

SPRAWOZDANIE

z badań podstawowych prowadzonych w 2022 roku na rzecz rolnictwa ekologicznego

Kierownik projektu: mgr inż. Teresa Sabat

Warzywnictwo, w tym uprawa ziół, metodami ekologicznymi:

Podnoszenie efektywności i wydajności w ekologicznej uprawie roślin warzywniczych, ze szczególnym uwzględnieniem innowacyjnych rozwiązań zastępujących praktyki i środki produkcji niedozwolone w produkcji ekologicznej;

Wpływ różnych ściólek organicznych na wzrost i plonowanie cukinii, ogórka i dyni olbrzymiej oraz na poprawę żyzności i właściwości fizycznych gleby w uprawie ekologicznej.

na podstawie § 8 ust. 1 pkt 2, ust. 2 pkt 1 i ust.10 rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 lipca 2015 r. w sprawie stawek dotacji przedmiotowych dla różnych podmiotów wykonujących zadania na rzecz rolnictwa (Dz. U. poz. 1170, z późn. zm.)

decyzja Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi
z dnia 11.04.2022 r., nr DEJ.re.027.3.2022

DYREKTOR

Instytutu Ogrodnictwa –
Państwowego Instytutu Badawczego

.....
Prof. dr hab. Dorota Konopacka

Wykonawcy: mgr inż. Teresa Sabat, prof. dr hab. Stanisław Kaniszewski, dr hab. Jadwiga Treder prof. IO, dr hab. Magdalena Szczech, prof. IO, dr Jacek Dyśko, dr Jacek Nowak, dr Natalia Skubij, dr Waldemar Kowalczyk, mgr inż. Artur Kowalski, mgr Andrzej Kowalski, mgr inż. Anna Borkowska, mgr inż. Małgorzata Kunka, mgr inż. Anna Żatkiewicz, inż. Agnieszka Długosz, Dorota Marcinkowska, Zofia Palmowska, Bożena Szwed, Maria Maj, Jolanta Winciorek, Anna Michalska, mgr inż. Bogumił Wrąbel, zespół technicznej obsługi pola

Skierniewice, 2022



Wstęp

Ekologiczny sposób uprawy warzyw, obwarowany szeregiem zakazów i nakazów dotyczących stosowania nawozów, środków ochrony oraz materiału siewnego i nasadzeniowego wymaga od rolników nie tylko wiedzy agrotechnicznej, ale także znajomości obowiązujących przepisów prawnych. Pomimo wzrastającego popytu na warzywa wyprodukowane ekologicznie i wyższych cen tych produktów od warzyw wyprodukowanych konwencjonalnie, wysokie nakłady prac i niższe plony zniechęcają rolników planujących lub zaczynających uprawy ekologiczne. Jednym z trudniejszych problemów w tych uprawach jest zwalczanie chwastów. W warzywnictwie ekologicznym ze względu na zakaz stosowania herbicydów, walkę z chwastami prowadzi się między innymi poprzez ściółkowanie. Zabieg ten nie tylko chroni rośliny uprawne przed chwastami, ale także korzystnie działa na środowisko glebowe. Hamuje parowanie wody z gleby, zapewnia jej lepsze ogrzanie i zmniejsza wahania temperatury, a także poprawia jej właściwości fizyczne. Gleba okryta ściółką ma mniejszą gęstość i większą porowatość. Nie ulega zaskorupieniu i jest miejscem bytowania większej ilości organizmów glebowych. Do okrywania powierzchni gleby najczęściej wykorzystywane są ściółki syntetyczne, takie jak włókniny polipropylenowe i folie polietylenowe, które nie ulegają biodegradacji i są usuwane z pola po zakończeniu uprawy. Lepszym rozwiązaniem, zwłaszcza w uprawach ekologicznych są naturalne materiały do ściółkowania np. skoszona i rozdrobniona biomasa organiczna. Ściółki z biomasy organicznej zwłaszcza z roślin bobowatych, po mineralizacji resztek roślinnych, mogą być dodatkowym źródłem składników pokarmowych dla roślin uprawnych. Ściółki te ograniczają występowanie chwastów, a nie eliminują ich całkowicie. Obecność chwastów poza okresem konkurencji z roślinami uprawnymi, w którym ich obecność istotnie obniża plon, jest niegroźna a nawet pożyteczna. Chwasty są pełnoprawnymi składnikami każdego zespołu roślinnego i spełniają w nim bardzo ważną rolę. Zwiększają bioróżnorodność, uruchamiają i przemieszczają do wierzchniej warstwy gleby substancje pokarmowe, chronią glebę przed degradacją oraz poprawiają powietrzno-wodne warunki w glebie. Są miejscem bytowania i pokarmem dla pożytecznych organizmów. Ich obecność jest istotna w zachowaniu równowagi między roślinami uprawnymi, a innymi składnikami ekosystemu pól.

Cel badania

Celem zaplanowanych i zrealizowanych badań było określenie wpływu różnych biomas organicznych użytych do ściółkowania na wzrost i plonowanie cukinii, ogórka i dyni olbrzymiej oraz na poprawę żyzności, właściwości fizycznych i aktywności mikrobiologicznej gleby w uprawie ekologicznej.

Metodyka badań

W celu realizacji zadań projektu na Certyfikowanym Ekologicznym Polu Doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach (PL-EKO-07-04050) założono trzy doświadczenia uprawowe. Do doświadczeń użyto nasion polskich odmian:

- dyni zwyczajnej (cukinii) - 'Astra Polka',
- ogórka – 'Magnetar F1',
- dyni olbrzymiej 'Justynka F1'

Wybrane odmiany charakteryzują się niewielkimi wymaganiami uprawowymi i dużą odpornością na choroby dyniowatych. Warzywa były uprawiane z rozsady wyprodukowanej w szklarni metodami ekologicznymi. Doświadczenia założono w czterech powtórzeniach na

części pola przeznaczonej pod warzywa, na której w 2021 roku rosła koniczyna czerwona. Przed sadzeniem rozsąd została wykonana analiza chemiczna zawartości składników mineralnych w glebie. Optymalna zawartość dostępnych składników mineralnych w 1dm³ gleby dla warzyw dyniowatych powinna wynosić: 80-120 mg N, 60-80 mg P, 160-220 mg K, 70-120 mg Mg i 1500-2000 mg Ca. Niedobory składników pokarmowych: azotu, potasu i wapnia zostały uzupełnione kompostem w dawce 30t/ha, który także został poddany analizie chemicznej pod kątem zasobności w składniki mineralne. (Tab. 1). Analizy chemiczne gleby były również wykonywane w trakcie wegetacji i po zakończeniu doświadczeń w celu sprawdzenia ilości dostępnych składników pokarmowych w glebie. Wszystkie analizy chemiczne gleby były wykonywane metodą spektrometrii ICP.

Tabela 1. Wyniki analizy chemicznej gleby pod warzywa dyniowate i zastosowanego kompostu

Materiał objęty analizą	pH H ₂ O	Zasol.	N-NO ₃	P	K	Mg	Ca	N-NH ₄
		g NaCl/l	mg/l gleby					
gleba pod dyniowate	6,1	0,31	76,4	134	84	120	530	16,0
kompost ekologiczny	8,8	4,41	1020	696	6630	800	1580	910,0

Warzywa były uprawiane systemem pasowo rzędowym. Na poletkach o szerokości 1 m, i długości 5m (powierzchnia poletka doświadczalnego - 10 m²) posadzono:

- cukinie w jednym rzędzie co 0,8 m (6 roślin na poletku);
- ogórki w dwóch rzędach, oddalonych o 0,5 m, w rzędzie co 0,25m (40 roślin na poletku).

Na poletkach o szerokości 1,5 m i długości 5 m posadzono

- dynie w jednym rzędzie co 1,5 m (3 rośliny na poletku); powierzchnia poletka doświadczalnego wynosiła 12,5 m²

Rosadę warzyw dyniowatych wysadzono na polu 6 czerwca, ściółkowanie w doświadczeniach było prowadzone wg schematu:

- Kontrola bez ściółkowania poletek
- biomasa ze skoszonej i rozdrobnionej koniczyny w dawce 4 kg/m².
- biomasa ze skoszonej i rozdrobnionej koniczyny w dawce 4 kg/m² stosowana 2 razy
- biomasa ze skoszonej i rozdrobnionej lucerny w dawce 4 kg/m².
- biomasa ze skoszonej i rozdrobnionej lucerny w dawce 4 kg/m² stosowana 2 razy.
- biomasa ze skoszonej i rozdrobnionej koniczyny w dawce 2 kg/m² i lucerny w dawce 2 kg/m²
- folia biodegradowalna (Agrimpex)
- agrowłóknina p-50g/m² (Geocover)

Ściółkowanie folią biodegradowalną i agrowłókniną prowadzono w trakcie sadzenia rozsady. Ściółkowanie biomasa z koniczyny i z lucerny przeprowadzono 14-15czerwca, gdy rośliny bobowate przeznaczone do ściółkowania osiągnęły odpowiedni stopień rozwoju morfologicznego (optymalny wzrost i rozwój generatywny). Według badań prowadzonych w Instytucie Ogrodnictwa w Skierniewicach w latach 2012-2013, biomasy z roślin bobowatych (koniczyna, lucerna), skoszone w tym okresie i zastosowane jako ściółki wnoszą do gleby średnio 369-410 kg N/ha, 31-36 kg P/ha, 345-390 kg K/ha.

Połowę poletek wyściółkowanych biomasa z koniczyny i lucerny zostało ponownie wyściółkowane tymi ściółkami w dawce 4 kg/m², 13 lipca, gdy ściółki uległy przesuszeniu i częściowej biodegradacji, a odsłonięta gleba narażona była na zachwaszczenie. Przed

rozłożeniem każda ze ściółek organicznych została poddana analizie chemicznej, w celu określenia wartości nawozowej biomasy (Tab. 2). Przeprowadzone analizy wykazały, że w drugim terminie ściółkowania koniczyna i lucerna zawierały większe ilości składników mineralnych, które po biodegradacji i mineralizacji ściółek stają się dostępne dla wyściółkowanych warzyw.

Tabela 2. Analiza chemiczna (zawartości ogólne) biomas z koniczyny i lucerny stosowanych w dwóch terminach do ściółkowania warzyw dyniowatych

Data analizy	Biomasa	N %	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
16.06	Koniczyna	1,96	1900	20100	13700	2420	154	21,1	6,71	19,5	24,8
	Lucerna	2,21	2760	22000	18500	1850	610	30,6	8,24	24,9	40,0
14.07	Koniczyna	3,25	2750	26100	17600	3420	457	45,9	13,20	34,0	30,4
	Lucerna	3,02	2890	31100	26500	3220	550	29,3	11,10	30,0	46,3

Podczas wegetacji warzywa były chronione przeciwko chorobom i szkodnikom przy pomocy środków dozwolonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym, według wykazu IOR-PIB w Poznaniu. Doświadczenie było nawadniane za pomocą kropłowego systemu nawadniającego, zaś dawki wody i częstotliwość podlewania były ustalane w zależności od przebiegu pogody, fazy wegetacyjnej roślin oraz w oparciu o pomiary wilgotności gleby na poletkach. Wilgotność była mierzona za pomocą sond glebowych.

W trakcie okresu wegetacyjnego, dwukrotnie w każdej kombinacji prowadzone były pomiary i obserwacje:

- długość pędów głównych, ilość pędów bocznych, ilość kwiatów żeńskich (ogórek)
- wysokość roślin, rozpiętość liści, ilość kwiatów żeńskich (cukinia, dynia).

Pomiary te miały na celu ocenę wpływu zastosowanego ściółkowania na wzrost i rozwój badanych gatunków warzyw,

- ilości chwastów na 1m² powierzchni poletka w poszczególnych kombinacjach, w celu oceny przydatności zastosowanych ściółek w ochronie warzyw przed zachwaszczeniem. Ocena była prowadzona metodą ramkową.

Aby określić kondycję fizjologiczną roślin w trakcie wegetacji w każdej kombinacji przeprowadzono pomiary:

- pośredni pomiar zawartości chlorofilu, (CCM)
- indeks zawartości flawonoli oraz współczynnik NBI (Nitrogen Balance Index) wskazujący na stopień odżywienia roślin azotem.

W celu oceny wpływu zastosowanych ściółek na poprawę właściwości fizycznych gleby w trakcie doświadczenia prowadzone były pomiary wilgotności gleby za pomocą sond glebowych dla różnych wariantów stosowania ściółek oraz gatunków roślin w doświadczeniu, pomiary zasolenia oraz temperatury gleby. Badano także: zawartość materii organicznej, gęstość objętościową, porowatość ogólną i polową, pojemność wodną gleby

Badany był również wpływ ściółkowania na dynamikę wskaźnikowych grup mikroorganizmów glebowych: grzybów, bakterii ogółem, bakterii z rodzaju *Pseudomonas*, grzybów z rodzaju *Pythium*. Oznaczana była także aktywność mikroorganizmów w glebie za pomocą pomiarów aktywności enzymu dehydrogenazy.

Wpływ zastosowanych ściółek na plonowanie badanych gatunków warzyw został oceniony na podstawie wielkości i jakości plonów. Zbiory ogórków (4 lipca-13 września) i cukinii (29

czerwca-20 września) prowadzono systematycznie w miarę dorastania owoców dwa razy w tygodniu. Zebrane ogórki były sortowane na klasy wielkości: 6-8 cm, 9-10 cm i 11-12 cm, a cukinii na klasy wielkości: 7-14 cm, 15-21 cm i 22-30 cm. Zbiory poszczególnych klas wielkości w ciągu całego okresu zbiorów zostały zsumowane i uśrednione dla każdej kombinacji. Dynie zbierano w jednym terminie (27 września), gdy większość owoców osiągnęła dojrzałość zbiorczą.

Owoce badanych gatunków zostały poddane analizom na zawartość:

- suchej masy (metodą suszarkowo-wagową),
- kwasu L-askorbinowego, wit. C (metodą Tillmansa), według Polskiej Normy (PN-A-04019 1998),
- olejku eterycznego (metodą hydrodestylacji), zgodnie z Farmakopeą Polską VII (2006),
- białka (przemnożenie uzyskanego wyniku azotu ogółem przez współczynnik 6,25),
- azotanów w świeżej masie owoców (metodą wysokosprawnej chromatografii jonowej - IC).

Wyniki doświadczeń poddano analizie statystycznej za pomocą testu t-studenta na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki

1. Wpływ różnych ściółek i metod ich stosowania na wzrost i rozwój generatywny ogórka, cukinii, i dyni olbrzymiej

Pierwszą ocenę wpływu różnych rodzajów ściółek na rozwój morfologiczny uprawianych w doświadczeniach warzyw dyniowatych przeprowadzono 28 czerwca, a więc przed rozłożeniem drugiej dawki biomasy z koniczyny i lucerny, dlatego nie była możliwa ocena działania dwukrotnej dawki tych ściółek (Tab. 3). Wyściółkowane rośliny ogórka miały średnio o 11 cm dłuższe pędy główne, prawie o 1 pęd boczny więcej i o 3 kwiaty żeńskie więcej niż rośliny niewyściółkowane. Rośliny ogórka rosnące w kombinacjach wyściółkowanych biomasą z lucerny i agrowłókniną były największe i o największej ilości kwiatów żeńskich. Rośliny cukinii rosnące na wyściółkowanych poletkach były średnio o 3,7 cm wyższe i miały o 6 cm większą rozpiętość liści oraz o 1 kwiat żeński więcej w porównaniu do roślin rosnących na nieściółkowanych poletkach. W kombinacji ze ściółką z lucerny odnotowano największe rośliny cukinii, a najwięcej kwiatów żeńskich zaobserwowano u roślin wyściółkowanych agrowłókniną. Wyściółkowane rośliny dyni były średnio o 4,4 cm wyższe, miały o 4,6 cm większą rozpiętość liści i o 0,6 kwiatów żeńskich więcej niż rośliny rosnące na nieściółkowanych poletkach. W kombinacjach w których zastosowano ściółki: koniczyna + lucerna i agrowłóknina rośliny dyni były najwyższe, a w kombinacjach ze ściółką z koniczyny i agrowłókniny miały największą rozpiętość liści i największą ilość kwiatów żeńskich.

Tabela 3. Ocena rozwoju morfologicznego i generatywnego roślin przeprowadzona 28.06

gatunek	kombinacja	Średnia dł. pędu głównego [cm]	Średnia ilość pędów bocznych [szt.]	Średnia ilość kwiatów żeńskich [szt.]
Ogórek	Kontrola	45	1,7	5,7
	Koniczyna x 1	51,7	2,7	5,7
	Koniczyna x 2*	50,5	2,7	5,8
	Koniczyna + lucerna	52	2	8,7
	Lucerna x 1	62	2	12,3
	Folia biodegradowalna		2,3	8
	Lucerna x 2*	60	3	9
	Agrowłóknina	59	3,7	13
Średnia dla ściółek		56	2,6	8,9
gatunek	kombinacja	Średnia wysokość rośliny [cm]	Średnia rozpiętość rośliny [cm]	Ilość kwiatów żeńskich [szt.]
Cukinia	Kontrola	22,7	71,7	2,7
	Koniczyna x 1	24,7	77	3,3
	Koniczyna x 2*	25,1	75	3,5
	Koniczyna + lucerna	25,3	71	4,3
	Lucerna x 1	29	83	3
	Folia biodegradowalna	26	78	3,7
	Lucerna x 2*	28	85	3,3
	Agrowłóknina	26,9	74,7	5
Średnia dla ściółek		26,4	77,7	3,7
Dynia	Kontrola	30	68,7	0,6
	Koniczyna x 1	33	73,3	1,3
	Koniczyna x 2*	32	74,5	1,4
	Koniczyna + lucerna	41	72,7	1,3
	Lucerna x 1	31,3	72,3	1
	Folia biodegradowalna	35,7	73,7	1
	Lucerna x 2*	31,5	72,5	1
	Agrowłóknina	36	74,3	1,4
Średnia dla ściółek		34,4	73,3	1,2

*wszystkie kombinacje ze ściółkami z koniczyny i z lucerny były ściółkowane 1 raz

Drugą ocenę wpływu zastosowanych ściółek na wzrost i rozwój uprawianych w doświadczeniach warzyw przeprowadzono 28 lipca, dwa tygodnie po zastosowaniu drugich dawek ściółek z koniczyny i z lucerny (Tab. 4). W tym czasie trwały już zbiory ogórków (od 4 lipca) i cukinii (od 29 czerwca), dlatego zamiast ilości kwiatów żeńskich w tabeli zamieszczono średni plon wczesny z każdej kombinacji. Wszystkie badane ściółki wpłynęły pozytywnie na wzrost i rozwój generatywny uprawianych warzyw. Wyściółkowane rośliny ogórków i cukinii

osiągnęły większe rozmiary i wyższe plony wczesne owoców w porównaniu do roślin kontrolnych. Średnia długość pędu głównego ogórka z kombinacji ściółkowanych była dłuższa o 13,6 cm, a ilość pędów bocznych większa o 1,1. Średni plon wczesny owoców ogórka z kombinacji ściółkowanych przewyższał o 1,25 kg średni plon wczesny z kombinacji kontrolnej. Największe rośliny ogórka i najwyższe plony wczesne owoców uzyskano w kombinacjach, gdzie jako ściółkę zastosowano folię biodegradowalną i agrowłókninę. Rośliny cukinii rosnące w wyściółkowanych kombinacjach osiągnęły średnio o 6 cm większą wysokość i o 7,9 cm większą rozpiętość liści, a także o 0,56 kg większy średni wczesny plon owoców, w porównaniu do roślin z kombinacji bez ściółki. Najwyższe i o największej rozpiętości liści rośliny cukinii stwierdzono w kombinacjach, gdzie ściółkę stanowiła jednokrotnie i dwukrotnie zastosowana lucerna. Natomiast najwyższe średnie plony wczesne cukinii uzyskano z kombinacji, w których ściółkami były: jednokrotna dawka lucerny i agrowłóknina.

Tabela 4. Ocena rozwoju morfologicznego i generatywnego roślin przeprowadzona 28.07

gatunek	kombinacja	Średnia dł. pędu głównego [cm]	Średnia ilość pędów bocznych [szt.]	Średni plon wczesny owoców [kg]
Ogórek	Kontrola	98	5	6,11
	Koniczyna x 1	112	6	6,71
	Koniczyna x 2	113	6	6,57
	Koniczyna + lucerna	110	6	6,56
	Lucerna x 1	106	6	7,72
	Folia biodegradowalna	115	6,5	8,32
	Lucerna x 2	111	6	7,55
	Agrowłóknina	114	6,5	8,07
Średnia dla ściółek		111,6	6,1	7,36
gatunek	kombinacja	Średnia wysokość rośliny [cm]	Średnia rozpiętość rośliny [cm]	Średni Plon wczesny owoców [kg]
Cukinia	Kontrola	55	72	2,80
	Koniczyna x 1	58	74	3,49
	Koniczyna x 2	60	76	3,13
	Koniczyna + lucerna	62	80	3,46
	Lucerna x 1	63	85	3,57

	Folia biodegradowalna	61	80	3,05
	Lucerna x 2	65	85	3,25
	Agrowłóknina	58	79	3,56
Średnia dla ściółek		61	79,9	3,36

2. Wpływ różnych ściółek i metod ich stosowania na stan odżywienia roślin ogórka, cukinii i dyni azotem

W trakcie wegetacji prowadzono również obserwacje wszystkich trzech gatunków pod kątem odżywienia roślin azotem. Badanie prowadzono 25 lipca, po zastosowaniu drugiej dawki ściółki (w kombinacjach koniczyna x 2 i lucerna x 2) i gdy rośliny były w pełni wyrosnięte. Nieinwazyjne pomiary przeprowadzono za pomocą urządzenia Dualex® Scientific+ firmy FoeceA France, bezpośrednio na powierzchni dobrze rozwiniętych liści, na pięciu roślinach z kombinacji. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów wartości współczynnika NBI (Nitrogen Balance Index) stwierdzono, że rośliny dyni charakteryzowały się najlepszym odżywieniem azotem w kombinacjach: agrowłóknina, koniczyna x 1 oraz koniczyna + lucerna. Wartość współczynnika NBI wynosiła odpowiednio 20,6; 20,1; 20,1. Należy jednak dodać że różnice pomiędzy wszystkimi kombinacjami były bardzo niewielkie. U roślin cukinii najwyższą wartością współczynnika NBI stwierdzono w kombinacji: koniczyna x 2 - 26,7 oraz koniczyna + lucerna, folia biodegradowalna oraz lucerna x 2, dla których wartość współczynnika NBI była taka sama i wynosiła 26,0. W doświadczeniu z ogórkiem najwyższą wartość współczynnika NBI odnotowano w kombinacji: lucerna x 1 - 28,9. Pomiary zawartości chlorofilu, (CCM) i indeks zawartości flawonoli w badanych roślinach ogórka, cukinii i dyni uprawianych przy zastosowaniu różnych ściółek nie odbiegały od wartości w kombinacjach kontrolnych.

3. Ocena wpływu różnych ściółek i metod ich stosowania na stan zachwaszczenia upraw

Ocenę przydatności stosowanych ściółek dla ochrony warzyw dyniowatych przed zachwaszczeniem przeprowadzono dwukrotnie w czasie sezonu wegetacyjnego: 28 czerwca i 28 lipca (Tab. 5). Obserwacje wykonano na losowo wybranych poletkach o powierzchni 1m² na każdej z badanych ściółek. Na podstawie przeprowadzonych obserwacji stwierdzono, że w pierwszym terminie obserwacji wszystkie zastosowane ściółki znacznie zmniejszyły występującą ilość chwastów. Średnio dla wszystkich ściółkowanych kombinacji redukcja ta wynosiła w uprawie ogórka 39 szt./m², w uprawie cukinii – 23 szt./m², a w uprawie dyni – 46 szt./m² w porównaniu do kombinacji kontrolnej. Drugi termin obserwacji ilości chwastów wykonano dwa tygodnie po zastosowaniu drugich dawek ściółek z koniczyny i z lucerny. Przed rozłożeniem drugich dawek biomas przeprowadzono ręczne odchwaszczanie doświadczeń. W drugim terminie obserwacji również stwierdzono dużo mniejszą ilość chwastów w kombinacjach ściółkowanych niż w kombinacji kontrolnej. Średnio dla wszystkich ściółkowanych kombinacji różnica ta wynosiła w uprawie ogórka – 30szt./m², w uprawie cukinii – 22 szt./m². W uprawie dyni nie prowadzono obserwacji, ponieważ rośliny były już tak duże, że pokryły całą powierzchnię poletek uprawnych, a obecność małych chwastów nie stanowiła dla nich konkurencji w walce o wodę, składniki pokarmowe i światło. Wszystkie wyściółkowane kombinacje doświadczeń nie wymagały już ponownego odchwaszczania.

Tabela 5. Średnia ilość chwastów w sztukach na 1 m²

Data obserwacji	kombinacja	ogórek	cukinia	dynia
28.06	Kontrola	63	40	70
	Koniczyna x 1	27	20	23
	Koniczyna x 2*	24	16	20
	Koniczyna + lucerna	17	20	27
	Lucerna x 1	27	13	27
	Folia biodegradowalna	0	0	0
	Lucerna x 2*	22	15	23
	Agrowłóknina	0	0	0
Średnia dla ściółek		24	16,8	24
28.07	Kontrola	37	30	-**
	Koniczyna x 1	7	3	-
	Koniczyna x 2	3	7	-
	Koniczyna + lucerna	7	7	-
	Lucerna x 1	13	17	-
	Folia biodegradowalna	0	3	-
	Lucerna x 2	3	3	-
	Agrowłóknina	0	0	-
Średnia dla ściółek		6,6	8	-

*Obserwacje 28.06 przeprowadzono przed zastosowaniem drugiej dawki ściółki

**Rośliny dyni osiągnęły wielkość, przy której obecność chwastów nie miała wpływu na ich wzrost i rozwój

4. Wpływ różnych ściółek i metod ich stosowania na plonowanie ogórka, cukinii i dyni

W celu oceny wpływu zastosowanych ściółek na plonowanie warzyw dyniowatych wykonano ocenę ilościową i jakościową uzyskanego plonu ze wszystkich kombinacji ściółkowanych i kontrolnej. Istotnie najwyższy handlowy plon ogórków (ogórki zdrowe, kształtne w klasach wielkości: 6-8 cm, 9-10 cm i 10-12 cm), oraz plon ogólny (plon handlowy i zdrowe ogórki niekształtne oraz przerośnięte) uzyskano w kombinacjach: folia biodegradowalna - 127,35 kg i 127,51 kg, agrowłóknina – 123,86 kg i 124,15 kg, koniczyna stosowana 2 razy – 113,33 kg i 113,94 kg oraz koniczyna stosowana jeden raz – 111,27 kg i 112,01 kg (Tab. 6). Istotnie największy plon ogórków o wielkości 6-8 cm otrzymano w kombinacjach: agrowłóknina – 33,22 kg, folia biodegradowalna – 31,53 kg i koniczyna stosowana 1 raz – 27,12 kg. Istotnie najwyższe plony ogórków o wielkości 9-10 cm i 10-12 cm zebrano w kombinacjach wyściółkowanych folią biodegradowalną – 36,41 kg i 59,31 kg, agrowłókniną – 36,22 kg i 54,49 kg, oraz koniczyną zastosowaną w dwóch dawkach – 34,38 kg i 55,29 kg.

Tabela 6. Plony ogórka w klasach wielkości, handlowy i ogólny z poletka 10 m²

Kombinacja	Średnie plony ogórków w klasach wielkości [kg]			Średni plon handlowy	Średni plon ogólny
	6-8 cm	9-10 cm	10-12 cm		
Kontrola	23,50 ab	30,22 bc	44,11 a	97,62 a	98,79 a
Koniczyna x 1	27,12 b	31,41 c	52,76 de	111,27 ab	112,01 ab
Koniczyna x 2	23,96 ab	34,38 d	55,29 e	113,33 ab	113,94 ab
Koniczyna + lucerna	22,29 a	29,39 ab	46,53 ab	98,48 a	99,48 a
Lucerna x 1	23,25 a	29,71 b	50,48 cd	103,29 a	104,24 a
Folia biodegradowalna	31,53 c	36,41 e	59,31 f	127,35 b	127,51 b
Lucerna x 2	21,34 a	27,99 a	48,85 bc	97,74 a	98,36 a
Agrowłóknina	33,22 c	36,17 e	54,49 e	123,86 b	124,15 b
$\alpha = 0.05$ kg					



fot.1. Ogórki wyściółkowane różnymi ściółkami

Istotnie najwyższe plony cukinii: handlowy (cukinie zdrowe, kształtne o wielkości 7-14 cm, 15-21 cm i 22-30 cm) i ogólny (cukinie handlowe oraz przerośnięte i niekształtne) uzyskano z kombinacji lucerna stosowana w dwóch dawkach odpowiednio dla plonów – 85,50 kg i 93,34 kg, oraz lucerna stosowana w jednej dawce – 82,71 kg i 94,02 kg (Tab. 7). Istotnie największy plon owoców cukinii o wielkości 7-14 cm otrzymano z kombinacji: lucerna stosowana w jednej dawce – 16,78 kg, koniczyna z lucerną – 16,60 kg i lucerna stosowana w dwóch dawkach – 16,17 kg. Z kombinacji: lucerna stosowana w dwóch dawkach, folia biodegradowalna i

koniczyna z lucerną zebrano istotnie najwyższe plony owoców o wielkości 15-21 cm, odpowiednio dla kombinacji: 28,05 kg, 27,56 kg, 26,71 kg. Istotnie najwyższy plon owoców o wielkości 22-30 cm uzyskano z kombinacji lucerna stosowana w dwóch dawkach – 41,27 kg, lucerna w jednej dawce – 39,65 kg, oraz folia biodegradowalna – 37,81 kg.

Tabela 7. Plony cukinii w klasach wielkości, handlowy i ogólny z poletka 10m²

Kombinacja	Średni plon cukinii w klasach wielkości [kg]			Średni plon handlowy	Średni plon ogólny
	7-14 cm	15-21 cm	22-30 cm		
Kontrola	12,21 a	20,05 a	32,57 a	64,84,a	73,84 a
Koniczyna x 1	13,40 b	23,35 b	33,76 b	70,52 b	76,93 b
Koniczyna x 2	14,01 bc	24,87 c	36,18 c	75,06 c	85,75 c
Koniczyna + lucerna	16,60 e	26,71 ef	36,49 c	79,80 e	83,43 c
Lucerna x 1	16,78 e	26,27 de	39,65 e	82,71 f	94,02 e
Folia biodegradowalna	14,41 cd	27,56 fg	37,81 d	79,79 e	92,37 de
Lucerna x 2	16,17 e	28,05 g	41,27 f	85,50 g	93,34 e
Agrowłóknina	14,97 d	25,24 cd	36,84 cd	77,05 d	89,48 d

$\alpha= 0.05$



Fot. 2. Cukinia wyściółkowana różnymi ściółkami

Istotnie najwyższe plony dyni: handlowy (dynie wyrosnięte i odpowiednio wybarwione) i ogólny (plon handlowy i dynie niewyrosnięte i niewybarwione) otrzymano z kombinacji agrowłóknina odpowiednio dla plonów – 48,39 kg i 61,86 kg, oraz lucerna zastosowana w jednej dawce – 45,61 kg i 54,45 kg (Tab. 9). Dynia odmiany Justynka F1 tworzy owoce o dwóch typach kształtów: okrągłe, lekko spłaszczone i „gruszkowate”, o mniejszej średnicy ale o podniesionym wierzchołku. Zastosowane ściółki nie miały wpływu na kształt owocu dyni, ale istotnie wpływały na wielkość owoców. Owoce o istotnie największej średniej masie

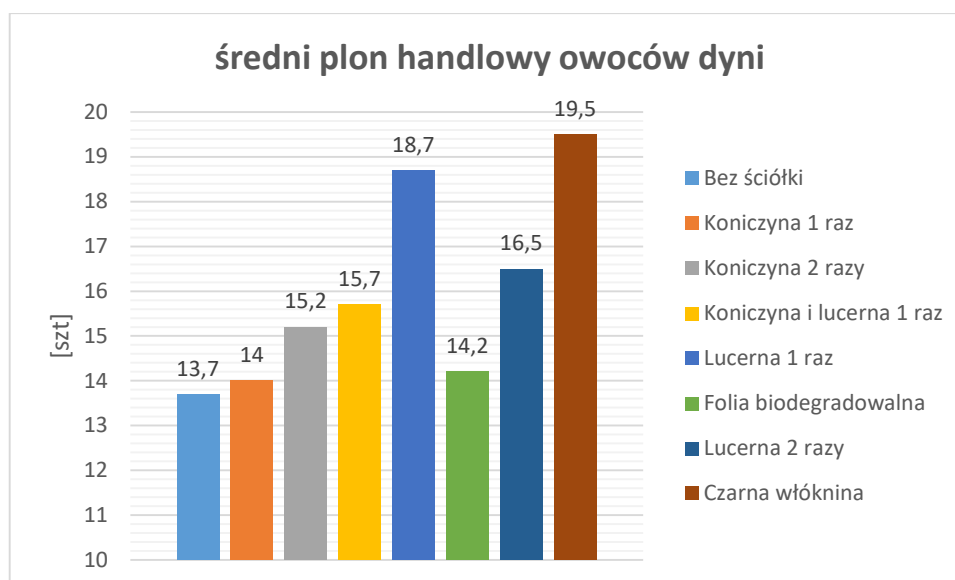
uzyskano z kombinacji: folia biodegradowalna - 2,64 kg, i koniczyna stosowana w jednej dawce – 2,51 kg. Z kombinacji koniczyna stosowana w jednej dawce otrzymano również dynie o istotnie największym obwodzie – 66,8 cm. (Tab. 8).

Tabela 8. Plony dyni handlowy i ogólny z poletka 12,5m² oraz cechy morfologiczne owoców

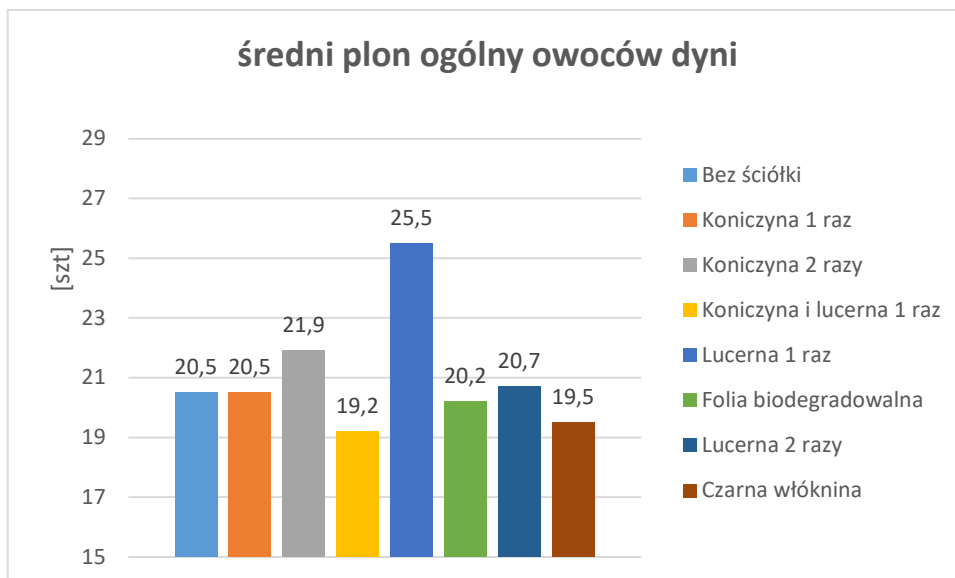
Kombinacja	Średnia masa owocu	Średni obwód owocu	Średni plon handlowy		Średni plon ogólny	
	[kg]	[cm]	[kg]	[szt.]	[kg]	[szt.]
Kontrola	2,43 ab	62,0 abc	33,46 a	13,7 a	42,98 a	20,5 ab
Koniczyna x 1	2,51 c	66,8 e	35,10 a	14,0 a	43,42 a	20,5 ab
Koniczyna x 2	2,48 bc	64,5 d	37,61 b	15,2 bc	47,25 b	21,9 b
Koniczyna + lucerna	2,48 bc	61,5 ab	38,99 b	15,7 cd	43,19 a	19,2 a
Lucerna 1 raz	2,43 ab	62,5 bcd	45,61 c	18,7 e	54,45 c	25,5 c
Folia biodegradowalna	2,64 d	63,8 cd	37,59 b	14,2 ab	47,26 b	20,2 a
Lucerna x 2	2,36 a	60,6 ab	38,97 b	16,5 d	44,69 a	20,7 ab
Agrowłóknina	2,48 bc	60,1 a	48,39 d	19,5 e	61,86 d	19,5 a

$\alpha= 0.05$

Istotnie najwięcej owoców dyni zebrano z poletek wyściółkowanych biomasą z lucerny zastosowanej w jednej dawce: plon ogólny - 26 sztuk z poletka, a owoców handlowych dyni zebrano z poletek wyściółkowanych agrowłókniną i lucerną zastosowaną w jednej dawce, odpowiednio: 20 i 19 sztuk z poletka (Rys. 1., Rys. 2.).



Rys. 1. Średni plon handlowy owoców dyni z poletka 12,5 m² w sztukach



Rys. 2. Średni plon ogólny owoców dyni z poletka 12,5 m² w sztukach



Fot. 3. Dynie wyściółkowane różnymi ściółkami

5. Zawartość azotanów w świeżej masie owoców ogórka, cukinii i dyni

Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności określający dopuszczalne poziomy zanieczyszczeń w środkach spożywczych, w tym normy azotanów w warzywach, nie ustalił limitów zawartości azotanów, dla warzyw dyniowatych. Zawartość azotanów w tych warzywach jest znacznie niższa niż w zielonych warzywach liściastych i nie stanowi ryzyka dla zdrowia konsumenta. Dla celów badawczych przeprowadzono analizy zawartości azotanów trzykrotnie (12 sierpnia, 2 września, 13 września) w owocach ogórków i cukinii i jednorazowo (28 września) w owocach dyni. Dla zdrowia człowieka niebezpieczne są azotany III (NO₂⁻). W doświadczeniu z ogórkami najwięcej azotanów III (NO₂⁻) - 5,11 mg/kg stwierdzono podczas ostatniej analizy 13 września w owocach z kombinacji ściółkowanej koniczyną i lucerną (Tab.

9). W doświadczeniu z cukinią najwięcej azotanów III (NO_2^-) wykazała również trzecia analiza 13 września, w owocach pochodzących z kombinacji ściółkowanej agrowłókniną - 12,5 mg/kg i koniczyną z lucerną – 9,35 mg/kg (tab. 10). W doświadczeniu z dynią największą zawartość azotanów III (NO_2^-), stwierdzono w owocach pochodzących z kombinacji ściółkowanej agrowłókniną – 7,32 mg/kg, oraz lucerną w dwóch dawkach i kombinacji kontrolnej – 6,67 mg/kg (Tab. 11).

Tabela 9. Zawartość azotanów (V) (NO_3^-) i azotanów (III) (NO_2^-) w owocach ogórka

data	kombinacja	azotany V (NO_3^-)	azotany III (NO_2^-)
		mg/kg	
12.08	Kontrola	32,4	2,28
	Koniczyna x 1	35,7	1,68
	Koniczyna x 2	39,6	1,47
	Koniczyna + lucerna	73,3	1,48
	Lucerna x 1	89,9	1,43
	Folia biodegradowalna	32,7	1,51
	Lucerna x 2	51,7	2,02
	Agrowłóknina	40,1	2,58
2.09	Kontrola	76,4	3,16
	Koniczyna x 1	88,8	3,52
	Koniczyna x 2	158	3,78
	Koniczyna + lucerna	138	3,08
	Lucerna x 1	144	4,18
	Folia biodegradowalna	112	3,22
	Lucerna x 2	123	1,96
	Agrowłóknina	65,5	2,54
13.09	Kontrola	27,5	3,67
	Koniczyna x 1	49,4	3,38
	Koniczyna x 2	96,4	2,52
	Koniczyna + lucerna	54,3	5,11
	Lucerna x 1	98,8	4,11
	Folia biodegradowalna	42,6	4,34
	Lucerna x 2	70,0	3,42
	Agrowłóknina	42,4	4,79

Tabela 10. Zawartość azotanów (V) (NO_3^-) i azotanów (III) (NO_2^-) w owocach cukinii

data	kombinacja	azotany V (NO_3^-)	azotany III (NO_2^-)
		mg/kg	
12.08	Kontrola	306	2,68
	Koniczyna x 1	311	2,19
	Koniczyna x 2	336	4,39
	Koniczyna + lucerna	271	3,52
	Lucerna x 1	317	3,36
	Folia biodegradowalna	246	3,88
	Lucerna x 2	434	4,43
	Agrowłóknina	321	2,36
2.09	Kontrola	295	5,91
	Koniczyna x 1	244	5,04
	Koniczyna x 2	229	4,53
	Koniczyna + lucerna	381	5,13
	Lucerna x 1	345	4,19
	Folia biodegradowalna	233	3,87
	Lucerna x 2	421	4,84
	Agrowłóknina	338	5,98
13.09	Kontrola	278	6,35
	Koniczyna x 1	271	7,43
	Koniczyna x 2	330	7,50
	Koniczyna + lucerna	289	9,35
	Lucerna x 1	327	7,94
	Folia biodegradowalna	286	8,95
	Lucerna x 2	342	6,99
	Agrowłóknina	387	12,5

Tabela 11. Zawartość azotanów (V) (NO_3^-) i azotanów (III) (NO_2^-) w owocach dyni

data	kombinacja	azotany V (NO_3^-)	azotany III (NO_2^-)
		mg/kg	
28.09	Kontrola	101	6,67
	Koniczyna x 1	14,5	5,82
	Koniczyna x 2	224	6,56
	Koniczyna + lucerna	128	5,32
	Lucerna x 1	23	4,23
	Folia biodegradowalna	96,2	6,20
	Lucerna x 2	118	6,67
	Agrowłóknina	31,2	7,32

6. Ocena wpływu zastosowanych ściółek i metod ich stosowania na wzbogacenie gleby w składniki mineralne.

Aby ocenić wpływ zastosowanych ściółek na poprawę zasobności gleby w składniki pokarmowe porównano analizy gleby wykonane przed rozpoczęciem uprawy ogórków, cukinii i dyni (24 maja), w trakcie prowadzonych upraw warzyw (16 sierpnia) i po ich zakończeniu (16 września). W doświadczeniu z ogórkiem analiza chemiczna gleby w trakcie uprawy wykazała zwiększenie K, Mg i N-NH_4 w kombinacjach ze ściółkami organicznymi w porównaniu do analizy przed rozpoczęciem uprawy ogórka. W kombinacji z agrowłókniną zwiększeniu uległa ilość P i N-NH_4 , co mogło być wynikiem wolniejszej mineralizacji kompostu (Tab. 12). Analiza gleby wykonana po zakończeniu uprawy ogórka wykazała wzrost zawartości P, K, Mg i N-NH_4 we wszystkich ściółkowanych kombinacjach, w odniesieniu do analizy przed rozpoczęciem uprawy.

Tabela 12. Wyniki analizy chemicznej gleby ściółkowanej różnymi ściółkami w uprawie ogórka

Data analizy	kombinacja	pH	Zasolenie	N- NO_3	P	K	Mg	Ca	N- NH_4
		H_2O	g NaCl/l	mg/l gleby					
24.05		6,1	0,31	76,4	134	84	120	530	16
16.08	Kontrola	6,3	0,21	32	112	59	114	419	10
	Koniczyna x1	6,5	0,16	32	121	113	129	443	57
	Koniczyna x2	6,5	0,19	32	124	116	117	421	27
	Koniczyna + lucerna	6,6	0,24	43	127	111	123	422	62
	Lucerna x1	6,5	0,20	38	132	103	174	518	160
	Folia biodegradowalna	6,4	0,17	27	127	74	119	447	53
	Lucerna x2	6,4	0,28	46	132	118	123	447	36

	agrowłóknina	6,3	0,18	31	143	69	115	409	59
16.09	Kontrola	6,5	0,15	14	123	53	128	486	10
	Koniczyna x1	6,6	0,28	24	159	135	146	424	68
	Koniczyna x2	6,7	0,34	32	140	186	136	451	110
	Koniczyna + lucerna	6,6	0,36	41	151	195	142	470	130
	Lucerna x1	6,7	0,23	20	142	87	131	438	49
	Folia biodegradowalna	6,5	0,24	23	151	88	129	508	86
	Lucerna x2	6,8	0,46	55	158	196	148	474	140
	agrowłóknina	6,5	0,30	36	145	92	138	531	110

W doświadczeniu z cukinią analiza gleby wykonana w trakcie wegetacji wykazała zwiększenie zawartości K we wszystkich kombinacjach wyściółkowanych organicznymi ściółkami i wzrost zawartości N-NH₄, we wszystkich kombinacjach w porównaniu do analizy wykonanej przed rozpoczęciem uprawy (Tab.13). Na wzrost zawartości N-NH₄ miały wpływ nie tylko ściółki ale też zastosowany jako nawóz kompost. Największy wzrost N-NH₄ odnotowano w kombinacjach z podwójną dawką koniczyny i lucerny. Analiza gleby wykonana po zakończeniu uprawy cukinii wykazała zwiększenie zawartości K we wszystkich ściółkowanych kombinacjach i N-NH₄ w kombinacjach wyściółkowanych ściółkami organicznymi.

Tabela 13. Wyniki analizy chemicznej gleby ściółkowanej różnymi ściółkami w uprawie cukinii

Data analizy	kombinacja	pH	Zasolenie	N-NO ₃	P	K	Mg	Ca	N-NH ₄
		H ₂ O	g NaCl/l						
24.05		6,1	0,31	76,4	134	84	120	530	16
16.08	Kontrola	6,4	0,19	23	109	90	108	355	58
	Koniczyna x1	6,2	0,18	28	85	113	100	337	48
	Koniczyna x2	6,5	0,24	36	99	213	102	311	120
	Koniczyna + lucerna	6,6	0,23	36	95	192	124	345	60
	Lucerna x1	6,3	0,21	37	114	117	118	385	69
	Folia biodegradowalna	6,1	0,19	37	100	65	103	368	26
	Lucerna x2	6,6	0,28	42	111	142	118	378	140
	agrowłóknina	6,6	0,16	27	123	79	133	436	79
29.09	Kontrola	6,1	0,22	26	101	80	107	311	16
	Koniczyna x1	6,2	0,18	20	102	190	111	364	20
	Koniczyna x2	6,0	0,34	24	98	158	110	408	22
	Koniczyna + lucerna	6,5	0,20	18	92	152	102	381	23
	Lucerna x1	6,7	0,23	21	110	118	130	465	20
	Folia biodegradowalna	6,1	0,19	16	101	340	110	427	13

	Lucerna x2	6,8	0,26	23	137	137	146	523	24
	agrowłóknina	6,5	0,31	32	137	102	129	484	17

W doświadczeniu z dynią analiza chemiczna gleby wykonana w czasie uprawy dyni wykazała zwiększenie zawartości K we wszystkich kombinacjach ściółkowanych ściółkami organicznymi i zawartości N-NH₄ we wszystkich ściółkowanych kombinacjach w porównaniu do zawartości przed rozpoczęciem uprawy dyni (Tab. 14). Druga analiza gleby zrobiona po zakończeniu uprawy dyni ujawniła wzrost zawartości K i N-NH₄ we wszystkich ściółkowanych kombinacjach.

Tabela 14. Wyniki analizy chemicznej gleby ściółkowanej różnymi ściółkami w uprawie dyni

Data analizy	kombinacja	pH	Zasolenie	N-NO ₃	P	K	Mg	Ca	N-NH ₄
		H ₂ O	g NaCl/l	mg/l gleby					
24.05		6,1	0,31	76,4	134	84	120	530	16
16.08	Kontrola	6,2	0,18	31	76	114	124	308	11
	Koniczyna x1	6,3	0,18	24	66	133	120	303	88
	Koniczyna x2	6,2	0,19	34	67	163	136	309	130
	Koniczyna + lucerna	6,4	0,24	42	65	175	98	287	130
	Lucerna x1	6,5	0,25	38	76	136	127	339	130
	Folia biodegradowalna	6,1	0,19	36	70	78	111	298	87
	Lucerna x2	6,3	0,23	33	86	160	117	311	140
	agrowłóknina	6,1	0,20	30	80	67	106	343	110
29.09	Kontrola	6,3	0,17	14	74	93	110	348	15
	Koniczyna x1	6,1	0,18	21	68	120	106	333	22
	Koniczyna x2	6,4	0,21	17	75	134	112	367	24
	Koniczyna + lucerna	6,5	0,22	22	78	141	104	352	23
	Lucerna x1	6,4	0,18	20	77	116	105	372	21
	Folia biodegradowalna	6,4	0,22	21	78	142	122	466	22
	Lucerna x2	6,4	0,24	22	93	154	107	378	26
	agrowłóknina	6,4	0,24	28	95	109	111	406	19

Wnioski

1. Wszystkie zastosowane ściółki bardzo pozytywnie wpływały na wzrost morfologiczny i generatywny roślin. Wyściółkowane rośliny były większe i szybciej rozpoczynały kwitnienie i owocowanie w porównaniu do roślin nieściółkowanych.
2. Ściółkowanie znacznie ograniczyło ilość chwastów we wszystkich uprawianych warzywach, a tym samym konieczność dwukrotnego odchwaszczania.
3. Ściółki organiczne z koniczyny i lucerny wpływały dodatnio na stan odżywienia w azot wyściółkowanych nimi roślin.

4. Zastosowane ściółkowanie wpłynęło na plon owoców: ogórków, cukinii i dyni, pod względem ilościowym i jakościowym. Plony warzyw uprawianych z zastosowaniem ściółkowania były wyższe i o lepszej jakości w porównaniu do warzyw uprawianych bez ściółki. Ściółki organiczne z koniczyny i z lucerny stosowane zarówno w jednej jak i w dwóch dawkach w uprawie warzyw dyniowatych wpływały na zwiększenie plonów handlowego i ogólnego porównywalnie do stosowanych tradycyjnie agrowłókniny i folii, a w uprawie cukinii je przewyższały.
5. Zawartość azotanów III (NO_2^-) we wszystkich owocach: ogórkach, cukinii i dyni była niewielka. Zastosowane ściółki nie miały wpływu na zawartość azotanów III (NO_2^-), ponieważ wzrastała ona w ciągu całego okresu wegetacji zarówno w kombinacjach ściółkowanych jak i kontrolnej.
6. Zastosowane ściółkowanie wpłynęło na zwiększenie ilości K i N-NH_4 w glebie we wszystkich trzech uprawach, w porównaniu do zawartości tych składników w glebie przed rozpoczęciem uprawy warzyw. Ściółkowanie w uprawie ogórka zwiększyło również zawartość P i Mg w glebie.

7. Wpływ różnych ściółek organicznych na parametry jakościowe owoców cukinii, ogórka i dyni uprawianych ekologicznie

Analizy jakościowe przeprowadzono w pozyskanych w trakcie sezonu wegetacyjnego owocach ogórka i cukinii oraz pobranych do badań po zakończeniu wegetacji owocach dyni. Analizy wykonywano na całym owocu dyni, cukinii i ogórka, nie oddzielano skórki od miąższu.

Kwas L-askorbinowy

Owoce warzyw dyniowatych charakteryzują się obecnością w swym składzie metabolitów wtórnych o właściwościach przeciwutleniających, do których zalicza się kwas L-askorbinowy (witamina C). Uczestniczy on w usuwaniu reaktywnych form tlenu i azotu, przez co odpowiada za utrzymanie właściwego stanu oksydoredukcyjnego organizmu. Wyniki analizy dotyczące wpływu różnego typu ściółek na zawartość kwasu L-askorbinowego u trzech gatunków warzyw z rodziny dyniowatych przedstawiono w Tabeli 15. Średnia zawartość w/w parametru w całym owocu (tzn. w miąższ i skórce) ogórka odmiany Magnetar F₁ mieściła się w zakresie od 34,61 do 55,12 mg na 100 g świeżej masy. Najwyższą ilość kwasu L-askorbinowego odnotowano dla obiektów kontrolnych, na których nie stosowano ściółkowania uprawy. Natomiast najniższą ilość zaobserwowano w owocach roślin ogórka ściółkowanych agrowłókniną. Odnotowano również wyższą zawartość witaminy C, kiedy ściółkę organiczną z lucerny czy też z koniczyny zastosowano dwukrotnie w trakcie okresu wegetacyjnego (odpowiednio wzrost o 10,74 mg oraz 15,64 mg·100 g ś.m.⁻¹). Zawartość kwasu L-askorbinowego w owocach cukinii odm. Astra Polka wahała się w granicach od 44,99 do 63,45 mg·100 g ś.m.⁻¹. Największy wpływ na wzrost zawartości witaminy C w owocach badanego gatunku miała folia biodegradowalna oraz ściółka z lucerny zastosowana jednokrotnie. Mniejszą o 5-8 mg ilość badanego parametru stwierdzono gdy do ściółkowania stosowano dwukrotnie ściółkę z lucerny oraz jednokrotnie ściółkę z koniczyny. Uzyskana wartość kwasu L-askorbinowego w pozostałych badanych obiektach była niższa niż

odnotowana zawartość w owocach zebranych z poletek kontrolnych. W owocach dyni zwyczajnej odm. Justynka F₁ stwierdzono korzystny wpływ na zawartość witaminy C wszystkich badanych ściółek. Odnotowano średni wzrost w ilości 1-30% w porównaniu z obiektami kontrolnym. Najwyższą ilość kwasu L-askorbinowego charakteryzowały się owoce z poletek dyni, na których w sezonie wegetacyjnym jednokrotnie zastosowano ściółkę z lucerny.

Tabela 15. Wpływ różnego typu ściółek na zawartość kwasu L-askorbinowego w owocach ogórka odm. Magnetar F₁, cukinii odm. Astra Polka oraz dyni odm. Justynka F₁

kombinacja badawcza	kwasu L-askorbinowy (mg · 100 g ś.m. ⁻¹)			średnia dla kombinacji badawczej
	nazwa gatunku			
	ogórek	cukinia	dynia	
kontrola – bez ściółkowania	55,12	49,35	41,13	48,53
ściółka z kończyny (1 raz)	36,28	55,12	47,51	46,30
ściółka z kończyny (2 raz)	51,92	44,99	41,84	46,25
ściółka z kończyny i lucerny	40,38	46,54	41,82	42,91
ściółka z lucerny (1 raz)	37,81	61,15	54,60	51,19
folia biodegradowalna	41,66	63,45	48,22	51,11
ściółka z lucerny (2 raz)	48,55	58,45	41,71	49,57
agrowłóknina	34,61	48,07	48,22	43,63
średnia dla gatunku	43,29	53,39	45,63	-

Sucha masa

Rośliny z rodziny dyniowatych należą do gatunków niskokalorycznych, zawierającym w swym składzie znaczne ilości wody. Według danych literaturowych ogórek w 97% zbudowany jest z wody, natomiast cukinia w 96%, a dynia zawiera w swej strukturze około 92%. Zawartość suchej masy w tych roślinach stanowi niewielki udział zależny od wpływu różnych czynników środowiskowych i agrotechnicznych. W przeprowadzonych doświadczeniu z ogórkiem gruntowym zawartość suchej masy w jego owocach wahał się od 0,95 do 1,87 % s.m. Wyższą ilość w/w parametru odnotowano po zastosowaniu badanych ściółek organicznych w porównaniu do obiektów kontrolnych. Stwierdzona zawartość suchej masy po zastosowaniu ściółek z roślin bobowatych była dwukrotnie wyższa, niż wykorzystana w uprawie do ściółkowania agrowłóknina lub folia biodegradowalna. Natomiast odnotowana zawartość suchej masy w owocach cukinii była na poziomie od 2,05 do 2,54 % s.m. (Tab. 16). Największy wzrost badanego parametru stwierdzono po użyciu do ściółkowania masy nadziemnej z roślin bobowatych m.in. ściółki z lucerny (dwukrotnie zastosowanej w okresie

wegetacji), ściółki z kończyny i lucerny, ściółki z lucerny (jednokrotnie zastosowana) oraz ściółki z kończyny (dwukrotnie zastosowanej). Obiekty nieściółkowane odznaczały się natomiast najmniejszą ilością suchej masy. Odwrotną zależność dla suchej masy odnotowano w uprawie ekologicznej dyni, gdzie znacznie wyższą zawartością odznaczały się owoce z poletek nieściółkowanych (17,10 % s.m.). Wśród analizowanych typów ściółek największy stwierdzony wpływ na zawartość suchej masy w owocach badanego gatunku miało jednokrotne użycie ściółki z lucerny. Zastosowaniu w uprawie agrowłókniny oraz folii biodegradowalnej powodowało spadek ilości w/w parametru, odpowiednio o 30% i 26%.

Tabela 16. Wpływ różnego typu ściółek na zawartość suchej masy (% s.m.) w owocach badanych gatunków warzyw z rodziny dyniowatych.

kombinacja badawcza	sucha masa (% s.m.)			średnia dla kombinacji badawczej
	nazwa gatunku			
	ogórek	cukinia	dynia	
kontrola – bez ściółkowania	1,28	2,05	17,10	6,81
ściółka z kończyny (1 raz)	1,87	2,16	13,53	5,85
ściółka z kończyny (2 raz)	1,61	2,28	13,05	5,65
ściółka z kończyny i lucerny	1,77	2,45	13,87	6,03
ściółka z lucerny (1 raz)	1,78	2,29	14,24	6,10
folia biodegradowalna	1,03	2,11	12,49	5,21
ściółka z lucerny (2 raz)	1,73	2,54	12,06	5,44
agrowłóknina	0,95	2,23	12,15	5,11
średnia dla gatunku	1,50	2,26	13,56	-

Białko

Jednym z podstawowych metabolitów pierwotnych obecnych w roślinach jest białko, pełniące funkcje budulcowe, zapasowe, regulacyjne oraz katalityczne, a także ochronne i obronne. Głównym składnikiem strukturalnym białek są aminokwasy zawierające w swej budowie azot. Powstawanie białka w owocach uzależnione jest nie tylko od tworzenia i przemieszczania się aminokwasów, ale także czynności oddechowych rośliny, poziomu cukrowców oraz dopływu azotu. Rośliny z rodziny bobowatych wnoszą do gleby znaczną ilość substancji organicznej m.in. przez pozostawianie dużej masy resztek poźniwnych lub ściółkowanie upraw masą nadziemną tych roślin. Zastosowanie więc w uprawie roślin bobowatych takich jak lucerna, kończyna przyczynia się do zwiększanie zasobności gleby w składniki pokarmowe m.in. w azot oraz poprawiania ich właściwości fizyko-chemiczne (pozwalając na lepsze pobieranie składników pokarmowych obecnych w glebie). W przeprowadzonych badaniach stwierdzono dodatni wpływ różnego typu ściółek na

zawartość białka w owocach dyni (Tab. 17). Średnia ilość białka w tych owocach wahała się w granicach od 41,54 do 45,57 % s.m. Największą koncentrację białka uzyskano stosując ściółkę z lucerny i kończyny, natomiast najmniejszą w owocach roślin pochodzących z obiektów kontrolnych. Odnotowana zawartość białka w owocach ogórka natomiast osiągnęła największą zawartość po zastosowaniu ściółki z lucerny, dwukrotnie w trakcie sezonu wegetacyjnego. Zaobserwowano najmniejszy wpływ folii biodegradowalnej na ilość obecnego białka w owocach ogórka. Po zastosowaniu tego typu ściółki zawartość białka była niższa o około 5% s.m. niż na obiekcie nieściółkowanym. W uprawie cukinii średnia zawartość białka w owocu mieściła się w zakresie od 34,06 do 42,49 % s.m. Największą ilością badanego parametru odznaczały się owoce roślin ściółkowanych mieszanką lucerny z kończyną, gdzie odnotowano wzrost o 17% w stosunku do kontroli.

Tabela 17. Zawartość białka (% s.m.) w owocach ogórka gruntowego, cukinii (dyni zwyczajnej) oraz dyni olbrzymiej pod wpływem oddziaływania różnego typu ściółek

kombinacja badawcza	białka (% s.m.)			średnia dla kombinacji badawczej
	nazwa gatunku			
	ogórek	cukinia	dynia	
kontrola – bez ściółkowania	32,28	36,10	41,54	36,64
ściółka z kończyny (1 raz)	31,03	36,14	42,22	36,46
ściółka z kończyny (2 raz)	32,29	37,29	44,71	38,09
ściółka z kończyny i lucerny	33,38	42,49	45,57	40,48
ściółka z lucerny (1 raz)	30,89	38,39	43,79	37,69
folia biodegradowalna	27,18	34,06	42,62	34,62
ściółka z lucerny (2 raz)	33,92	39,33	45,25	39,50
agrowłóknina	31,38	38,74	42,80	37,64
średnia dla gatunku	31,54	37,82	43,56	-

Olejek eteryczny

Olejki eteryczne są jednymi z wtórnych metabolitów obecnych w roślinach. Pod względem chemicznym są to lotne mieszaniny organicznych związków (m.in. estrów, eterów, aldehydów, ketonów) o intensywnym zapachu, występujące w różnych częściach roślin, np. w nasionach, owocach, kwiatach, liściach czy korzeniach. W badanych owocach cukinii, ogórka oraz dyni po zastosowaniu większości typów ściółek nie stwierdzono obecności olejku eterycznego. Śladowe ilości olejku odnotowano u ogórka po zastosowaniu ściółki z lucerny (jednokrotnie i dwukrotnie w trakcie sezonu), a także po jednokrotnym użyciu do ściółkowania kończyny (Tab. 18). Podobny wpływ ściółek organicznych na zawartość olejku eterycznego odnotowano dla cukinii oraz dyni. Mimo, iż w farmakognozji występuje informacja o możliwej

obecności w niewielkich ilościach olejku eterycznego w strukturach roślin dyniowatych. Jednakże na kształtowanie się metabolitów wtórnych stwierdzono wpływ szeregu czynników genetycznych, ontogenetycznych, środowiskowych oraz agrotechnicznych, stąd możliwa nieobecność olejku eterycznego w owocach badanych gatunków.

Tabela 18. Zawartość olejku eterycznego (% p.s.m.) w owocach ogórka gruntowego, cukinii (dyni zwyczajnej) oraz dyni olbrzymiej pod wpływem oddziaływania różnego typu ściółek

kombinacja badawcza	olejek eteryczny (% p.s.m.)			średnia dla kombinacji badawczej
	nazwa gatunku			
	ogórek	cukinia	dynia	
kontrola – bez ściółkowania	0,00	0,00	0,00	0,00
ściółka z kończyny (1 raz)	0,01	0,00	0,00	0,00
ściółka z kończyny (2 raz)	0,00	0,00	0,01	0,00
ściółka z kończyny i lucerny	0,00	0,01	0,00	0,00
ściółka z lucerny (1 raz)	0,01	0,00	0,00	0,00
folia biodegradowalna	0,00	0,00	0,00	0,00
ściółka z lucerny (2 raz)	0,02	0,01	0,00	0,00
agrowłóknina	0,00	0,00	0,00	0,00
średnia dla gatunku	0,02	0,01	0,00	-

8. Wpływ ściółkowania na mikroorganizmy glebowe

Metodyka

Analizy mikrobiologiczne ściółkowanych gleb w uprawach dyni, cukinii i ogórka, wykonano trzykrotnie w odstępach miesięcznych (w lipcu, sierpniu i wrześniu). Sumarycznie wykonano 9 analiz w trzech terminach. Próby gleby pobierano próbnikiem glebowym po uprzednim usunięciu materiału ściółkującego z powierzchni w miejscu pobrania. Z każdej kombinacji pobierano po trzy niezależne próby stanowiące ok. 1 kg gleby z głębokości do 15 cm (3 – 4 ułucia próbnikiem na jedną próbę). Następnie ziemię przesiewano w laboratorium w celu usunięcia kamieni oraz fragmentów roślin.

Analiza mikrobiologiczna

Z przesianej i dokładnie wymieszanej ziemi w każdej próbie odważano po 10 g do przygotowania zawiesiny glebowej (10 g ziemi + 100 ml 0,85% roztworu NaCl). Zawiesinę mieszano na wstrząsarce laboratoryjnej przez 20 min, a następnie wykonywano posiewy kolejnych rozcieńczeń na szalki Petriego z pożywkami odpowiednimi dla oznaczanych grup mikroorganizmów:

- bakterie oraz promieniowce na pożywkę z ekstraktem glebowym (Dhingra i Sinclair 1995);
- fluoryzujące bakterie z rodzaju *Pseudomonas* spp. (Gould i in. 1985);

- bakterie z rodzaju *Azotobacter* spp. (Martyniuk i Martyniuk 2003);
- bakterie rozkładające związki fosforu (Pikovska 1948);
- grzyby strzępkowe (Martin 2003);
- *Pythium* spp. (Dhingra i Sinclair 1995).

Po inkubacji liczono wyrosłe kolonie badanych mikroorganizmów, których liczbę wyrażono w postaci logarytmu (\log_{10}) w przeliczeniu na 1 g suchej masy gleby.

Określanie aktywności enzymu dehydrogenazy

Aktywność enzymu dehydrogenazy w próbach glebowych była mierzona za pomocą spektrofotometru (UVLIN 9600; $\lambda = 485$ nm), zgodnie z metodą opisaną przez Brzezińską (2009) oraz Mocek-Płóćiniak (2010). Próbki gleby inkubowano przez 24 godziny z bezbarwnym związkiem TTC (chlorek 2,3,5-trifenyloctetrazoliowy), który jest redukowany enzymatycznie do barwnego, nierozpuszczalnego w wodzie 1,3,5-trifenyloformazanu (TPF). Po 24 godzinach TPF ekstrahowano z gleby alkoholem etylowym, a jego ilość mierzono spektrofotometrycznie. Uzyskane wartości odnoszono do krzywej wzorcowej. Ostatecznie średnią aktywność dehydrogenazy wyrażono w jednostkach aktywności dehydrogenazy, jako ilość TPF wytwarzanego przez 1 gram gleby w ciągu 24 godzin [$\mu\text{mol TPF/g s.m.24h}$].

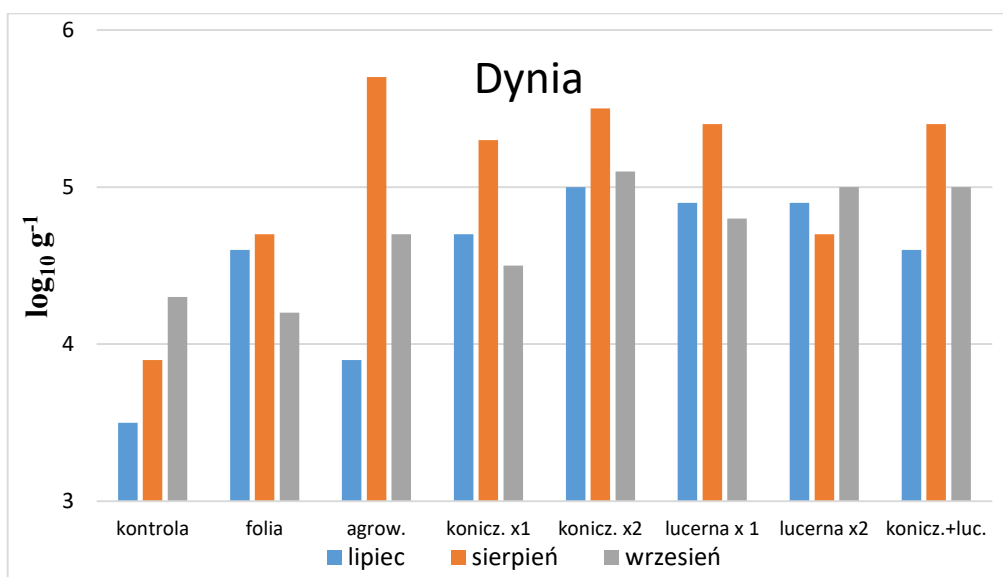
Analiza statystyczna

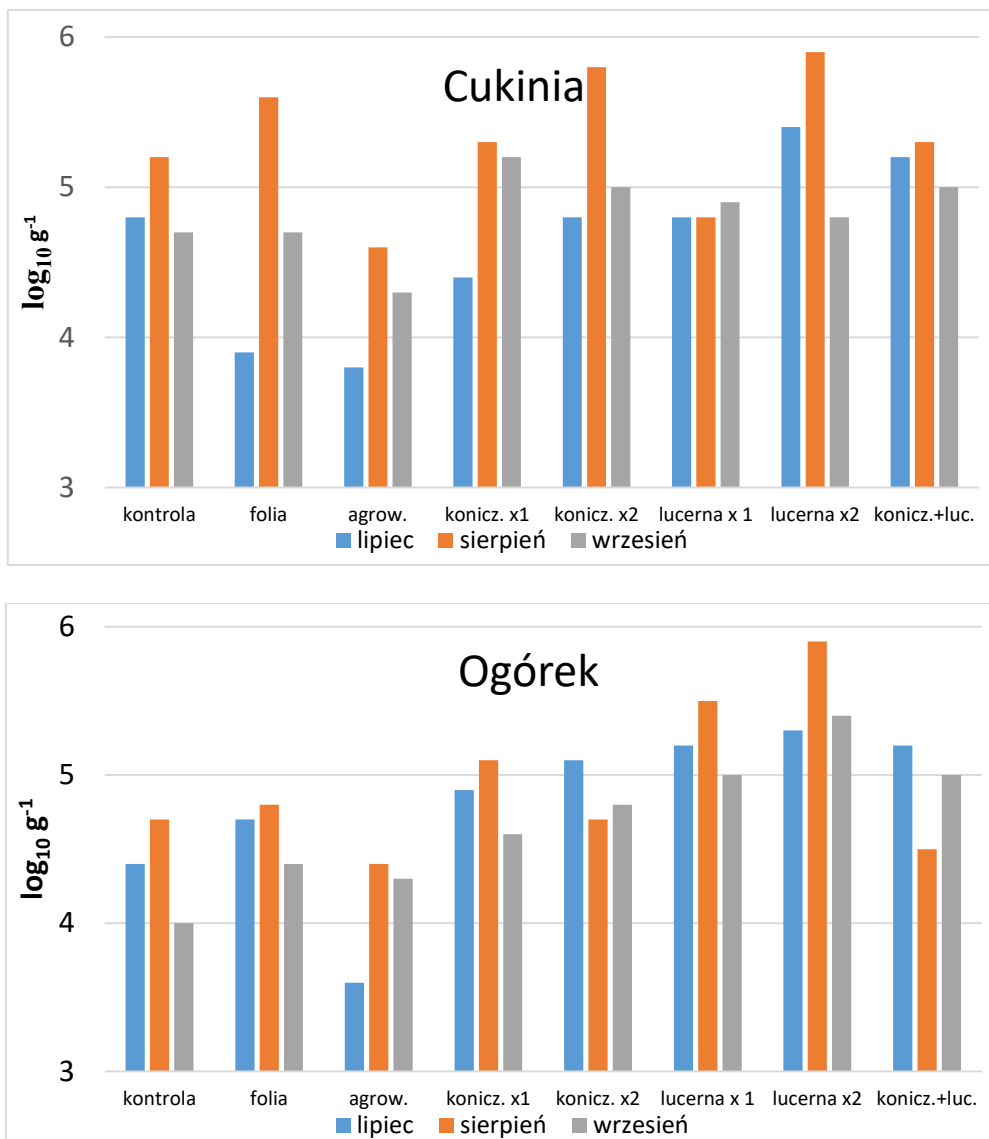
Liczebność drobnoustrojów analizowano w skali logarytmicznej (\log cfu/g). Wyniki poddano analizie statystycznej z zastosowaniem jednokierunkowej analizy wariancji z testem Tukey'a, $\alpha = 0,05$, przy użyciu programu statystycznego Statistica 13.1. Dane nie różniące się istotnie od siebie oznaczono tymi samymi literami.

Wyniki

Okrywanie gleby różnymi typami ściółek w uprawie dyni, cukinii i ogórka miało istotny wpływ na liczebność niektórych z badanych grup bakterii. W przypadku grzybów glebowych, ogólnie nie obserwowano działania ściółek. Natomiast, wyraźny wpływ na liczebność i aktywność mikroorganizmów w glebie miał termin pobierania prób (Tab. 19–27). Największy wpływ ściółkowania stwierdzono w odniesieniu do bakterii z rodzaju *Pseudomonas* spp. (Rys. 3. i Tab. 19–27). Szczególnie istotny wpływ na wzrost liczebności bakterii z tego rodzaju obserwowano w uprawie dyni. Wyraźny efekt dodatni ściółek organicznych, aczkolwiek nieistotny, zaznaczył się również w uprawie ogórka. Natomiast w uprawie cukinii nie stwierdzono istotnego działania ściółkowania na liczebność *Pseudomonas* spp. Najwyższe wzrosty liczebności wykazano w drugim terminie analizy – w sierpniu. Wzrost liczby *Pseudomonas* spp. obserwowano jedynie po zastosowaniu ściółek organicznych. Najlepszy efekt uzyskiwano w glebie ściółkowanej lucerną. Najsłabsze działanie wykazywała ściółka z koniczyny zastosowana jednorazowo. Podobny efekt ściółkowania, jak w przypadku bakterii *Pseudomonas*, obserwowano dla bakterii z rodzaju *Azotobacter*, głównie w uprawie dyni (Tab. 19–21). Istotny wzrost tych bakterii w ściółkowanej glebie w porównaniu do kontroli stwierdzono w pierwszym terminie – w lipcu, a następnie w sierpniu. We wrześniu liczba tych bakterii była podobna we wszystkich kombinacjach. Największy wzrost *Azotobacter* uzyskiwano po zastosowaniu ściółek organicznych, a w przypadku dyni także po zastosowaniu agrowłókniny. W przypadku ogólnej grupy bakterii glebowych ich liczebność była zmienna i

generalnie trudno określić wyraźny wpływ rodzaju ściółki, gatunku rośliny czy terminu pobierania prób na ich zagęszczenie w glebie. Istotny wzrost liczebności bakterii w porównaniu do kontroli obserwowano najczęściej w trzecim terminie analiz (wrzesień), w wariantach, gdzie zastosowano ściółkowanie agrowłókniną bądź lucerną z koniczyną. Nie zaobserwowano natomiast działania ściółek na liczebność promieniowców w glebie. Zagęszczenie grzybów w glebie wzrastało wraz z upływem sezonu wegetacyjnego i najwyższe wartości uzyskano w próbach gleby pobieranej we wrześniu, w uprawach wszystkich badanych gatunków warzyw. Poza wpływem terminu analiz nie stwierdzono istotnego wpływu innych czynników, w tym ściółkowania, na liczebność tych mikroorganizmów. Liczebność grzybów z rodzaju *Pythium* w uprawie dyni utrzymywała się na wyrównanym poziomie we wszystkich kombinacjach w lipcu i we wrześniu, natomiast w sierpniu liczebność tych grzybów była niższa w kombinacjach z folią biodegradowalną, lucerną 2x i agrowłókniną (Tab. 19-21). Różnice jednak nie były istotne statystycznie, co wynikało z dość dużych rozbieżności między powtórzeniami w kombinacji. W uprawie cukinii istotne statystycznie różnice w liczebności *Pythium* uzyskano w glebie pobranej w lipcu. Wówczas najniższą liczebność zanotowano dla kombinacji z agrowłókniną (Tab. 22-24). Podobną tendencję zaobserwowano w uprawie ogórka także w I terminie analizy. Dodatkowo we wrześniu stwierdzono statystycznie niższą liczebność *Pythium* w kombinacjach z lucerną i z folią biodegradowalną (Tab. 25-27).





Rys. 3. Liczebność fluoryzujących bakterii z rodzaju *Pseudomonas* spp. w uprawach dyni, cukinii i ogórka analizowana w trzech różnych terminach – w lipcu, sierpniu i we wrześniu.

Tabela 19. Liczebność wybranych grup mikroorganizmów w próbach glebowych pobranych w lipcu w uprawie dyni

Wariant	Dynia – analiza w lipcu					
	bakterie	promie- niowce	<i>Pseudomonas</i> fluoryzujące	<i>Azotobacter</i> spp.	grzyby ogółem	<i>Pythium</i> spp.
	log ₁₀ jtk g ⁻¹					
kontrola	6,97 ab	6,23 a	3,48 b	4,16 b	4,64 a	2,12 a
koniczyna x1	7,35 a	6,17 a	4,73 a	5,23 a	3,98 a	2,01 a
koniczyna x2	7,35 a	6,31 a	4,96 a	5,33 a	4,33 a	2,25 a
koniczyna +lucerna	7,05 ab	6,19 a	4,55 ab	5,27 a	3,89 a	1,83 a
lucerna x 1	7,31 a	6,15 a	4,85 a	5,17 a	3,94 a	2,19 a
folia biodegradowalna	6,89 ab	6,14 a	4,60 ab	4,74 ab	4,25 a	2,12 a
lucerna x 2	7,32 a	6,29 a	4,93 a	5,14 a	3,78 a	2,20 a
agrowłóknina	6,62 b	5,97 a	3,94 ab	4,87 ab	4,57 a	1,92 a

Uzyskane wyniki porównywano metodą ANOVA i testem Tukeya. Średnie w kolumnach, oznaczone tą samą literą, nie różnią się istotnie przy $p < 0,05$.

Tabela 20. Liczebność wybranych grup mikroorganizmów w próbach glebowych pobranych w sierpniu w uprawie dyni

Wariant	Dyńia – analiza w sierpniu					
	bakterie	promie- niowce	<i>Pseudomonas</i> fluoryzujące	<i>Azotobacter</i> spp.	grzyby ogółem	<i>Pythium</i> spp.
	log ₁₀ jtk g ⁻¹					
kontrola	7,25 ab	6,83 a	3,92 b	3,74 c	5,16 bc	1,99 a
koniczyna x1	7,64 ab	6,79 ab	5,30 a	4,13 bc	5,33 bc	1,96 a
koniczyna x2	7,59 ab	6,79 ab	5,45 a	4,46 abc	5,14 abc	1,98 a
koniczyna +lucerna	7,81 a	7,08 a	5,35 a	4,62 abc	5,59 a	1,89 a
lucerna x 1	7,46 ab	6,84 a	5,43 a	4,72 ab	5,42 ab	2,02 a
folia biodegradowalna	6,43 c	5,68 c	4,67 ab	5,02 a	4,47 c	1,10 a
lucerna x 2	6,22 c	5,83 bc	4,73 ab	5,07 a	4,50 c	0,98 a
agrowłóknina	6,91 bc	5,20 c	5,67 a	5,31 a	4,88 bc	0,92 a

Uzyskane wyniki porównywano metodą ANOVA i testem Tukeya. Średnie w kolumnach, oznaczone tą samą literą, nie różnią się istotnie przy $p < 0,05$.

Tabela 21. Liczebność wybranych grup mikroorganizmów w próbach glebowych pobranych we wrześniu w uprawie dyni

Wariant	Dyńia – analiza we wrześniu					
	bakterie	promie- niowce	<i>Pseudomonas</i> fluoryzujące	<i>Azotobacter</i> spp.	grzyby ogółem	<i>Pythium</i> spp.
	log ₁₀ jtk g ⁻¹					
kontrola	6,94 c	6,93 a	4,33 a	3,96 bc	5,46 a	2,12 a
koniczyna x1	7,34 abc	6,98 a	4,47 a	4,35 b	7,71 a	2,19 a
koniczyna x2	7,04 bc	6,91 a	5,06 a	4,85 ab	5,57 a	2,20 a
koniczyna +lucerna	7,43 ab	7,11 a	5,03 a	4,57 ab	5,78 a	2,22 a
lucerna x 1	7,34 abc	7,04 a	4,77 a	3,77 bc	5,58 a	1,96 a
folia biodegradowalna	7,05 bc	6,79 a	4,23 a	3,20 c	5,32 a	2,04 a
lucerna x 2	7,64 a	7,27 a	5,04 a	4,18 b	5,66 a	2,01 a
agrowłóknina	7,62 a	7,10 a	4,74 a	5,33 a	5,64 a	1,88 a

Uzyskane wyniki porównywano metodą ANOVA i testem Tukeya. Średnie w kolumnach, oznaczone tą samą literą, nie różnią się istotnie przy $p < 0,05$.

Tabela 22. Liczebność wybranych grup mikroorganizmów w próbach glebowych pobranych w lipcu w uprawie cukinii

Wariant	Cukinia – analiza w lipcu					
	bakterie	promie- niowce	<i>Pseudomonas</i> fluoryzujące	<i>Azotobacter</i> spp.	grzyby ogółem	<i>Pythium</i> spp.
	log ₁₀ jtk g ⁻¹					
kontrola	7,07 b	6,48 a	4,78 ab	4,69 b	4,92 a	2,29 a
koniczyna x1	7,24 ab	6,39 a	4,41 ab	5,12 ab	4,46 a	1,98 ab

koniczyna x2	7,47 ab	6,54 a	4,78 ab	5,27 a	4,30 a	2,32 a
koniczyna +lucerna	7,64 a	6,74 a	5,17 a	5,18 ab	3,95 a	2,09 ab
lucerna x 1	7,42 ab	6,39 a	4,84 ab	5,32 a	4,09 a	2,20 a
folia biodegradowalna	6,95 b	6,24 a	3,93 ab	4,85 b	4,91 a	2,04 ab
lucerna x 2	7,62 a	6,62 a	5,39 a	5,17 ab	4,42 a	2,28 a
agrowłóknina	6,99 b	5,99 a	3,78 b	4,67 b	4,92 a	1,66 b

Uzyskane wyniki porównywano metodą ANOVA i testem Tukeya. Średnie w kolumnach, oznaczone tą samą literą, nie różnią się istotnie przy $p < 0,05$.

Tabela 23. Liczebność wybranych grup mikroorganizmów w próbach glebowych pobranych w sierpniu w uprawie cukinii

Wariant	Cukinia – analiza w sierpniu					
	bakterie	promieniowce	<i>Pseudomonas</i> fluoryzujące	<i>Azotobacter</i> spp.	grzyby ogółem	<i>Pythium</i> spp.
	log ₁₀ jtk g ⁻¹					
kontrola	7,68 a	7,23 a	5,22 a	4,63 a	5,69 a	2,05 a
koniczyna x1	7,22 a	6,36 b	5,33 a	4,91 a	5,14 a	1,80 a
koniczyna x2	7,70 a	7,01 ab	5,75 a	4,79 a	5,43 a	2,07 a
koniczyna +lucerna	7,53 a	6,88 ab	5,29 a	4,85 a	5,53 a	2,05 a
lucerna x 1	7,07 a	6,64 ab	4,82 a	3,95 b	5,35 a	2,01 a
folia biodegradowalna	6,90 a	6,31 b	5,57 a	4,67 a	5,11 a	2,08 a
lucerna x 2	7,80 a	7,04 ab	5,86 a	4,67 a	5,70 a	2,35 a
agrowłóknina	7,51 a	6,95 ab	4,59 a	4,66 a	5,32 a	2,26 a

Uzyskane wyniki porównywano metodą ANOVA i testem Tukeya. Średnie w kolumnach, oznaczone tą samą literą, nie różnią się istotnie przy $p < 0,05$.

Tabela 24. Liczebność wybranych grup mikroorganizmów w próbach glebowych pobranych we wrześniu w uprawie cukinii

Wariant	Cukinia – analiza we wrześniu					
	bakterie	promieniowce	<i>Pseudomonas</i> fluoryzujące	<i>Azotobacter</i> spp.	grzyby ogółem	<i>Pythium</i> spp.
	log ₁₀ jtk g ⁻¹					
kontrola	7,24 b	7,21 a	4,72 ab	4,61 a	5,56 c	2,24 a
koniczyna x1	7,50 ab	7,04 ab	5,19 a	4,12 ab	5,84 a	2,22 a
koniczyna x2	7,45 ab	7,28 a	5,03 ab	4,39 ab	5,72 b	2,13 a
koniczyna +lucerna	7,66 a	6,99 ab	5,04 ab	4,40 ab	5,73 b	2,25 a
lucerna x 1	7,47 ab	7,29 a	4,88 ab	4,10 ab	5,68 b	2,19 a
folia biodegradowalna	7,56 ab	7,23 a	4,73 ab	4,04 b	5,64 b	2,16 a
lucerna x 2	7,54 ab	7,19 a	4,82 ab	4,42 ab	5,73 b	2,16 a
agrowłóknina	7,74 a	6,87 b	4,32 b	3,96 b	5,67 b	2,23 a

Uzyskane wyniki porównywano metodą ANOVA i testem Tukeya. Średnie w kolumnach, oznaczone tą samą literą, nie różnią się istotnie przy $p < 0,05$.

Tabela 25. Liczebność wybranych grup mikroorganizmów w próbach glebowych pobranych w lipcu w uprawie ogórka

Wariant	Ogórek – analiza w lipcu					
	bakterie	promie- niowce	<i>Pseudomonas</i> fluoryzujące	<i>Azotobacter</i> spp.	grzyby ogółem	<i>Pythium</i> spp.
	log ₁₀ jtk g ⁻¹					
kontrola	6,83 b	6,28 a	4,35 ab	4,52 b	4,92 a	2,20 a
koniczyna x1	7,27 ab	6,23 a	4,87 a	5,00 ab	4,30 a	2,22 a
koniczyna x2	7,30 ab	6,34 a	5,07 a	5,04 ab	4,29 a	2,21 a
koniczyna +lucerna	7,38 ab	6,22 a	5,16 a	5,38 a	4,09 a	2,22 a
lucerna x 1	7,38 ab	6,33 a	5,20 a	5,24 a	3,99 a	2,07 a
folia biodegradowalna	7,11 ab	6,66 a	4,70 a	5,13 a	5,03 a	2,32 a
lucerna x 2	7,51 a	6,62 a	5,27 a	5,18 a	4,17 a	2,22 a
agrowłóknina	7,02 ab	6,46 a	3,57 b	4,88 ab	4,80 a	1,91 a

Uzyskane wyniki porównywano metodą ANOVA i testem Tukeya. Średnie w kolumnach, oznaczone tą samą literą, nie różnią się istotnie przy $p < 0,05$.

Tabela 26. Liczebność wybranych grup mikroorganizmów w próbach glebowych pobranych w sierpniu w uprawie ogórka

Wariant	Ogórek– analiza w sierpniu					
	bakterie	promie- niowce	<i>Pseudomonas</i> fluoryzujące	<i>Azotobacter</i> spp.	grzyby ogółem	<i>Pythium</i> spp.
	log ₁₀ jtk g ⁻¹					
kontrola	7,24 a	6,53 a	4,65 a	4,38 a	5,13 a	2,16 a
koniczyna x1	7,01 a	5,95 a	5,12 a	4,49 a	5,02 a	1,91 a
koniczyna x2	7,12 a	6,58 a	4,74 a	4,52 a	5,18 a	2,22 a
koniczyna +lucerna	7,11 a	6,56 a	4,52 a	4,39 a	4,92 a	1,10 a
lucerna x 1	7,10 a	6,18 a	5,52 a	4,42 a	5,18 a	1,93 a
folia biodegradowalna	7,29 a	6,54 a	4,80 a	4,86 a	5,15 a	2,17 a
lucerna x 2	7,35 a	6,19 a	5,92 a	4,30 a	5,28 a	1,97 a
agrowłóknina	7,04 a	6,70 a	4,38 a	4,90 a	5,33 a	1,99 a

Uzyskane wyniki porównywano metodą ANOVA i testem Tukeya. Średnie w kolumnach, oznaczone tą samą literą, nie różnią się istotnie przy $p < 0,05$.

Tabela 27. Liczebność wybranych grup mikroorganizmów w próbach glebowych pobranych we wrześniu w uprawie ogórka

Wariant	Ogórek – analiza we wrześniu					
	bakterie	promie- niowce	<i>Pseudomonas</i> fluoryzujące	<i>Azotobacter</i> spp.	grzyby ogółem	<i>Pythium</i> spp.
	log ₁₀ jtk g ⁻¹					
kontrola	7,51 bc	7,26 a	4,03 b	4,73 a	5,46 a	2,39 ab
koniczyna x1	7,71 ab	7,40 a	4,61 ab	4,18 bc	5,60 a	2,48 a
koniczyna x2	7,51 bc	7,16 a	4,77 ab	3,98 c	5,59 a	2,09 bc
koniczyna +lucerna	7,86 a	7,44 a	5,03 ab	4,25 bc	5,70 a	2,29 ab
lucerna x 1	7,57 abc	7,21 a	5,04 ab	3,93 c	5,45 a	1,92 c

folia biodegradowalna	7,32 c	7,20 a	4,36 ab	4,41 ab	5,45 a	1,91 c
lucerna x 2	7,72 ab	7,20 a	5,39 a	4,14 bc	5,66 a	2,31 ab
agrowłóknina	7,61 abc	7,35 a	4,27 b	4,16 bc	5,57 a	2,43 a

Uzyskane wyniki porównywano metodą ANOVA i testem Tukeya. Średnie w kolumnach, oznaczone tą samą literą, nie różnią się istotnie przy $p < 0,05$.

Aktywność enzymu dehydrogenazy w ściółkowanej glebie

Aktywność mikroorganizmów w glebie oznacza się także za pomocą pomiarów aktywności enzymu dehydrogenazy. Oznaczenie aktywności dehydrogenazy w glebie jest wskaźnikiem intensywności metabolizmu oddechowego mikroorganizmów glebowych, głównie bakterii i promieniowców. Zmiana stanu natleniania gleby istotnie modyfikuje aktywność tego enzymu. W przypadku omawianego doświadczenia najwyższą aktywność dehydrogenazy obserwowano w pierwszym terminie pomiarów – w lipcu (Tab. 28). W kolejnych terminach aktywność mikrobiologiczna gleby znacznie spadała. Zaobserwowano wzrost aktywności tego enzymu w kombinacjach z lucerną, szczególnie w uprawie cukinii oraz we wrześniu w uprawie ogórka.

Tabela 28. Aktywność enzymu dehydrogenazy w glebach pobranych w lipcu, sierpniu i we wrześniu w uprawach dyni, cukinii i ogórka

Wariant	aktywność dehydrogenazy [$\mu\text{mol TPF/g s.m.24h}$]								
	dynia			cukinia			ogórek		
	VII	VIII	IX	VII	VIII	IX	VII	VIII	IX
kontrola	0,08 a	0,04 a	0,04 a	0,11 b	0,05 b	0,04 ab	0,22 a	0,03 a	0,07 b
koniczyna x1	0,09 a	0,04 a	0,02 a	0,12 b	0,06 ab	0,03 b	0,22 a	0,07 a	0,12 ab
koniczyna x2	0,12 a	0,06 a	0,03 a	0,13 b	0,06 ab	0,04 ab	0,16 a	0,07 a	0,10 ab
konicz.+lucerna	0,07 a	0,05 a	0,04 a	0,12 b	0,09 a	0,06 ab	0,17 a	0,06 a	0,10 ab
lucerna x 1	0,08 a	0,05 a	0,03 a	0,13 b	0,05 b	0,05 ab	0,17 a	0,04 a	0,14 a
folia biodegrad.	0,10 a	0,04 a	0,02 a	0,08 b	0,05 b	0,03 b	0,11 a	0,04 a	0,08 ab
lucerna x 2	0,10 a	0,04 a	0,06 a	0,21 a	0,06 ab	0,08 ab	0,15 a	0,06 a	0,10 ab
agrowłóknina	0,10 a	0,04 a	0,03 a	0,09 b	0,03 b	0,11 a	0,10 a	0,06 a	0,07 b

Uzyskane wyniki porównywano metodą ANOVA i testem Tukeya. Średnie w kolumnach, oznaczone tą samą literą, nie różnią się istotnie przy $p < 0,05$.

Wnioski

1. Zastosowane ściółki organiczne w uprawie dyni, cukinii i ogórka miały pozytywny wpływ na rozwój pożytecznych mikroorganizmów glebowych z rodzaju *Pseudomonas* spp. i *Azotobacter* spp.
2. Najlepsze efekty podnoszące aktywność mikrobiologiczną gleb uzyskano dla kombinacji zawierających lucernę jako ściółkę, szczególnie przy dwukrotnej dawce tej ściółki.

3. Oczekuje się, że aktywność mikrobiologiczna gleby, na której zastosowano ściółki organiczne wzrośnie w kolejnych miesiącach, ponieważ procesy degradacji materiału organicznego trwają od kilku tygodni do kilkunastu miesięcy od ich wprowadzenia do gleby.
4. Ze względu na uzyskane obiecujące wyniki świadczące o podnoszeniu aktywności mikrobiologicznej gleby przez wykorzystanie ściółek organicznych w uprawach dyni, cukinii i ogórka, zasadnym jest powtórzenie doświadczenia w podobnym układzie w kolejnym roku.

9. Monitoring parametrów glebowych (wilgotność, zasolenie-EC i temperatura) za pomocą bezprzewodowych sond i systemu AGREUS

System AGREUS składa się ze stacji bazowej, aplikacji komputerowej dostępnej online oraz sond glebowych AM-100 (pomiar parametrów na głębokości 5 cm). Jest to system dedykowany dla potrzeb zdalnego monitorowania wilgotności, temperatury oraz EC (przewodności elektrycznej – konduktywności) gleby. Zasilanie solarne z podtrzymaniem akumulatorowym – zapewnia ciągłość działania sondy nawet w terenie, gdzie nie ma dostępu do zewnętrznych źródeł zasilania. Bezprzewodowa transmisja danych pomiarowych odbywa się za pośrednictwem Semtech LoRa®, Wyniki są odczytywane co 10 minut. Dane są dostępne w chmurze po zalogowaniu dla użytkownika. Stacja bazowa może obsługiwać nawet kilkanaście sond pomiarowych umieszczonych na polach.

Na polu ekologicznym z doświadczeniem nad ściółkowaniem roślin dyniowatych zamontowano 16 sond AM 100 tj. 8 w kombinacjach z dynią (sondy od 1-8) i kolejne 8 na poletkach w uprawie cukinii (sondy 9-16). Nie prowadzono monitoringu w uprawie ogórka.



Fot. 4. Stacja bazowa na polu ekologicznym wraz z panelem solarnym do zasilania, z prawej sonda AM 100 <https://www.agreus.pl/wp-content/uploads/2020/10/Sonda-glebowa-AM-100.pdf>



Fot. 5. Sonda AM 100 na polu z dynią (z lewej) i z cukinia (z prawej).

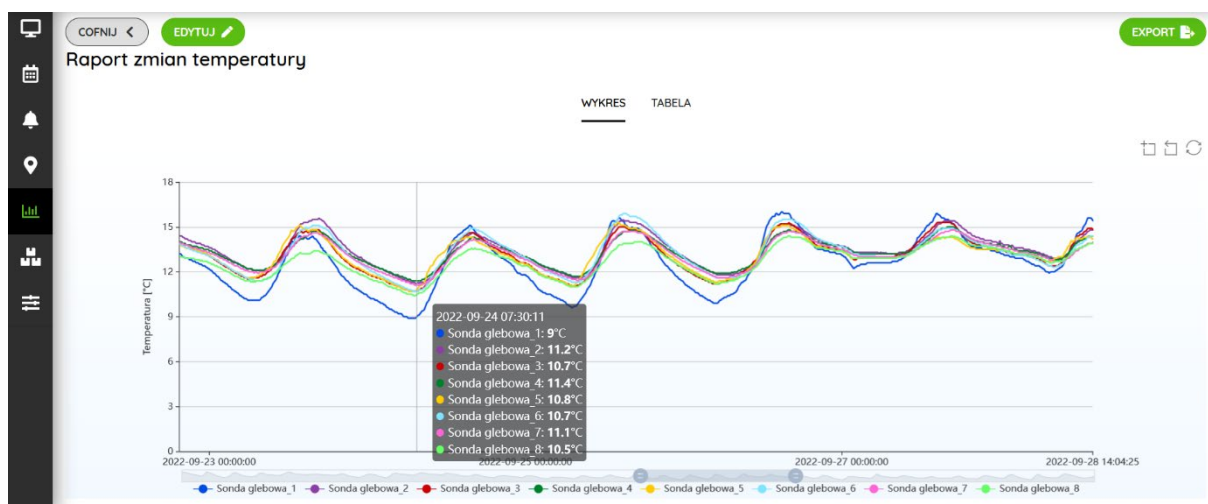
Wyniki pomiarów w doświadczeniu z dynią

Dynia - temperatura



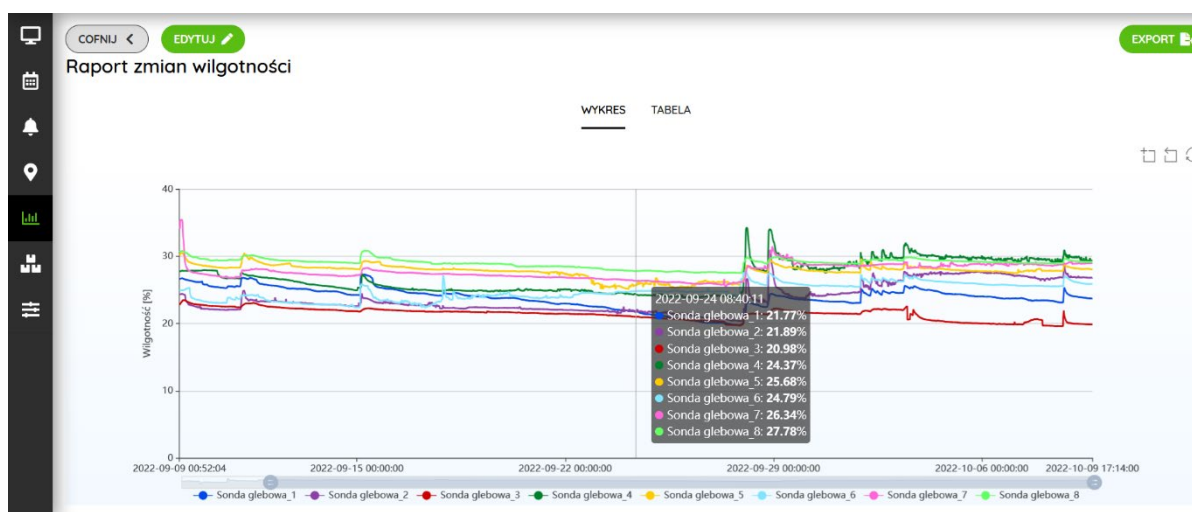
Rys. 4. Monitoring temperatury na poletkach z dynią. Linia ciemnoniebieska – kontrola bez okrywy

Pomiary temperatury na poletkach z dynią, sondy 1-8 odpowiadają kombinacji I-VIII. Na wykresach 4, 5 można zauważyć, że nocą temperatura gleby jest niższa w kombinacji I – tj. kontroli bez ściółkowania nawet o ok 2°C. Każdy rodzaj ściółki czy też okrywy (folia biodegradowalna – VI i agrowłóknina – VII) powodował utrzymanie nocą wyższej temperatury.



Rys. 5. Monitoring temperatury na poletkach z dynią. Wybrany dzień 24 września 2022r. Linia ciemnoniebieska – kontrola bez okrywy

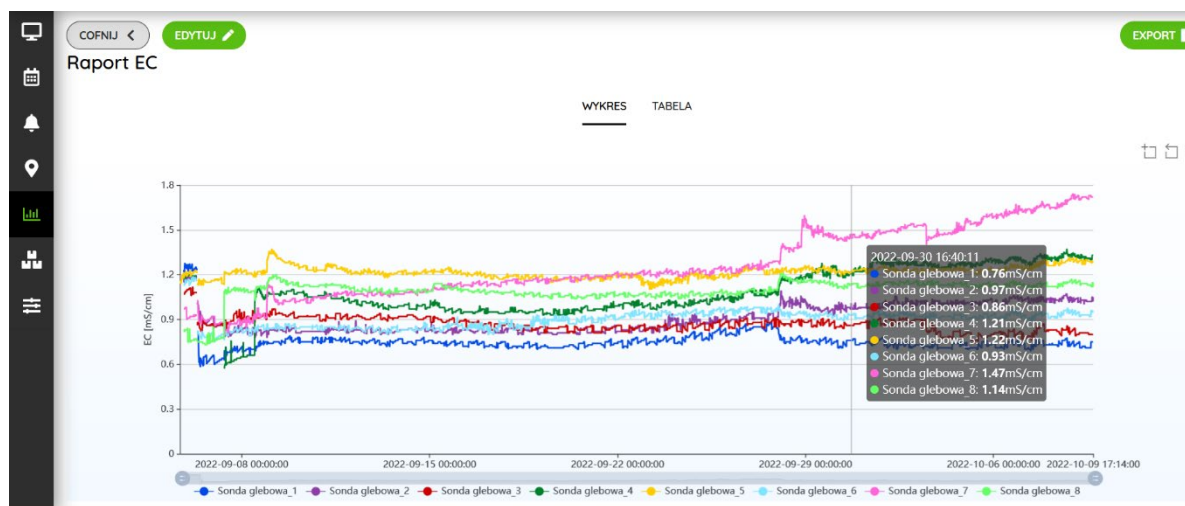
Dynia - wilgotność podłoża



Rys. 6. Monitoring wilgotności podłoża (%) na poletkach z dynią. Linia ciemnoniebieska – kontrola bez okrywy

Na wykresie 6 widoczna jest dynamika zmian wilgotności podłoża zarówno po podlaniu czy też np. po opadach deszczu.

Dynia - zasolenie podłoża



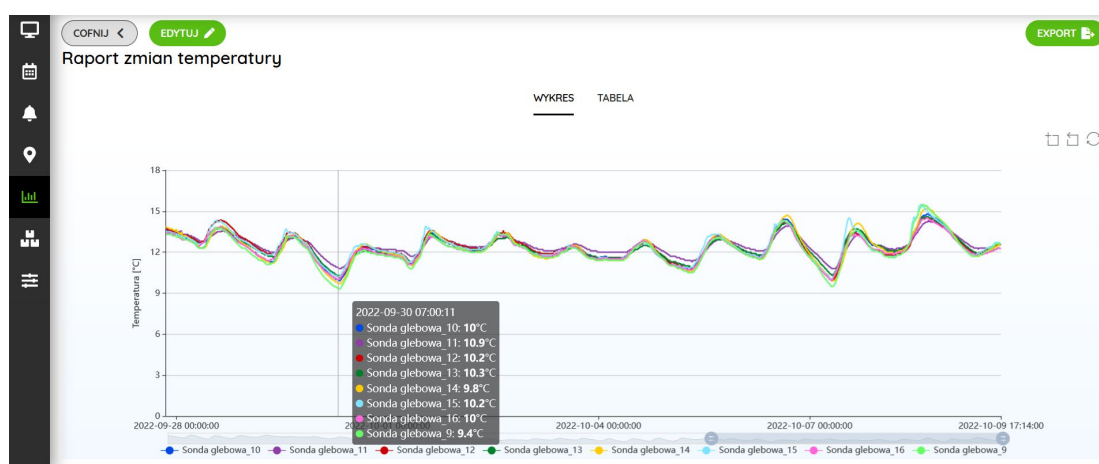
Rys. 7. Monitoring EC podłoża na poletkach z dynią. Linia ciemnoniebieska – kontrola bez okrywy

Na wykresie 7 widoczna jest dynamika zmian zasolenia EC na poletkach z uprawą dyni. Najniższe EC jest na poletkach kontrolnych – bez ściółki lub okrywy (kombinacja I – sonda 1). Najwyższe EC niemal przez cały okres uprawy utrzymywało się na kombinacji VII – lucerna 2x – sonda 7.

Wyniki pomiarów w doświadczeniu z cukinią

Sondy AM-100 systemu AGREUS umieszczono na poletkach z cukinią odpowiednio do kolejnych kombinacji. Kombinacjom od I do VIII odpowiadały sondy o numerach od 9-16.

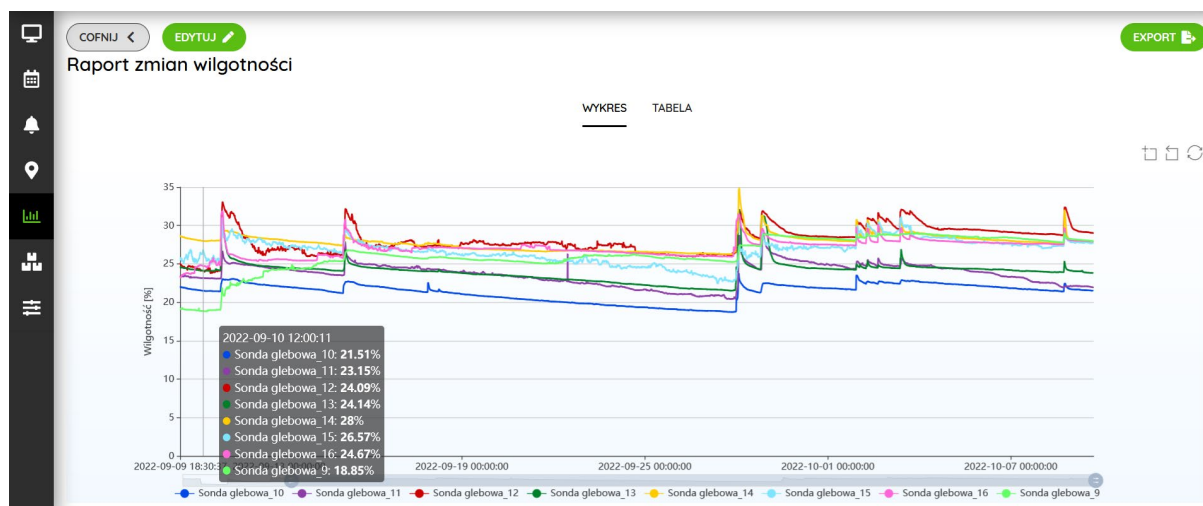
Cukinia - temperatura



Rys. 8. Wyniki pomiarów temperatury gleby w uprawie cukinii. Wyniki dla wybranego dnia 30 września 2022

Na wykresie 8 sonda nr 9 (linia jasnozielona) wskazuje wyniki dla I kombinacji tj. kontroli. W nocy widoczne jest obniżenie temperatury (od 9,4°C w kontroli do 10,9 – kombinacja III – 2x dawka koniczyny).

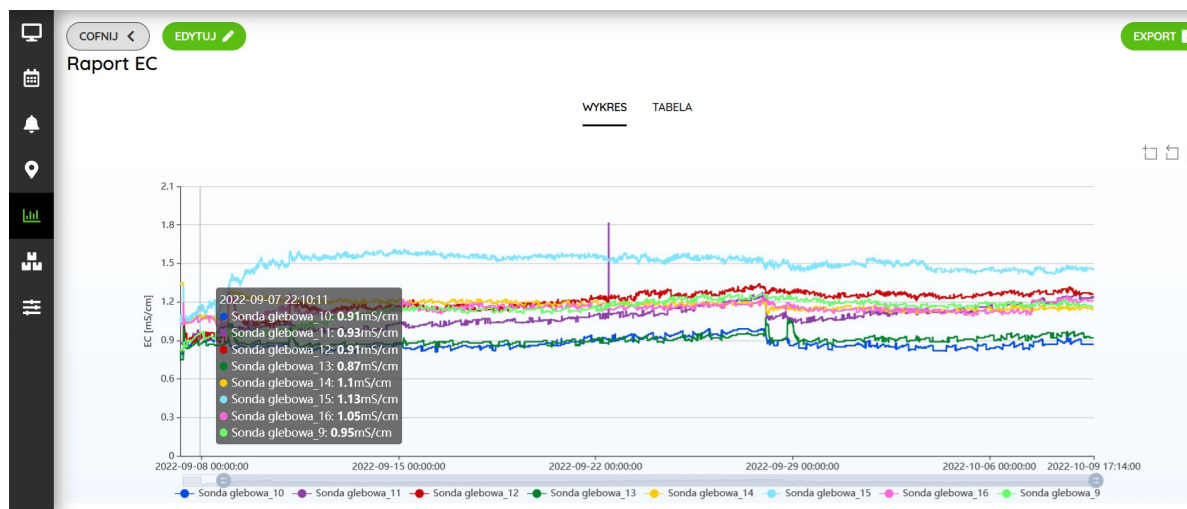
Cukinia - wilgotność podłoża



Rys. 9. Wyniki pomiarów wilgotności gleby w uprawie cukinii. Wyniki dla wybranego dnia 10 września 2022

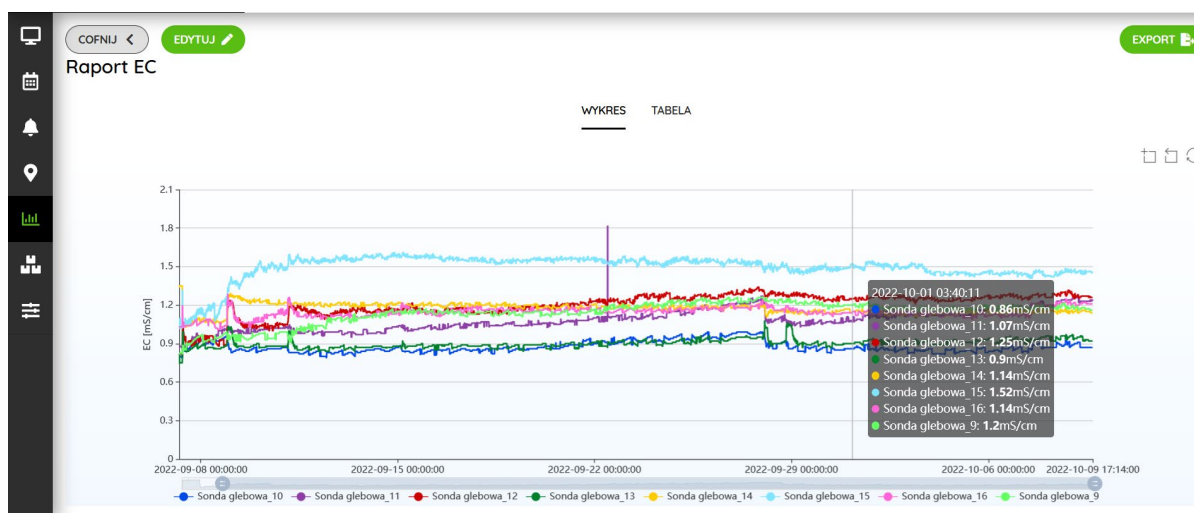
Monitoring wilgotności umożliwia podjęcie decyzji o nawadnianiu gleby. Na wykresie 9 widoczny jest wzrost wilgotności po opadach deszczu, a także zróżnicowanie wilgotności w zależności od rodzaju ściółki.

Cukinia – zasolenie podłoża



Rys. 10. Wyniki pomiarów EC (zasolenia) gleby w uprawie cukinii. Wyniki dla wybranego dnia 7 września 2022

Wykresy 10, 11 ilustrują zmiany zasolenia w uprawie cukinii pod wpływem mineralizacji materii organicznej pod różnymi ściółkami. Najwyższe zasolenie stwierdzono w kombinacji VII- lucerna 2x – sonda nr 15.



Rys. 11. Wyniki pomiarów EC (zasolenia) gleby w uprawie cukinii. Wyniki dla wybranego dnia 1 października 2022

10. Wpływ różnych ściółek i metod ich stosowania na właściwości fizyczne gleby

Przed uprawą (przed założeniem doświadczenia) po przygotowaniu pola pod uprawę roślin, pobrano próbę zbiorczą (w 4 powtórzeniach) celem określenia składu granulometrycznego oraz właściwości fizycznych gleby. W okresie wzrostu roślin, w 5-ciu terminach (czerwiec, lipiec, sierpień, wrzesień, październik) pobrano próby gleby do analiz fizycznych gleby. Z każdego wariantu doświadczalnego pobierano po 4 próby gleby – 4 powtórzenia. Glebę do oceny parametrów fizycznych pobierano za pomocą metalowych cylindrów 100 cm³, w których oznaczano poszczególne parametry (gęstość objętościową, porowatość ogólną i połowę pojemność wodną). Zawartość substancji organicznej oznaczano poprzez spoielenie na sucho w piecu muflowym w temp. 550°C. Uzyskane wyniki analizowano statystycznie za pomocą trzyczynnikowej analizy wariancji, a do porównania średnich stosowano test Duncana.

Wyniki

Gleba pod uprawę roślin (dynia, cukinia, ogórek) na podstawie oznaczeń składu granulometrycznego została zakwalifikowana do grupy granulometrycznej wg PTG jako „Piasek gliniasty” (Tab. 29). Gleba ta charakteryzowała się gęstością objętościową, porowatością oraz połową pojemnością wodną (Tab. 30) porównywalną dla większości gleb mineralnych – piaszczysto gliniastych. Gleba przeznaczona pod uprawę w prowadzonych doświadczeniach zawierała średnio 2,59 % substancji organicznej (Tab. 30). Gleby polskie nie należą jednak do szczególnie zasobnych w próchnicę, średnio zawierają około 2,2% substancji organicznej.

Tabela 29. Skład granulometryczny gleby przed założeniem doświadczenia

Nazwa próby	Skład granulometryczny			Grupa granulometryczna wg PTG
	% frakcji pyłu	% frakcji łu	% frakcji piasku	
Gleba pod uprawę	18	6	76	Piasek gliniasty

Tabela 30. Właściwości fizyczne gleby przed założeniem doświadczenia

Nazwa próby	Zawartość materii organicznej (% s.m.)	Gęstość objętościowa (g · cm ⁻³)	Porowatość ogólna (% obj.)	Polowa pojemność wodna (% obj.)
Gleba pod uprawę	2,59	1,45	43,98	41,11

W tabeli 31 przedstawiono zawartość substancji organicznej w zależności od terminu pobierania prób oraz gatunku uprawianej rośliny. Wyniki wskazują, że w przypadku dyni i cukinii w miarę upływu czasu wzrastała zawartość substancji organicznej niezależnie od stosowanego wariantu ściółkowania. Ta tendencja nie była obserwowana w przypadku uprawy ogórka. Wpływ na wzrost substancji organicznej w glebie w uprawie dyni i cukinii miała w istotnym stopniu zastosowana ściółka. Obserwowano, że w przypadku ściółkowania lucerną 2 razy, zawartość substancji organicznej w tych uprawach była znacząco wyższa niż w pozostałych kombinacjach doświadczalnych (Tab. 32, Tab. 33). W uprawie dyni, każda ściółka za wyjątkiem koniczyny zastosowanej 1 raz wpływała istotnie na zwiększenie substancji organicznej w glebie (Tab. 32). Istotnie wyższą zawartość substancji organicznej w glebie w uprawie cukinii uzyskano stosując ściółkę z lucerny, choć ściółkowanie agrowłókniną również przyczyniło się do wzrostu zawartości substancji organicznej w glebie (Tab. 32). W przypadku ogórka każda ściółka za wyjątkiem koniczyny zastosowanej 1 raz wpłynęła korzystnie na zwiększenie zawartości materii organicznej w glebie w porównaniu do kombinacji kontrolnej (Tab. 32).

Tabela 31. Zawartość materii organicznej (% s.m.) w zależności od terminu poboru prób oraz gatunku uprawianej rośliny

Termin	Roślina		
	Dynia	Cukinia	Ogórek
Czerwiec	2,188 a	2,526 bc	3,286 h
Lipiec	2,460 b	2,809 ef	3,254 h
Sierpień	2,239 a	2,632 cd	3,253 h
Wrzesień	2,415 b	2,960 fg	3,312 h
Październik	3,029 g	2,780 de	3,266 h

Tabela 32. Zawartość materii organicznej (% s.m.) w zależności od traktowania (kombinacji doświadczalnych) oraz gatunku uprawianej rośliny

Kombinacja doświadczalna	Roślina		
	Dynia	Cukinia	Ogórek
Kontrola	2,211 a	2,631 cde	2,826 efg
Koniczyna 1 raz	2,278 ab	2,571 cd	3,038 ghi
Koniczyna 2 razy	2,419 bc	2,587 cd	3,238 j
Koniczyna + lucerna	2,469 bcd	2,568 cd	3,187 j
Lucerna 1 raz	2,444 bcd	2,925 gh	3,499 j
Folia biodegradowalna	2,439 bcd	2,655 def	3,462 j
Lucerna 2 razy	2,852 fgh	3,053 hi	3,466 j
Agrowłóknina	2,575 cd	2,949 gh	3,512 j

Tabela 33. Średnia zawartość substancji organiczne w glebie po zakończeniu doświadczenia w zależności od zastosowanej ściółki

Kombinacja doświadczalna	Średnia zawartość materii organicznej (% s.m.) po uprawie (średnia z 3 gatunków roślin)	Wzrost (%) w porównaniu do zawartość materii organicznej (% s.m.) przed uprawą
Kontrola	2,549	-1,583
Koniczyna 1 raz	2,620	1,158
Koniczyna 2 razy	2,737	5,676
Koniczyna + lucerna	2,733	5,521
Lucerna 1 raz	2,940	13,514
Folia biodegradowalna	2,835	9,459
Lucerna 2 razy	3,119	20,425
Agrowłóknina	3,000	15,830

Gęstość objętościowa gleb mineralnych w Polsce waha się od 0,75 do 1,90 g · cm⁻³. Gleba, na której zakładano doświadczenia charakteryzowała się gęstością objętościową 1,45 g · cm⁻³ (Tab. 30). W trakcie uprawy gęstość wzrosła nieznacznie i w zależności od uprawianej rośliny i zastosowanej ściółki wahała się w granicach od 1,58 do 1,67 g · cm⁻³ w przypadku dyni, od 1,56 do 1,65 g · cm⁻³ w przypadku cukinii oraz od 1,50 do 1,59 g · cm⁻³ w przypadku ogórka (Tab. 35). Czas uprawy nie miał również większego wpływu na zmianę gęstości objętościowej w poszczególnych uprawach (Tab. 34).

Tabela 34. Gęstość objętościowa (g · cm⁻³) w zależności od terminu poboru prób oraz gatunku uprawianej rośliny

Termin	Roślina		
	Dynia	Cukinia	Ogórek
Czerwiec	1,684 h	1,602 de	1,499 a
Lipiec	1,641 fg	1,591 cde	1,523 a
Sierpień	1,655 gh	1,648 fg	1,588 bcde
Wrzesień	1,665 gh	1,617 ef	1,555 b
Październik	1,580 bcd	1,599 de	1,559 bc

Tabela 35. Gęstość objętościowa (g · cm⁻³) w zależności od traktowania (kombinacji doświadczalnej) oraz gatunku uprawianej rośliny

Kombinacja doświadczalna	Roślina		
	Dynia	Cukinia	Ogórek
Kontrola	1,640 ghijk	1,619 fghij	1,503 a
Koniczyna 1 raz	1,652 ijk	1,611 efghi	1,547 bc
Koniczyna 2 razy	1,644 hijk	1,560 cd	1,513 ab
Koniczyna + lucerna	1,670 k	1,650 ijk	1,566 cde
Lucerna 1 raz	1,633 ghijk	1,573 cdef	1,514 ab
Folia biodegradowalna	1,665 jk	1,639 ghijk	1,547 bc
Lucerna 2 razy	1,584 cdef	1,601 defgh	1,574 cdef
Agrowłóknina	1,675 k	1,638 ghijk	1,595 defg

Porowatość ogólna gleby jest ściśle skorelowana z gęstością objętościową i ma istotne znaczenie na zawartość powietrza i wody w glebie. Uzyskane wyniki wskazują, że znacznie niższą porowatością charakteryzowała się gleba z pod uprawy dyni i cukinii w porównaniu do gleby na której uprawiano ogórka (Tab. 37). Miało to wpływ na połowę pojemność wodną, która była znacznie wyższa w glebie z pod uprawy ogórka niż dyni i cukinii (Tab. 39). Zaobserwowano, że porowatość (Tab. 36) i połowa pojemność wodna (Tab. 38) w czasie uprawy zwiększała się w uprawie dyni, wahała się na podobnym poziomie w uprawie cukinii i znacznie spadła w uprawie ogórka.

Tabela 36. Porowatość ogólna (% obj.) w zależności od terminu poboru prób oraz gatunku uprawianej rośliny

Termin	Roślina		
	Dynia	Cukinia	Ogórek
Czerwiec	35,48 a	38,36 de	41,92 h
Lipiec	36,94 bc	38,55 def	41,02 gh
Sierpień	36,39 abc	36,61 abc	38,77 def
Wrzesień	36,08 ab	37,57 cd	39,85 fg
Październik	39,02 ef	38,33 de	39,66 ef

Tabela 37. Porowatość ogólna (% obj.) w zależności od traktowania (kombinacji doświadczalnej) oraz gatunku uprawianej rośliny

Kombinacja doświadczalna	Roślina		
	Dynia	Cukinia	Ogórek
Kontrola	37,10 ab	37,68 bc	41,95 f
Koniczyna 1 raz	36,55 ab	37,94 bc	40,21 def
Koniczyna 2 razy	36,84 ab	39,89 de	41,49 ef
Koniczyna + lucerna	35,73 a	36,43 ab	39,42 cd
Lucerna 1 raz	37,31 ab	39,38 cd	41,46 ef
Folia biodegradowalna	35,86 a	37,03 ab	40,25 def
Lucerna 2 razy	39,07 cd	38,02 bc	39,04 cd
Agrowłóknina	35,74 a	36,71 ab	38,14 bc

Tabela 38. Połowa pojemność wodna (% obj.) w zależności od terminu poboru prób oraz gatunku uprawianej rośliny

Termin	Roślina		
	Dynia	Cukinia	Ogórek
Czerwiec	33,28 a	36,39 c	40,22 g
Lipiec	34,94 b	36,98 cd	39,23 fg
Sierpień	34,93 b	34,91 b	37,18 cd
Wrzesień	34,95 b	36,21 bc	37,93 de
Październik	37,88 de	37,00 cd	38,71 ef

Tabela 39. Polowa pojemność wodna (% obj.) w zależności od traktowania (kombinacji doświadczalnej) oraz gatunku uprawianej rośliny.

Kombinacja doświadczalna	Roślina		
	Dynia	Cukinia	Ogórek
Kontrola	35,41 abcd	35,84 abcde	39,79 hj
Koniczyna 1 raz	34,85 ab	36,01 bcde	38,67 ghi
Koniczyna 2 razy	35,31 abcd	37,83 fg	39,89 hj
Koniczyna + lucerna	34,12 a	35,01 abc	38,33 fgghi
Lucerna 1 raz	35,95 acde	37,94 fg	39,95 i
Folia biodegradowalna	34,22 ab	35,71 abcde	38,14 fgh
Lucerna 2 razy	37,09 defg	36,67 cdef	37,37 efg
Agrowłóknina	34,53 ab	35,38 abcd	37,09 defg

Wnioski

1. Zastosowanie ściółki z lucerny, szczególnie 2 razy zwiększa znacznie zawartość substancji organicznej w glebie.
2. Gatunek uprawianej rośliny rodzaj ściółki oraz czas uprawy wpływa znacząco na cechy fizyczne gleby.

11. Podsumowanie wyników doświadczeń:

- Ściółkowanie biomasą organiczną bardzo dobrze chroni warzywa dyniowate przed zachwaszczeniem i jest świetną alternatywą dla powszechnie stosowanych agrowłóknin.
- Zastosowanie ściółek, w tym z biomas organicznych (koniczyna, lucerna) w uprawie warzyw dyniowatych wpływa korzystnie na wysokość i jakość plonu poprzez ograniczenie zachwaszczenia i polepszanie warunków do wzrostu i rozwoju warzyw.
- Ściółki organiczne stwarzają dogodne warunki rozwoju pożytecznym mikroorganizmom glebowym.
- Ściółkowanie, w szczególności biomasą organiczną zwiększa zawartość substancji organicznej w glebie i poprawia właściwości fizyczne gleby.
- Materia organiczna pochodząca ze ściółek z koniczyny i lucerny po mineralizacji jest źródłem łatwo dostępnych składników mineralnych dla uprawianych warzyw.
- Ściółkowanie biomasą organiczną jest godne upowszechnienia i polecenia producentom warzyw, zwłaszcza w gospodarstwach w których uprawia się rośliny bobowate.

12. Upowszechnianie wyników:

- Doświadczenia polowe do projektu: „Wpływ różnych ściółek organicznych na wzrost i plonowanie cukinii, ogórka i dyni olbrzymiej oraz na poprawę żyzności i właściwości fizycznych gleby w uprawie ekologicznej” założone na Ekologicznym Polu Doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa – PIB w Skierniewicach były prezentowane producentom i doradcom rolniczym podczas Dni Otwartych Instytutu Ogrodnictwa-PIB 22.06.2022 r.

- Założenia projektu i wstępne wyniki doświadczeń prowadzonych w projekcie były prezentowane na szkoleniach dla doradców rolniczych zorganizowanych w Instytucie Ogrodnictwa – PIB w Skierniewicach w dniu 8, 15 listopada 2022 r. przez CDR w Brwinowie.

13. Literatura:

1. Sabat T., Dobrzański A., Czerwińska-Nowak A., Smoleński T., Niedobylski M., Grochowski S., Matuszak W., Kopeć W., Knaflowski M., Andrzejewska A., Kłosińska U., Sobolewski J., Rogowska M., Godyń A., Grzegorzewska M. 2022 Ściółkowanie upraw Ogórek gruntowy Zeszyt uprawowy Plantpress ISBN 978-83-964478-2-1 Kraków: 51-56
2. Sabat T. 2020 Wpływ różnych, organicznych metod ściółkowania roślin dyniowatych na poziom zachwaszczenia, zawartość składników odżywczych w glebie oraz występowanie chorób i szkodników. Broszura informacyjna z zakresu doskonalenia ekologicznej produkcji ogrodniczej Instytut Ogrodnictwa Skierniewice
3. Kaniszewski S., Babik J., Babik I. 2012 Zastosowanie organicznych ściółek biodegradowalnych w ekologicznej uprawie warzyw gruntowych. Ogólnopolska Konferencja Naukowa Nowe środki ulepszania gleby do redukcji zanieczyszczeń i rewitalizacji ekosystemu glebowego Instytut Ogrodnictwa Skierniewice
4. Babik J., Szafirowska-Wałędzik A., Babik I., Kaniszewski S., Panasiuk E., Sabat T. 2011 Opracowanie technologii produkcji warzyw konsumpcyjnych i nasiennych metodami ekologicznymi. wyniki badań z zakresu rolnictwa ekologicznego w 2010 r. Warszawa – Falenty 2011
5. Borowy A. 2010 Zastosowanie roślin okrywowych w uprawie warzyw. Ogólnopolska Konferencja Naukowa pod patronatem MRiRW. Proekologiczna uprawa warzyw- problemy i perspektywy. Siedlce
6. Babik J., Szafirowska A., Babik I., Kaniszewski S., Kołosowski S., Panasiuk E., Sabat T. Opracowanie technologii produkcji warzyw konsumpcyjnych i nasiennych metodami ekologicznymi. Streszczenie wyników badań z zakresu rolnictwa ekologicznego realizowanych w 2008 r. MRiRW Warszawa 2009
7. Duer I., Feledyn- Szewczyk B. 2008 Przewodnik ograniczania zachwaszczenia w gospodarstwie ekologicznym. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa PIB Puławy
8. Krawczyk R. 2007 Ograniczanie zachwaszczenia w uprawach ekologicznych. Metody i środki proponowane do ochrony roślin w uprawach ekologicznych Instytut Ochrony Roślin Poznań