na powierzchni gleby mogą modyfikować warunki kiełkowania chwastów, zarówno poprzez zmianę dostępności światła oraz zmiany temperatury i wilgotności gleby, jak również poprzez allelopatyczne oddziaływanie na niektóre gatunki chwastów substancji przenikających do gleby z ulegającej rozkładowi materii organicznej tworzącej mulcz.

Zdaniem Zagarozy (2003) efektywność ściółkowania zależy od grubości warstwy mulczu rozłożonej na powierzchni gleby. Według Kumar i Bhardwaj (2012) w celu uzyskania optymalnego efektu ściółkowania na ograniczenie wzrostu chwastów, mulcz powinien być stosowany bezpośrednio po siewie nasion lub wysadzeniu rozsady, w minimalnej dawce 5 t·ha⁻¹. Z kolei, w badaniach Döring i in. (2005) umiarkowane ilości słomy stosowane do mulczowania gleby (1,25 t·ha⁻¹, 2,5 t·ha⁻¹ i 5 t·ha⁻¹) nie zmniejszały, ale też nie powodowały istotnego zwiększenia zachwaszczenia. Yordanova i Shaban (2007) twierdzą, że mulcze organiczne, niezależnie od grubości warstwy rozłożonej na powierzchni gleby nie zapewniają dobrej ochrony przed chwastami, zwłaszcza wieloletnimi. W badaniach Hembry i Davies (1994) wzrost pojedynczych chwastów obserwowano nawet przy stosowaniu mulczu ze słomy w dawce 20 t·ha⁻¹.

W przeprowadzonych badaniach podjęto także próbę określenia wpływu różnych dawek słomy na zachwaszczenie warzyw. Z badań [**praca 5**] wynika, że w początkowym okresie wzrostu brokołu wszystkie słomy niezależnie od dawki powodowały ograniczenie zachwaszczenia. Mniej chwastów stwierdzono w obiektach ze słomą w dawce 20 t·ha⁻¹ w porównaniu z obiektami ściółkowanymi dawką 10 t·ha⁻¹. W przypadku słomy kukurydzianej i gryczanej różnica ta została potwierdzona statystycznie. W obiektach mulczowanych słomą kukurydzianą w dawce 20 t·ha⁻¹ liczba chwastów była mniejsza o 46,2 szt·m⁻², a słomą gryczaną o 33,8 szt·m⁻² w odniesieniu do stwierdzonej na poletkach ściółkowanych słomą w dawce 10 t·ha⁻¹. Także w uprawie pomidora dawka słomy miała istotny wpływ na liczbę chwastów. Wszystkie słomy zastosowane w dawce 20 t·ha⁻¹ istotnie

obniżały liczbę chwastów w porównaniu z dawką 10 t·ha⁻¹. W uprawie obu gatunków warzyw mulczowanie słomą ograniczało także masę chwastów w odniesieniu do obiektu kontrolnego. Zastosowanie słomy w dawce 20 t·ha⁻¹ przyczyniło się do istotnego obniżenia masy chwastów w porównaniu z dawką 10 t·ha⁻¹. Potwierdzają to badania Ahmed i in. (2007) oraz Uwah i Iwo (2011), w których wraz ze wzrostem dawki mulczu następowało obniżenie masy chwastów.

Przy ocenie zachwaszczenia przed zbiorem warzyw stwierdzono, że mulcz ze słomy żytniej i gryczanej w uprawie brokułu oraz kukurydzianej i rzepakowej w uprawie pomidora zastosowany w dawce 20 t·ha⁻¹ powodował istotne obniżenie liczby chwastów w porównaniu z dawką 10 t·ha⁻¹. Zastosowanie słomy żytniej w dawce 20 t·ha⁻¹ w uprawie brokułu oraz rzepakowej w dawce 20 t·ha⁻¹ w uprawie pomidora istotnie obniżało także masę chwastów w porównaniu z obiektami mulczowanymi słomą w dawce 10 t·ha⁻¹. Różnice wyniosły odpowiednio 323,6 i 424,1 g·m⁻².

Wpływ mulczowania słomą na wzrost i rozwój roślin

Mulczowanie gleby w uprawach pod osłonami poprzez utrzymanie właściwej wilgotności i ograniczanie wahań temperatury gleby w miesiącach letnich stwarza stabilniejsze warunki sprzyjające wzrostowi i rozwojowi roślin (Soltani i in. 1995). Celem badań [**praca 2**] było określenie wpływu mulczowania gleby różnymi rodzajami słomy na wzrost i rozwój roślin pomidora uprawianego pod osłoną z włókniny polipropylenowej oraz bez osłaniania. Oceniono wpływ badanych czynników na wysokość i masę roślin, wielkość powierzchni asymilacyjnej oraz wskaźniki LAI i SLA.

Stwierdzono, że rośliny osłaniane włókniną uprawiane na mulczu ze słomy kukurydzianej, rzepakowej i gryczanej były wyższe w porównaniu z uprawianymi bez mulczowania. Nie stwierdzono różnic w wysokości roślin na poszczególnych ściółkach w uprawie bez osłaniania. Niezależnie od osłaniania najkorzystniej na przyrost masy roślin wpłynęło mulczowanie słomą rzepakową i gryczaną. Przyrost masy wyniósł odpowiednio 90,2 i 89,9 g w porównaniu z masą roślin uprawianych bez mulczowania. W badaniach Sajid i in. (2013) groch zielony uprawiany na mulczu organicznym ze słomy pszennej i trocin był wyższy odpowiednio o 5,54 i 7,72 cm w porównaniu z uprawianym bez mulczowania. Ibarra i in. (2001) stwierdzili, że rośliny melona z obiektów mulczowanych i osłanianych charakteryzowały się istotnie większą biomasą w porównaniu z roślinami z obiektów tylko mulczowanych lub z obiektu bez mulczu i osłony.

Wielkość powierzchni asymilacyjnej zależy od cech genetycznych gatunku i odmiany, zwartości łanu, zdrowotności roślin oraz warunków klimatycznych i zabiegów agrotechnicznych (Kołodziejczyk 2012). Wielu autorów (Soltani i in. 1995, Ibarra i in. 2001, Wadas i Kosterna 2007) twierdzi jednak, że na rozwój powierzchni asymilacyjnej w dużym stopniu wpływa temperatura powietrza. W przeprowadzonych badaniach wykazano, że niezależnie od osłaniania, rośliny uprawiane na glebie mulczowanej charakteryzowały się większą powierzchnią asymilacyjną liści i wartością wskaźnika LAI niż uprawiane w obiekcie kontrolnym bez mulczu ze słomy. Z trzyletnich badań wynika, że istotnie większą powierzchnią asymilacyjną liści i wartością LAI charakteryzowały się rośliny uprawiane na mulczu ze słomy rzepakowej w porównaniu z uprawianymi na słomie żytniej i w kontroli bez słomy. Zwiększenie powierzchni asymilacyjnej wyniosło odpowiednio 0,52 i 0,44 m², a wskaźnika LAI odpowiednio 2,18 i 1,82. W badaniach Nguyen i in. (2013) mulczowanie kompostem przyczyniło się do niewielkiego i nie potwierdzonego statystycznie wzrostu wartości LAI w porównaniu z roślinami uprawianymi w kontroli bez kompostu. Badania własne wskazują, że jednoczesne mulczowanie i osłanianie ma większy korzystny wpływ na wzrost i rozwój roślin niż samo osłanianie. Według Blanchart i in. (2006) podczas procesu mineralizacji ściółek zawarte w nich składniki odżywcze stają się dostępne dla roślin, co może przyczynić się do lepszego wzrostu i rozwoju roślin na glebie mulczowanej.

W uprawie bez osłaniania roślin wartość wskaźnika SLA była większa średnio o 1,07 m²·kg⁻¹ przy stosowaniu mulczu ze słomy żytniej w porównaniu z niemulczowaną kontrolą. W kombinacji osłanianej włókniną większą wartością wskaźnika SLA charakteryzowały się rośliny uprawiane na mulczu ze słomy kukurydzianej i rzepakowej niż gryczanej. Różnice wyniosły odpowiednio 1,45 i 1,42 m²·kg⁻¹. Natomiast w badaniach Soltani i in. (1995) rośliny melona uprawiane na glebie mulczowanej i osłanianie charakteryzowały się większym wskaźnikiem SLA w porównaniu do obiektu bez mulczu i osłony. W badaniach Ibarra i in. (2001) dotyczących uprawy melona wartość SLA w obiektach mulczowanych i osłanianych była większa niż w obiektach bez osłaniania roślin, jednak różnice nie zostały potwierdzone statystycznie.

Wpływ mulczowania gleby słomą na plonowanie i jakość plonu warzyw

Tan i in. (2000) twierdzą, że głównym czynnikiem decydującym o wielkości i jakości plonu są warunki wzrostu roślin. Z wielu badań wynika, że wpływ mulczowania gleby na

plonowanie warzyw jest różny [**praca 9**]. Wzrost plonów pomidora w wyniku zastosowania mulczy organicznych stwierdzili Grassbaugh i in. (2004) oraz Samaila i in. (2011a), czosnku Jamil i in. (2005), ziemniaka Kar i Kumar (2007). W badaniach Johnson i in. (2004) większy plon melona zebrano z obiektów mulczowanych słomą, natomiast plon ziemniaków z obiektów mulczowanych i niemulczowanych był podobny. Z kolei Döring i in. (2005) oraz Edwards i in. (2000) nie stwierdzili istotnego wpływu mulczy organicznych na plonowanie ziemniaka. Zdaniem Gill i in. (1996) wzrost plonów w wyniku mulczowania gleby jest większy dla gatunków uprawianych na wczesny zbiór. Badania przedstawione w **pracy 2 i 6** miały na celu określenie wpływu osłaniania roślin włókniną i mulczowania gleby słomą na plonowanie pomidora i brokułu. Przeprowadzona analiza [**praca 6**] dowiodła, że w uprawie brokułu bez osłaniania włókniną każdy rodzaj mulczu ze słomy przyczynił się do istotnego wzrostu plonu handlowego i masy róży handlowej w porównaniu z obiektem bez mulczu. Pod włókniną największy plon i masę róży uzyskano z roślin uprawianych na stanowisku mulczowanym słomą gryczaną. Wzrost plonu w porównaniu z obiektem kontrolnym bez mulczu wyniósł średnio 44%, a masy róży handlowej 42%. Potwierdzają to badania Gordon i in. (2008) dotyczące uprawy dyni zwyczajnej, w których plon handlowy owoców z obiektów jednocześnie mulczowanych i osłanianych był ponad 2-krotnie większy niż z obiektu tylko osłanianego. W badaniach Borowego i Jelonkiewicz (1999) reakcja warzyw na uprawę metodą siewu bezpośredniego w mulcz była zróżnicowana i zależała od gatunku. Warzywami dobrze plonującymi przy tym sposobie uprawy były burak, kapusta, marchew, ogórek, por i seler, natomiast istotnie słabiej plonowały pomidor i rzepa.

W uprawie bez osłony największą długością łuku charakteryzowały się róże brokułów mulczowanych słomą żytnią, natomiast pod włókniną mulczowanych słomą kukurydzianą i gryczaną. Zastosowane mulcze różnicowały także średnicę łodygi brokułu. W kombinacji bez osłony z włókniny polipropylenowej każdy rodzaj mulczu ze słomy powodował zwiększenie średnicy łodygi. Natomiast pod osłoną, róże o najgrubszych łodygach wytworzyły rośliny uprawiane na glebie ściółkowanej słomą gryczaną. Podobne efekty ściółkowania dla różnych gatunków warzyw stwierdzili inni autorzy w literaturze przedmiotu. Wzrost średnicy owoców pomidora w wyniku stosowania mulczu ze słomy we wszystkich latach prowadzenia badań stwierdziła Samaila i in. (2011a). W badaniach Olfati i in. (2008) wszystkie stosowane mulcze organiczne przyczyniły się do istotnego zwiększenia długości korzeni marchwi w porównaniu z kontrolą bez mulczu. Khan i Parvej (2010) stwierdzili, że mulczowanie gleby w uprawie kukurydzy zwiększyło liczbę oraz długość i średnicę kolb na

roślinie, a także masę tysiąca nasion w porównaniu z uzyskaną z roślin uprawianych na glebie bez mulczu.

Badania własne [**praca 2**] wykazały, że w uprawie w odkrytym gruncie istotnie największy plon ogółem owoców pomidora uzyskano z roślin z obiektów mulczowanych słomą gryczaną. Stwierdzono także, że zastosowanie mulczu ze słomy żytniej i kukurydzianej zwiększyło plony pomidora w odniesieniu do uzyskanych z roślin uprawianych bez mulczowania. Natomiast w uprawie pod włókniną największy plon owoców uzyskano na mulczu ze słomy kukurydzianej. Plon owoców z obiektów ściółkowanych pozostałymi rodzajami słomy był istotnie większy od zebranego z roślin uprawianych bez mulczu. Potwierdzają to badania Samaila i in. (2011a), w których mulczowanie gleby słomą przyczyniło się do istotnego zwiększenia plonu ogółem owoców pomidora, średnio o $1,63 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ w porównaniu z niemulczowaną kontrolą. Podobnie w badaniach Grassbaugh i in. (2004) wszystkie mulcze organiczne powodowały wzrost plonu owoców pomidora w odniesieniu do uzyskanych z roślin uprawianych bez mulczowania. Niezależnie od rodzaju mulczu organicznego w kombinacji bez osłony udział plonu handlowego owoców w plonie ogółem wyniósł 73,2%, a pod osłoną z włókniny polipropylenowej 70,8%. W uprawie bez osłony większy udział plonu handlowego w plonie ogółem stwierdzono na mulczu ze słomy żytniej i kukurydzianej w porównaniu z pozostałymi rodzajami słomy i niemulczowaną kontrolą. Natomiast w uprawie pod włókniną największy udział plonu handlowego w plonie ogółem uzyskano na mulczu ze słomy kukurydzianej.

Analizując wyniki dotyczące wpływu rodzaju i wielkości dawki słomy na plonowanie brokołu [**praca 7**] stwierdzono, że każdy badany w doświadczeniu rodzaj słomy, niezależnie od dawki, powodował wzrost plonu handlowego oraz średniej masy róży handlowej brokołu w porównaniu do uzyskanego z roślin na glebie niemulczowanej. Wykazano, że w przypadku słomy żytniej, rzepakowej i gryczanej zwiększenie dawki z 10 do $20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ przyczyniło się do spadku plonu handlowego, odpowiednio o $1,27 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, $2,61 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ i $1,60 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Wicks i in. (1994) stwierdzili, że wraz ze wzrostem dawki słomy użytej do mulczowania gleby wzrastała średnia masa i liczba kolb na roślinie kukurydzy. Natomiast, największy plon uzyskano przy mulczowaniu gleby słomą pszeną w dawce $5,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ w porównaniu z kontrolą i obiektami ściółkowanymi słomą w dawce $1,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, $3,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ i $6,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Spośród badanych w doświadczeniu rodzajów słomy istotny wpływ na długość łuku róży brokołu miała dawka słomy żytniej. W przypadku brokułów mulczowanych słomą żytnią w dawce $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ długość łuku była większa średnio o 3,44 cm, a ściółkowanych słomą w dawce $20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ o 1,49 cm

w porównaniu z kontrolą bez mulczu. Mulczowanie słomą miało także wpływ na średnicę łodygi. Różę o najmniejszej średnicy łodygi zebrano z obiektu kontrolnego bez słomy. Stwierdzono również, że zwiększenie dawki słomy rzepakowej użytej do ściółkowania gleby powodowało zmniejszenie grubości łodygi.

Wyniki badań [**praca 3**] dotyczące uprawy pomidora wykazały, że bardziej przydatne jako mulcz okazały się słomy kukurydziana i gryczana, a najmniej słoma rzepakowa. Wszystkie rodzaje słomy zastosowane w dawce $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ spowodowały wzrost plonu ogółem owoców pomidora w porównaniu z zebraniem w obiekcie kontrolnym bez mulczu. Zwiększenie dawki słomy żytniej, rzepakowej i gryczanej z 10 do $20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ przyczyniło się do obniżenia plonu ogółem owoców. Udział plonu handlowego w plonie ogółem wyniósł średnio 73,7%. Ściółkowanie gleby słomą żytnią zwiększyło procentowy udział plonu handlowego owoców w plonie ogółem w stosunku do niemulczowanej kontroli. Przy zastosowaniu słomy żytniej w dawce $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ zwiększenie udziału plonu handlowego wyniosło 6,4%, a w dawce $20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ 4,2%. Natomiast mulcz ze słomy kukurydzianej i rzepakowej w dawce $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ powodował obniżenie udziału plonu handlowego w plonie ogółem w porównaniu z uzyskanym na mulczu w dawce $20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ i kontrolą bez słomy.

Wartość biologiczna warzyw jest uzależniona od zawartości składników odżywczych w ich częściach jadalnych. Wpływ na jakość plonu oprócz warunków pogodowych i stopnia dojrzałości mają także metody uprawy oraz zabiegi agrotechniczne wykonywane w okresie wegetacji [**praca 9**]. W badaniach przedstawionych w **pracy 6 i 8** oceniono wpływ takich zabiegów agrotechnicznych jak płaskie bezkonstrukcyjne osłanianie upraw oraz ściółkowanie gleby słomą na wybrane elementy wartości odżywczej brokułu i pomidora. Zawartość suchej masy w różach brokułu [**praca 6**] niezależnie od sposobu uprawy wyniosła średnio 9,32%, kwasu askorbinowego $84,17 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ św. m., cukrów ogółem 3,02% św. m., a cukrów redukujących 1,65% św. m. W uprawie brokułów bez osłaniania więcej suchej masy i cukrów ogółem w odniesieniu do niemulczowanej kontroli stwierdzono w różach pochodzących z obiektów mulczowanych słomą kukurydzianą, kwasu askorbinowego w różach z obiektów mulczowanych słomą gryczaną, a cukrów redukujących słomą kukurydzianą, rzepakową i gryczaną. W uprawie pod włókniną zawartość suchej masy w różach zwiększyło mulczowanie gleby słomą rzepakową, cukrów ogółem żytnią, a cukrów redukujących żytnią i kukurydzianą w porównaniu z uprawą na glebie niemulczowanej. W badaniach Majkowskiej-Gadomskiej (2010) istotnie większą zawartością suchej masy charakteryzowały się owoce melonów uprawianych na glebie mulczowanej pod płaskimi osłonami (7,36%) niż

rosnących pod osłonami bez mulczowania (6,15%). Autorka nie stwierdziła wpływu mulczowania i osłaniania na zawartość kwasu askorbinowego, cukrów oraz kwasów organicznych w owocach.

Zawartość badanych składników odżywczych w owocach pomidora [praca 8] w dużym stopniu zależała od badanych czynników. Owoce pomidora zawierały średnio 6,54% suchej masy, 19,58 mg·100 g⁻¹ św. m. kwasu askorbinowego, 2,65 i 0,99% św. m., odpowiednio cukrów ogółem i cukrów redukujących. Kwasowość miąższu pomidora wyniosła średnio 0,41 g·100 g⁻¹. W uprawie pomidora bez osłaniania większą zawartością kwasu askorbinowego i większą kwasowością miąższu w porównaniu z niemulczowaną kontrolą charakteryzowały się owoce z roślin uprawianych na glebie mulczowanej słomą kukurydzianą i gryczaną, cukrów ogółem z roślin uprawianych na słomie rzepakowej i gryczanej, a cukrów redukujących na słomie rzepakowej. W uprawie pod włókniną lepszemu gromadzeniu suchej masy sprzyjała uprawa roślin na glebie ściółkowanej słomą żytnią i gryczaną niż na glebie niemulczowanej. Większą zawartość kwasu askorbinowego w porównaniu do gleby niemulczowanej stwierdzono w owocach z roślin uprawianych na stanowisku mulczowanym słomą żytnią i gryczaną, a cukrów redukujących słomą żytnią. W badaniach Majkowskiej-Gadomskiej i in. (2012) mulczowanie gleby nie miało wpływu na gromadzenie kwasu askorbinowego, cukrów ogółem i kwasów organicznych w owocach pomidora. Parmar i in. (2013) stwierdzili, że mulczowanie gleby słomą i suchymi liśćmi nieznacznie obniżało kwasowość miąższu owoców melona, ale jednocześnie powodowało wzrost zawartości cukrów ogółem i cukrów redukujących w porównaniu z niemulczowaną kontrolą.

Badania przedstawione w **pracy 3** prezentowanego cyklu publikacji miały na celu określenie wpływu dawki badanych rodzajów słomy na zawartość podstawowych składników odżywczych w różach brokułu i owocach pomidora. Wykazano, że każdy badany w doświadczeniu rodzaj słomy zastosowany w dawce 20 t·ha⁻¹ powodował zwiększenie zawartości suchej masy w różach brokułu w porównaniu do uzyskanej w różach z obiektów mulczowanych słomą w dawce 10 t·ha⁻¹. W uprawie pomidora zwiększenie dawki słomy żytniej, rzepakowej i gryczanej z 10 do 20 t·ha⁻¹ przyczyniło się do obniżenia zawartości suchej masy w owocach. Uprawa roślin na glebie mulczowanej słomą żytnią w dawce 20 t·ha⁻¹ sprzyjała akumulacji kwasu askorbinowego w różach brokułu w porównaniu z różami z obiektów mulczowanych mniejszą dawką słomy. Mulcz ze słomy kukurydzianej i rzepakowej w dawce 10 t·ha⁻¹ przyczynił się do zwiększenia zawartości cukrów ogółem i cukrów redukujących w różach brokułu w odniesieniu do uzyskanej w różach z uprawy bez

mulczowania i z obiektów mulczowanych słomą w dawce 20 t·ha⁻¹. Mulcz ze słomy kukurydzianej i rzepakowej, niezależnie od dawki powodował także wzrost zawartości cukrów ogółem i cukrów redukujących w owocach pomidora w porównaniu z niemulczowaną kontrolą. Wpływ mulczowania gleby na zawartość składników odżywczych w częściach jadalnych warzyw jest zróżnicowany. Z badań Najafabadi i in. (2012) wynika, że mulczowanie gleby słomą przyczyniło się do wzrostu zawartości suchej masy i witaminy C w główkach czosnku. Sekhon i in. (2008) istotnie większą zawartość kwasu askorbinowego w owocach papryki stwierdzili w obiekcie kontrolnym bez mulczu niż w owocach zebranych z obiektów mulczowanych. Samaila i in. (2011b) stwierdziła, że mulczowanie słomą zwiększyło zawartość suchej masy i węglowodanów w owocach pomidora w porównaniu do uzyskanej w owocach z roślin uprawianych bez mulczowania.

Podsumowanie

1. W kombinacji bez osłaniania i pod osłoną z włókniny temperatura gleby nieprzykrytej mulczem ze słomy była wyższa zarówno w godzinach rannych (pomiar o godzinie 8⁰⁰) jak i popołudniowych (pomiar o godzinie 14⁰⁰) w porównaniu do mulczowanej słomą. Najmniejszy spadek temperatury gleby w porównaniu do stwierdzonej w obiekcie bez ściółki zaobserwowano pod słomą gryczaną. Mulczowanie słomą w dawce 20 t·ha⁻¹ spowodowało większe obniżenie temperatury gleby w odniesieniu do temperatury gleby niemulczowanej niż słomą w dawce 10 t·ha⁻¹.
2. Zarówno pod osłoną z włókniny, jak i w odkrytym gruncie każdy zastosowany w doświadczeniu rodzaj słomy powodował zwiększenie wilgotności zarówno wierzchniej (0-20 cm), jak i głębszej (20-40 cm) warstwy gleby bezpośrednio po zdjęciu osłon oraz przed zbiorem róż brokułu.
3. Po zdjęciu osłon zanotowano 24, a przed zbiorem warzyw 25 gatunków chwastów, w większości charakterystycznych dla upraw warzywnych. Gatunkami dominującymi spośród jednorocznych były *Chenopodium album* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., *Viola arvensis* L., natomiast spośród chwastów wieloletnich najczęściej występował *Elymus repens* (L.) Gould. Każdy badany rodzaj mulczu powodował obniżenie liczby i świeżej masy chwastów bezpośrednio po zdjęciu osłon, jak i przed zbiorem brokułu i pomidora. Najbardziej efektywny w ograniczaniu zachwaszczenia był mulcz ze słomy żytniej i gryczanej. Słoma w dawce 20 t·ha⁻¹ miała korzystniejszy wpływ na zmniejszenie zachwaszczenia niż w dawce 10 t·ha⁻¹.

4. Mulczowanie gleby słomą przyczyniło się do bujniejszego wzrostu części nadziemnej pomidora, o czym świadczy większa masa, większa powierzchnia asymilacyjna liści i wskaźnik LAI w porównaniu z tymi parametrami dla roślin uprawianych bez mulczu. Najkorzystniejszy wpływ na wzrost pomidora miało mulczowanie gleby słomą rzepakową i gryczaną.
5. Wszystkie rodzaje słomy zastosowane w doświadczeniu, jako mulcz powodowały istotne zwiększenie plonu handlowego, masy róży handlowej i poprawę jakości róż brokułu w porównaniu z uzyskanymi z roślin uprawianych bez mulczu. Największy plon handlowy róż charakteryzujących się największą masą zebrano z obiektów mulczowanych słomą gryczaną. Korzystniej na analizowane parametry plonu brokułu wpłynęło mulczowanie słomą w dawce 10 niż 20 t·ha⁻¹. Każdy rodzaj mulczu ze słomy powodował zwiększenie plonu ogółem owoców pomidora w porównaniu z uzyskanym z roślin uprawianych na glebie niemulczowanej. W uprawie bez osłony istotnie największy plon uzyskano z roślin mulczowanych słomą gryczaną, a w kombinacji osłanianej włókniną z mulczowanych słomą kukurydzianą. Każda słoma zastosowana w dawce 10 t·ha⁻¹ przyczyniła się do zwiększenia plonu pomidora w porównaniu z kontrolą bez mulczu. Ściółkowanie gleby słomą żytnią zwiększyło procentowy udział plonu handlowego owoców w plonie ogółem w stosunku do niemulczowanej kontroli.
6. Spośród badanych rodzajów słomy gromadzeniu cukrów ogółem w różach brokułu w porównaniu z uprawą na glebie niemulczowanej sprzyjało ściółkowanie słomą kukurydzianą, a akumulacji cukrów redukujących kukurydzianą, rzepakową i gryczaną. Większą zawartością suchej masy w porównaniu z kontrolą bez ściółki charakteryzowały się owoce pomidora pochodzące z uprawy na mulczu ze słomy żytniej i gryczanej, kwasu askorbinowego uprawiane na mulczu ze słomy gryczanej, cukrów ogółem i redukujących odpowiednio na słomie kukurydzianej i żytniej. Niezależnie od rodzaju słomy, mulczowanie dawką 20 t·ha⁻¹ przyczyniło się do zwiększenia zawartości suchej masy w różach brokułu w porównaniu do otrzymanej na glebie mulczowanej słomą w dawce 10 t·ha⁻¹. Natomiast zastosowanie mniejszej dawki mulczu sprzyjało gromadzeniu suchej masy w owocach pomidora. Zwiększenie dawki mulczu z 10 do 20 t·ha⁻¹ przyczyniło się do zwiększenia zawartości kwasu askorbinowego w różach i owocach. Większą zawartością cukrów redukujących

charakteryzowały się róże brokołu zebrane z obiektów mulczowanych słomą w dawce 10 niż 20 t·ha⁻¹.

Piśmiennictwo

- Abdul-Baki A., Teasdale J.R., Korcak R., Chitwood D.J., Huettel R.N., 1996. Freshmarket tomato production in a low-input alternative system using cover crop mulch. *HortSci.*, 31(1), 65-69.
- Ahmed Z.I., Ansar M., Iqbal M., Minhas N.M., 2007. Effect of planting geometry and mulching on moisture conservation, weed control and wheat growth under rainfed conditions. *Pak. J. Bot.*, 39(4), 1189-1195.
- Bajorienė K., Jodaugienė D., Pupalienė R., Sinkevičienė A., 2013. Effect of organic mulches on the content of organic carbon in the soil. *Estonian J. Ecol.*, 62(2), 100-106.
- Blanchart E., Villenave C., Viallatoux A., Barthès B., Girardin C., Azontonde A., Feller C., 2006. Long-term effect of a legume cover crop (*Mucuna pruriens* var. *utilis*) on the communities of soil macrofauna and nematofauna, under maize cultivation, in southern Benin. *European J. Soil. Biol.*, 42, 136-144.
- Borowy A., Jelonkiewicz M., 1999. Zachwaszczenie oraz plonowanie ośmiu gatunków warzyw uprawianych metodą siewu bezpośredniego w mulcz żytni. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 466, 291-300.
- Chakraborty D., Nagarajan S., Aggarwal P., Gupta V.K., Tomar R.K., Garg R.N., Sahoo R.N., Sarkar A., Chopra U.K., Sundara Sarma K.S., Karla N., 2008. Effect of mulching on soil and plant water status, and the growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) in a semi-arid environment. *Agricul. Water Management*, 95(12), 1323-1334.
- Creamer N.G., Bennett M.A., Stinner B.R., Cardina J., Regnier E.E., 1996. Mechanisms of weed suppression in cover crop-based production systems. *HortSci.*, 31(3), 410-413.
- Dahiya R., Ingwersen J., Streck T., 2007. The effect of mulching and tillage on the water and temperature regimes of a loess soil: experimental findings and modeling. *Soil Till. Res.*, 96(1-2), 52-63.
- Din S., Ramzan M., Khan R., Rahman M., Haroon M., Khan T.A., Samad A., 2013. Impact of tillage and mulching practices on weed biomass and yield components of maize under rainfed condition. *Pak. J. Weed Sci. Res.*, 19(2), 201-208.
- Döring T.F., Brandt M., Heß J., Finckh M.R., Saucke H., 2005. Effect of straw mulch on soil nitrate dynamics, weeds, yield and soil erosion in organically grown potatoes. *Field Crops Res.*, 94(2-3), 238-249.
- Edwards L., Burney J.R., Richter G., MacRae A.H., 2000. Evaluation of compost and straw mulching on soil-loss characteristics in erosion plots of potatoes in Prince Edward Island, Canada. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 81, 217-222.
- Gill K.S., Gajri P.R., Chaudhary M.R., Singh B., 1996. Tillage, mulch and irrigation effects on corn (*Zea mays* L.) in relation to evaporative demand. *Soil Till. Res.*, 39(3-4), 213-227.
- Gordon G.G., Foshee W.G.III, Reed S.T., Brown J.E., Vinson E., Woods F.M., 2008. Plastic mulches and row covers on growth and production of summer squash. *Int. J. Veg. Sci.*, 14(4), 322-338.
- Grassbaugh E.M., Regnier E.E., Bennett M.A., 2004. Comparison of organic and inorganic mulches for heirloom tomato production. *Acta Hort.*, 638, 171-176.
- Hembry J.K., Davies J.S., 1994. Using mulches for weed control and preventing leaching of nitrogen fertiliser. *Acta Hort.*, 371, 311-316.

- Ibarra L., Flores J., Díaz-Pérez J.C., 2001. Growth and yield of muskmelon in response to plastic mulch and row covers. *Sci. Hort.*, 87(1-2), 139-145.
- Jamil M., Munir M., Quasim M., Baloch J., Rehman K., 2005. Effect of different types of mulches and their duration on the growth and yield of garlic (*Allium Sativum* L.). *Int. J. Agri. Biol.*, 7(4), 588-591.
- Jodaugienė D., Pupalienė R., Urbonienė M., Pranckietis V., Pranckietienė I., 2006. The impact of different types of organic mulches on weed emergence. *Agron. Res.*, 4, 197-201.
- Johnson J.M., Hough-Goldstein J.A., Vangessel M.J., 2004. Effects of straw mulch on pest insects, predators, and weeds in watermelons and potatoes. *Environ. Entomol.*, 33(6), 1632-1643.
- Kar G., Kumar A., 2007. Effects of irrigation and straw mulch on water use and tuber yield of potato in eastern India. *Agricul. Water Management*, 94(1-3), 109-116.
- Khan M.A.H., Parvej M.R., 2010. Impact of conservation tillage under organic mulches on the reproductive efficacy and yield of quality protein maize. *J. Agric. Sci.*, 5(2), 52-63.
- Kołodziejczyk M., 2012. Wpływ stopnia oraz terminu symulowanej redukcji powierzchni asymilacyjnej roślin na plonowanie ziemniaka jadalnego. *Fragm. Agron.*, 29(3), 81-87.
- Kumar S., Dey P., 2011. Effects of different mulches and irrigation methods on root growth, nutrient uptake, water-use efficiency and yield of strawberry. *Scientia Hort.*, 127(3), 318-324.
- Kumar S.D., Bhardwaj R.L., 2012. Effect of mulching on crop production under rainfed condition: a review. *Int. J. Res. Chem. Environ.*, 2(2), 8-20.
- Majkowska-Gadomska J., 2010. The chemical composition of fruit in selected melon cultivars grown under flat covers with soil mulching. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, 9(2), 39-52.
- Majkowska-Gadomska J., Wierzbicka B., Arcichowska K., 2012. Yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit harvested from plants grown in mulched soil. *Acta Agrobotanica*, 65(4), 149-156.
- Mohler C.L., 1993. A model of the effects of tillage on emergence of weed seedlings. *Ecol. Applications*, 3, 53-73.
- Mohtisham A., Ahmad R., Ahmad Z., Aslam M.R., 2013. Effect of different mulches techniques on weed infestation in aerobic rice (*Oryza sativa* L.). *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 13(2), 153-157.
- Najafabadi Mahdiah M.B., Peyvast G.H., Hassanpour Asil M., Olfati J.A., Rabiee M., 2012. Mulching effects on the yield and quality of garlic as second crop in rice fields. *Int. J. Plant Prod.*, 6(3), 279-290.
- Nguyen T.T., Fuentes S., Marschner P., 2013. Effect of incorporated or mulched compost on leaf nutrient concentrations and performance of *Vitis vinifera* cv. Merlot. *J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 13(2), 485-497.
- Olasantan F.O., 1999. Effect of time of mulching on soil temperature and moisture regime and emergence, growth and yield of white yam in western Nigeria. *Soil Till. Res.*, 50(3-4), 215-221.
- Olfati J.A., Peyvast Gh., Nosrati-Rad Z., 2008. Organic mulching on carrot yield and quality. *Int. J. Veg. Sci.*, 14(4), 362-368.
- Parmar H.N., Polara N.D., Viradiya R.R., 2013. Effect of mulching material on growth, yield and quality of watermelon (*Citrullus Lanatus* Thunb) cv. Kiran. *Univ. J. Agric. Res.*, 1(2), 30-37.
- Sajid M., Hussain I., Khan I.A., Rab A., Jan I., Fazal-I-Wahid, Shah S.T., 2013. Influence of organic mulches on growth and yield components of pea's cultivars. *Greener J. Agric. Sci.*, 3(8), 652-657.

- Samaila A.A., Amans E.B., Babaji B.A., 2011a. Yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) as influenced by mulching, nitrogen and irrigation interval. *Int. Res. J. Agric. Sci. Soil Sci.*, 1(3), 90-95.
- Samaila A.A., Amans E.B., Abubakar I.U., Babaji B.A., 2011b. Nutritional quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) as influenced by mulching, nitrogen and irrigation interval. *J. Agric. Sci.*, 3(1), 266-270.
- Sekhoni N.K., Singh Ch.B., Sidhu A.S., Thind S.S., Hira G.S., Khurana D.S., 2008. Effect of straw mulching, irrigation and fertilizer nitrogen levels on soil hydrothermal regime, water use and yield of hybrid chilli. *Agron. Soil Sci.*, 54(2), 163-174.
- Sinkevičienė A., Jodaugienė D., Pupalienė R., Urbonienė M., 2009. The influence of organic mulches on soil properties and crop yield. *Agron. Res.*, 7(1), 485-491.
- Siwek P., 2002. Modyfikacja warunków środowiska w uprawie ogórka i selera naciowego poprzez ściółkowanie gleby i bezpośrednie osłanianie roślin. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rozprawy*, s.79.
- Soltani N., Anderson LaMar J., Hamson A.R., 1995. Growth analysis of watermelon plants grown with mulches and rowcovers. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 120(6), 1001-1009.
- Tan D.K.Y., Wearing A. H., Rickert K.G., Birch C.J., 2000. Broccoli yield and quality can be determined by cultivar and temperature but not photoperiod in south – east Queensland. *Australian J. Exp. Agric.*, 39(7), 901-909.
- Teasdale J.R., Beste C.E., Potts W.E., 1991. Response of weeds to tillage and cover crop residue. *Weed Sci.*, 39(2), 195-199.
- Teasdale J.R., Mohler C.L., 2000. The quantitative relationship between weed emergence and the physical properties of mulches. *Weed Sci.*, 48(3), 385-392.
- Tomar V.P S., Narain P., Dadhwal K.S., 1992. Effect of perennial mulches on moisture conservation and soil-building properties through agroforestry. *Agroforestry Sys.*, 19(3), 241-252.
- Uwah D.F., Iwo G.A., 2011. Effectiveness of organic mulch on the productivity of maize (*Zea mays* L.) and weed growth. *J. Animal & Plant Sci.*, 21(3), 525-530.
- Vidal R.A., Baumann T.T., 1994. Straw density in no-till affects soybean – weeds interference. *Proceedings of 3rd ESA Congress, Padova (Italy)*, 268-269.
- Wadas W., Kosterna E., 2007. Effect of perforated foil and polypropylene fibre covers on assimilation leaf area of early potato cultivars. *Plant Soil Environ.*, 53(7), 299-305.
- Wicks G.A., Crutchfield D.A., Burnside O.C., 1994. Influence of wheat (*Triticum aestivum*) straw mulch and metolachlor on corn (*Zea mays*) growth and yield. *Weed Sci.*, 42(1), 141-147.
- Yordanova M., Shaban N., 2007. Effect of mulching on weeds of fall broccoli. *Buletinul USAMV-CN*, 64.
- Zagaroza C., 2003. Weed management in vegetables. *Food and agriculture organization of the United Nations. FAO plant production and protection*, 120, 1.
- Zibilske L.M., Makus D.J., 2009. Black oat cover crop management effects on soil temperature and biological properties on a Mollisol in Texas, USA. *Geoderma*, 149(3-4), 379-385.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Główne kierunki prac badawczych ujęto w następujące grupy tematyczne:

1. Doskonalenie agrotechniki ziemniaka wczesnego

Podstawowym czynnikiem, który decyduje o powodzeniu uprawy ziemniaka na wczesny zbiór jest temperatura gleby i powietrza w pierwszej połowie okresu wegetacji. Dla produkcji ziemniaka wczesnego istotne są wyższe temperatury w kwietniu i maju, umożliwiające wczesne sadzenie i szybki początkowy rozwój roślin. Niekorzystny wpływ niskiej temperatury w początkowym okresie wegetacji ziemniaka można zmniejszyć stosując osłony bezpośrednio na obsadzone pole. Korzystny efekt stosowania osłon w dużym stopniu zależy od warunków glebowych i klimatycznych oraz od terminu zbioru ziemniaka. Wysokie nakłady na produkcję stwarzają potrzebę poszukiwania optymalnych rozwiązań zarówno co do rodzaju stosowanej osłony jak i długości okresu utrzymywania jej na roślinach.

Zmiana warunków początkowego wzrostu i rozwoju roślin w wyniku stosowania osłon spowodowała przyspieszenie przebiegu faz rozwojowych ziemniaka. Podwyższenie temperatury gleby na skutek stosowania osłon przyczyniło się do przyspieszenia wschodów średnio o 5 dni, skrócenia okresu od sadzenia do formowania pąków kwiatowych o 3 dni, a do zawiązywania bulw o 5 dni oraz do 2-krotnego zwiększenia powierzchni asymilacyjnej roślin. Większy wzrost temperatury gleby pod folią perforowaną, niż pod włókniną powodował wcześniejsze o 1-2 dni wystąpienie kolejnych faz rozwojowych roślin, ale rodzaj stosowanej osłony nie miał istotnego wpływu na wielkość powierzchni asymilacyjnej roślin.

Stosowanie osłon w uprawie wczesnych odmian ziemniaka przyczyniło się do przyspieszenia zbiorów co najmniej o 2-3 tygodnie w stosunku do terminu optymalnego w danym rejonie oraz wpłynęło na poprawę struktury plonu poprzez zwiększenie udziału w nim masy bulw dużych. Lepszy efekt stosowania osłon uzyskuje się w uprawie ziemniaka na bardzo wczesny zbiór. W miarę jego opóźniania efekt ten maleje.

Wyniki badań pozwoliły na stwierdzenie w jakim stopniu zmiana warunków początkowego wzrostu i rozwoju roślin w wyniku stosowania osłony wpłynęła na zmianę składu chemicznego bulw. Stwierdzono, że przyspieszenie wegetacji ziemniaka przyczyniło się do poprawy jakości bulw poprzez zwiększenie zawartości suchej masy i skrobi, ale miało niewielki wpływ na zawartość białka ogólnego i kwasu askorbinowego. Rodzaj stosowanej

osłony i długość utrzymywania jej na roślinach nie powodowały istotnych zmian w składzie chemicznym bulw. Przyspieszenie wegetacji roślin poprzez osłonięcie włókniną przyczyniło się do niewielkiego wzrostu zawartości w bulwach azotu ogółem, równocześnie zmniejszało gromadzenie azotanów. Nawożenie azotem miało niewielki wpływ na zawartość w bulwach azotu ogółem, ale zwiększenie dawki azotu wpłynęło na wzrost zawartości azotanów.

Ze względu na większą pracochłonność podkiewkowania sadzeniaków, sadzenia, zbioru i przygotowania do sprzedaży produkcja ziemniaka wczesnego wymaga ponoszenia większych kosztów w porównaniu z ziemniakiem jadalnym na późniejszy zbiór. Jednocześnie znacznie wyższe ceny uzyskiwane za ziemniaki młode powodują, że opłacalność ich produkcji jest większa w porównaniu do innych kierunków użytkowania ziemniaka. Analizując uzyskane wyniki stwierdzono, że koszty stosowania osłon zostały pokryte przyrostem plonu.

Prace badawcze dotyczące osłaniania roślin ziemniaka folią polietylenową perforowaną i włókniną polipropylenową stanowiły podstawę rozprawy doktorskiej nt. „Wykorzystanie osłon z tworzyw sztucznych w uprawie ziemniaka na wczesny zbiór”.

Wyniki badań opublikowano w pracach IIA 2, IIDa 1, IIDa 2, IIDa 3, IIDa 4, IIDa 5, IIDa 6, IIDa 7, IIDa 8, IIDa 9, IIDa 10, IIDa 13, IIDa 14, IIDa 16, IIDa 18, IIDa 20, IIDc 1, IIDc 2, IIDd 1, IIDd 2, IIDd 3.

2. Znaczenie resztek pozbiorowych warzyw korzeniowych w bilansie materii organicznej gleby

Ważnym elementem bilansu substancji organicznej w glebie są resztki pozbiorowe roślin uprawnych. Stanowią one cenne źródło związków węgla będących substratem próchnicy glebowej. Różnice gatunkowe i odmianowe w ilości resztek pozbiorowych powinny być uwzględniane przy ustalaniu bilansu substancji organicznej zmianowania. W dostępnej literaturze brak jest danych dotyczących ilości resztek pozbiorowych pozostawianych przez rośliny warzywne i ich udziału w bilansie substancji organicznej gleby. W trakcie badań określono ilość resztek pozbiorowych pozostających na polu po zbiorze trzech odmian selera korzeniowego ('Odrzański', 'Gol' i 'Edward') oraz sześciu odmian marchwi ('Dolanka', 'Kazan F₁', 'Finezja', 'Perfekcja', 'Koral', 'Flacoro') i buraka ćwikłowego ('Rywał', 'Czerwona Kula', 'Astar F₁', 'Regulski Cylinder', 'Opolski' i 'Crosby'). Stwierdzono istotne

gatunkowe i odmianowe różnice w ilości świeżej i suchej masy resztek pozbiorowych warzyw korzeniowych (seler korzeniowy, marchew, burak ćwikłowy). Najwięcej resztek pozbiorowych pozostawiała marchew. Sucha masa resztek pozbiorowych selera korzeniowego była o 19,2%, a buraka ćwikłowego o 59,0% mniejsza od stwierdzonej w przypadku marchwi. Różnice w ilości suchej masy resztek pozbiorowych pomiędzy sześcioma odmianami marchwi wynosiły 16,7%, a buraka ćwikłowego 21,5%. Nie odnotowano istotnych różnic w ilości resztek pozbiorowych między odmianami selera korzeniowego.

Wyniki badań opublikowano w pracy IIDA 19.

3. Bezpośredni i następczy wpływ mulczowania na właściwości gleby oraz wielkość i jakość plonu warzyw

Jednym z elementów proekologicznej uprawy roślin warzywnych jest mulczowanie gleby z wykorzystaniem naturalnych i syntetycznych materiałów okrywających. Zabieg ten pozwala na znaczne zmniejszenie zużycia środków ochrony roślin i nawozów mineralnych oraz ograniczenie wykorzystania zabiegów uprawowych naruszających strukturę gleby przy jednoczesnym utrzymaniu trwałej żyzności gleby i zadowalającej wysokości i jakości plonów. Do tego celu wykorzystywane są mulcze organiczne (słoma, trociny, kora, torf) i rośliny uprawiane jako międzyplony (gorczyca biała, facelia błękitna, żyto zwyczajne, wyka siewna i kosmata, życica wielokwiatowa).

Rośliny okrywowe chronią glebę przed niekorzystnym wpływem czynników atmosferycznych w przerwie między uprawą kolejnych gatunków warzyw. Przyorane przed siewem lub sadzeniem plonu głównego stanowią cenny nawóz organiczny wzbogacający glebę w składniki pokarmowe i materię organiczną. Pozostawione bez przyorania chronią ją przed skutkami erozji. Zwiększają także aktywność biologiczną gleby i skutecznie hamują wzrost chwastów.

Celem badań było określenie wpływu trzech sposobów mulczowania gleby (międzyplony przyorywane jesienią, przyorywane wiosną i pozostawione jako okrywa bez przyorania) na zmiany wilgotności gleby oraz jej zachwaszczenie, a także na plonowanie i wybrane elementy wartości odżywczej kapust głowiastych uprawianych w pierwszym i cebuli zwyczajnej w drugim roku po mulczowaniu gleby. Glebę mulczowano słomą żytnią w dawce $5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$

i nawozami zielonymi: facelią (*Phacelia tanacetifolia* Benth.), wyką siewną (*Vicia sativa* L.), seradelą (*Ornithopus sativus*) i owsem (*Avena sativa* L.). Efekty mulczowania porównano z kontrolą bez mulczowania oraz z nawożeniem obornikiem w dawce 40 t·ha⁻¹.

Facelia i owies wytworzyły podobny nie różniący się istotnie plon biomasy. Plon świeżej masy facelii i owsa był ponad 2,5-krotnie większy niż plon świeżej masy wyki i seradeli. Plon suchej masy wyki był istotnie większy niż plon suchej masy seradeli. Wyższą wilgotność zarówno wierzchniej jak i głębszej warstwy gleby we wszystkich terminach pobierania prób stwierdzono w obiektach, w których rośliny mulczujące przyorowano jesienią lub pozostawiono jako mulcz bez przyorania w porównaniu z obiektami, w których orkę wykonano wiosną. Facelia i owies wytwarzały więcej masy organicznej, a mulcz z tych roślin korzystniej wpływał na wilgotność gleby, niż mulcz z seradeli i wyki siewnej. Zachwaszczenie gleby, na której mulcz ze słomy pozostawiono do czasu zbioru kapusty było istotnie mniejsze w porównaniu do stwierdzonego po jesiennym i wiosennym przyoraniu słomy. W okresie wzrostu kapusty świeża masa i liczba chwastów na glebie, na której mulczu nie przyorano była istotnie niższa od tej, jaka wystąpiła w kontroli bez mulczowania i po nawożeniu obornikiem. Istotny wpływ mulczowania na zachwaszczenie gleby zaznaczył się w pierwszym roku po jego zastosowaniu. Najkorzystniej na obniżenie liczby chwastów w kapuście wpłynęło przyoranie mulczów wiosną, a w cebuli pozostawienie ich bez przyorania. Mulcz z owsa i facelii obniżał istotnie świeżą masę i liczbę chwastów przed sadzeniem kapusty, a mulcz z owsa także świeżą masę chwastów przed zbiorem kapusty. Mulcz z owsa i facelii przyczynił się również do obniżenia liczby chwastów przed zbiorem cebuli w porównaniu do stwierdzonej po mulczowaniu wyką.

Mulczowanie gleby roślinami okrywowymi i słomą przyczyniło się do istotnego wzrostu plonu kapusty głowiastej i cebuli w porównaniu do kontroli bez mulczowania. Najlepszy efekt uzyskano po zastosowaniu mulczu z seradeli. Plony kapusty i cebuli uzyskane po mulczowaniu słomą były podobne do plonu po nawożeniu obornikiem w dawce 40 t·ha⁻¹. Mulczowanie gleby facelią i owsem przyczyniło się do zwiększenia zawartości suchej masy w kapuście i cebuli. Spośród badanych rodzajów mulczu seradela i owies wpływały na wzrost zawartości witaminy C w warzywach. Wzrost zawartości białka w kapuście obserwowano po mulczu z wyki siewnej i seradeli.

Wyniki badań opublikowano w pracach IIA 3, IIA 4, IIA 6, IIDa 12, IIDa 21, IIDa 28, IIDb 3, IIDc 4.

4. Nawozy zielone w uprawie warzyw

Jednostronne i nieracjonalne nawożenie mineralne stwarza zagrożenie dla środowiska naturalnego, może także wpływać na obniżenie wartości biologicznej osiąganych plonów. Czynnikiem łagodzącym ujemne skutki intensyfikacji rolnictwa jest racjonalne nawożenie organiczne. Stosowanie nawozów naturalnych i organicznych jest warunkiem dobrego wykorzystania składników z nawozów mineralnych.

Przeprowadzono dwa eksperymenty polowe. W pierwszym analizowano wpływ przedplonowych nawozów zielonych (owsa (*Avena sativa* L.), peluszkii (*Pisum sativum* subsp. *arvense* (L.) Asch.), wyki siewnej (*Vicia sativa* L.) oraz mieszanek tych roślin) na plonowanie pora i marchwi. Działanie plonotwórcze nawozów zielonych porównano z obornikiem w dawce 25 t·ha⁻¹ oraz uprawą bez nawożenia organicznego. Wpływ przedplonów na plonowanie warzyw był podobny jak obornika. Następczy efekt plonotwórczy przedplonów przyoranych w całości był większy niż resztek pozbiorowych. Najkorzystniej na wielkość plonu handlowego, masę i długość części wybielonej pora wpłynęło przyoranie nawozu zielonego z wyki siewnej. Marchew uprawiana po przyoraniu nawozów zielonych w postaci całych roślin owsa oraz mieszanek z jego udziałem charakteryzowała się większym plonem ogółem, natomiast uprawiana po prawie wszystkich przyoranych w całości przedplonach, z wyjątkiem peluszkii, większym plonem handlowym od uprawianej po oborniku.

W drugim eksperymencie określono wartość nawozową facelii (*Phacelia tanacetifolia* Benth.), szarłatu (*Amaranthus cruentus* L.), słonecznika (*Helianthus* L.), seradeli (*Ornithopus sativus*) i bobiku (*Vicia faba* L. ssp. *minor*) oraz ich przydatność jako nawozów zielonych w uprawie kukurydzy cukrowej. Efekty stosowania międzyplonowych nawozów zielonych porównano z uzyskanymi po oborniku przyoranim w dawce 40 t·ha⁻¹ oraz w obiekcie kontrolnym bez nawożenia organicznego. W celu określenia optymalnego terminu siewu rośliny międzyplonowe wysiewano w trzech terminach w odstępach dwutygodniowych: 21 lipca, 4 i 18 sierpnia.

Słonecznik, charakteryzujący się wysokim plonem zielonej masy, oraz seradela, ze względu na przynależność do rodziny bobowate, są dobrymi roślinami na zielony nawóz. Duży wpływ na plon biomasy roślin międzyplonowych miał termin siewu. Opóźnienie siewu o 4 tygodnie powodowało spadek ilości wytworzonej biomasy o ponad 50%. Reakcja poszczególnych gatunków na opóźnienie siewu była zróżnicowana. Największym spadkiem plonu świeżej i suchej masy reagowały: bobik, szarłat i słonecznik. Plon suchej masy tych

roślin wysianych 18 sierpnia, w porównaniu z plonem suchej masy uzyskanym z siewu 21 lipca, był mniejszy odpowiednio o 55,6%, 52,8% i 51,4%. Najmniejszy spadek plonu suchej masy (o 27,6%) w wyniku opóźnienia siewu stwierdzono w przypadku seradeli. Najwięcej azotu akumulowała w suchej masie seradela, a fosforu bobik. Łącznie największą zawartością makroskładników w plonie suchej masy charakteryzował się szarłat i słonecznik.

Rośliny międzyplonowe przyorane na zielony nawóz przyczyniły się do wzrostu plonu ogółem i handlowego kukurydzy cukrowej uprawianej w pierwszym roku po nawożeniu w porównaniu do kontroli bez nawożenia organicznego. Plonotwórcze działanie nawozów zielonych było zbliżone do działania obornika. Opóźnienie terminu siewu międzyplonów o 2 i 4 tygodnie powodowało obniżkę plonu handlowego kolb kukurydzy. Więcej suchej masy zawierały ziarniaki kukurydzy uprawianej bez nawożenia organicznego. Kukurydza uprawiana po międzyplonach charakteryzowała się większą lub zbliżoną zawartością cukrów ogółem i redukujących do uprawianej po oborniku.

Wyniki badań opublikowano w pracach IIA 8, IIA 10, IIA 11, IIDa 11, IIDa 17, IIDa 25, IIDa 29, IIDa 32, IIDb 2, IIDb 3.

5. Wpływ nawożenia organicznego i wapnowania gleby na pobieranie kadmu i ołowiu przez wybrane gatunki warzyw

Podstawowym źródłem składników odżywczych jest dla roślin gleba. Rośliny oprócz pierwiastków koniecznych do prawidłowego wzrostu i rozwoju czerpią także te, które są zbędne, a w większym stężeniu stają się szkodliwe. Do grupy tej należą metale ciężkie, m. in. kadm i ołów. Rośliny uprawne zanieczyszczone metalami ciężkimi stanowią bezpośrednie zagrożenie zdrowia człowieka. Podstawowymi zabiegami zmniejszającymi zagrożenia związane z podwyższoną zawartością metali ciężkich w glebach są nawożenie organiczne i wapnowanie.

Badania prowadzono w ramach dwóch tematów badawczych. W pierwszym określono bezpośredni i następczy wpływ wapnowania i nawożenia organicznego na zawartość kadmu w częściach jadalnych warzyw. W pierwszym roku po wapnowaniu i nawożeniu uprawiany był seler korzeniowy, natomiast w drugim por. Nawożenie organiczne w postaci obornika (60 t·ha⁻¹) i słomy żytniej (4 t·ha⁻¹) oraz międzyplonu ozimego z żyta (*Secale cereale* L.) i wyki kosmatej (*Vicia villosa* Roth.) uprawianych na przyoranie w sposób istotny obniżało

zawartość kadmu w korzeniach spichrzowych selera w porównaniu do stwierdzonej bez nawożenia organicznego. Najkorzystniej na obniżenie zawartości kadmu wpłynęło nawożenie obornikiem i międzyplonem z żyta. Najmniejszą zawartość kadmu w białej i zielonej części pora oraz liściach selera stwierdzono w uprawie po oborniku. Warzywa uprawiane w pierwszym i drugim roku po wapnowaniu gleby charakteryzowały się istotnie mniejszą zawartością kadmu w porównaniu z uprawianymi bez wapnowania.

W drugim eksperymencie analizowano różnice w zawartości kadmu i ołowiu w liściach i korzeniach spichrzowych sześciu odmian buraka ćwikłowego ('Rywał', 'Czerwona Kula', 'Astar', 'Regulski Cylinder', 'Opolski' i 'Crosby') uprawianego na glebie wapnowanej i niewapnowanej. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że wapnowanie przyczyniło się do obniżenia zawartości przyswajalnego kadmu i ołowiu w glebie oraz zawartości badanych metali ciężkich w liściach i korzeniach spichrzowych buraka ćwikłowego. Liście buraków ćwikłowych pobrały więcej kadmu i ołowiu niż korzenie.

Wyniki badań opublikowano w pracach IIDa 15, IIDa 23, IIDa 24.

6. Wpływ dokarmiania dolistnego na wzrost i plonowanie melona

Dokarmianie dolistne roślin warzywnych traktowane jako uzupełnienie nawożenia doglebowego pozwala na uzyskanie wysokich i dobrych jakościowo plonów przy znacznie mniejszym zużyciu nawozów mineralnych. Dokarmianie dolistne nawozami zawierającymi azot, fosfor i potas oraz mikroelementy polecane jest jako najbardziej skuteczna metoda uzupełniania niedoboru składników odżywczych w uprawie warzyw. Badania dotyczyły wpływu dokarmiania dolistnego Florowitem i Ekolistem-Warzywa z mocznikiem na wielkość i jakość plonu melona.

Większy plon ogółem i handlowy owoców zebrano z roślin dokarmianych Florowitem i Ekolistem z mocznikiem w porównaniu do uzyskanego w obiekcie kontrolnym bez dokarmiania dolistnego. Dokarmianie nawozami dolistnymi przyczyniło się do istotnego zwiększenia liczby owoców handlowych, średniej masy, grubości miąższu i poprawy smakowitości owoców melona w porównaniu do zebranych z roślin uprawianych bez dokarmiania. Najwięcej suchej masy zawierały owoce zbierane z obiektu kontrolnego, a kwasu askorbinowego owoce z roślin dokarmianych Ekolistem-Warzywa z mocznikiem.

Zastosowane w doświadczeniu nawozy dolistne przyczyniły się do obniżenia zawartości cukrów ogółem i redukujących w owocach.

Wyniki badań opublikowano w pracach IIA 1, IIA 5, IIDa 22, IIDa 26, IIDc 3.

7. Wpływ dodatku AgroHydroGelu i nawadniania na plonowanie oraz wartość odżywczą warzyw

W warunkach klimatycznych Polski uprawa roślin bez właściwego zaopatrzenia ich w wodę nie gwarantuje wysokich i dobrej jakości plonów. Wysokie plony można uzyskać poprzez nawadnianie oraz stosowanie hydrożeli pozwalających na gromadzenie wody w glebie i stopniowe udostępnianie jej roślinom uprawnym. Spośród wielu sposobów nawadniania, kropłowe charakteryzuje się najbardziej oszczędnym zużyciem wody. Badania miały na celu określenie wpływu nawadniania taśmą kroplującą oraz różnych sposobów stosowania AgroHydroGelu (AgroHydroGel zastosowany w pełnej dawce pod rozsadę, AgroHydroGel zastosowany w pełnej dawce pod roślinę w gruncie, połowa dawki AgroHydroGelu zastosowana pod rozsadę, połowa pod roślinę w gruncie) na plonowanie i zawartość wybranych składników odżywczych w selerze korzeniowym i kalarepie.

Nawadnianie istotnie zwiększyło plonowanie kalarepy i selera korzeniowego, natomiast nie powodowało zmian w zawartości składników odżywczych. Najkorzystniej na plonowanie kalarepy, zarówno w kombinacji nawadnianej jak i nienawadnianej wpłynęło zastosowanie hydrożelu w całości pod roślinę w gruncie, a na plonowanie selera korzeniowego stosowanie hydrożelu pod roślinę w gruncie i w dawce dzielonej. Więcej suchej masy w porównaniu z obiektem kontrolnym zawierały korzenie z obiektów, w których AgroHydroGel zastosowano w dawce dzielonej. Najwięcej kwasu askorbinowego i cukrów ogółem zawierały zgrubienia z obiektów, w których superabsorbent stosowano w całości do gruntu lub w dawce dzielonej. Hydrożel zastosowany w całości pod roślinę w gruncie i w dawce dzielonej istotnie zwiększył zawartość kwasu askorbinowego w korzeniach selera.

Wyniki badań opublikowano w pracach IIA 9, IIDa 30, IIDa 31.

8. Ściółki syntetyczne w uprawie melona

Oslanianie gleby ściółkami z tworzyw sztucznych w sposób istotny zmienia mikroklimat w otoczeniu roślin. W przypadku stosowania czarnej folii i czarnej włókniny sprzyja szybszemu nagrzewaniu się gleby, przez co wpływa na wielkość, wczesność i jakość plonu, zwłaszcza gatunków ciepłolubnych. Celem badań było określenie wpływu ściółkowania gleby czarną folią, czarną włókniną i tkaniną polipropylenową na wielkość i jakość plonu oraz wybrane elementy odżywcze dwóch odmian melona ('Seledyn' i 'Yupi') uprawianego w warunkach klimatycznych środkowo-wschodniej Polski.

Większy plon ogółem, handlowy i wczesny dała polska odmiana 'Seledyn' niż holenderska 'Yupi'. Analizując uzyskane wyniki stwierdzono, że ściółkowanie gleby nie miało istotnego wpływu na wielkość plonu ogółem i handlowego owoców. Na plonowanie melona większy wpływ miały warunki pogodowe w latach badań niż ściółkowanie gleby. Odmiana 'Yupi' charakteryzowała się istotnie większą łączną liczbą owoców i liczbą owoców handlowych niż odmiana 'Seledyn'. Istotnie więcej suchej masy, cukrów ogółem i redukujących oraz witaminy C stwierdzono w owocach odmiany 'Yupi' w porównaniu z odmianą 'Seledyn'. Większą zawartością składników odżywczych charakteryzowały się owoce z obiektów ściółkowanych folią polietylenową niż włókniną i tkaniną polipropylenową.

Wyniki badań opublikowano w pracach IIA 7, IIDa 27, IIDc 3.

9. Badania nad jakością surowców roślinnych dla przetwórstwa

Od roku 2012 jestem członkiem zespołu badawczego realizującego komercyjne tematy badawcze na zlecenie firmy Zentis Polska sp. z o.o. Badania dotyczą wpływu zróżnicowanej agrotechniki na przydatność surowców roślinnych do produkcji wsadów do wyrobów mleczarskich. Wyniki badań są własnością firmy Zentis Polska sp. z o.o.

Edyta Kosierma