Małopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego z siedzibą w Karniowicach

Nawozy zielone i rośliny okrywowe w ekologicznej uprawie warzyw w tunelach foliowych

Karniowice 2024

Opracowanie:
Piotr Bucki,
Dział Technologii Produkcji Rolniczej i Doświadczalnictwa MODR

Piotr Siwek, Iwona Domagała-Świątkiewicz, Paulina Lalewicz,
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Wszystkie opisane doświadczenia zostały przeprowadzone w Warzywniczej Stacji Doświadczalnej UR w Krakowie certyfikowanej od 2012 roku przez firmę COBICO (obecnie Kiwa COBICO) Nr Producenta: PL-03-002786

Wydawca:
Małopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego
z s. w Karniowicach,
ul. Osiedlowa 9, 32-082 Karniowice,
tel. 12-285-21-13/14, www.modr.pl

Skład i opracowanie graficzne:
Dział Metodyki Doradztwa, Szkoleń i Wydawnictw
- Zespół Wydawnictw, Patrycja Augustyn-Chochorowska

ISBN
978-83-68-138-04-7

Spis treści

4 Wprowadzenie

7 Nawozy zielone

11 Rośliny okrywowe

11 Specyfika uprawy warzyw w tunelach foliowych

14 Zmianowanie i gospodarowanie składnikami pokarmowymi w ekologicznej uprawie warzyw w tunelach foliowych

20 Plonowanie i wybrane składniki roślin warzywnych uprawianych po przedplonach

24 Podsumowanie

25 Bibligorafia

Wprowadzenie

Materia organiczna składa się z różnorodnych składników, w tym ze świeżych i częściowo rozłożonych tkanek roślinnych, resztek pożniwnych i nawozów organicznych, a także z żywych i obumarłych organizmów glebowych. Zmianowanie z uwzględnieniem roślin okrywowych i nawozów zielonych służących utrzymaniu dobrej kondycji gleby i uzyskaniu plonów o wysokiej jakości biologicznej wpisuje się więc w założenia Europejskiego Zielonego Ładu oraz strategii towarzyszących, takich jak: „Od pola do stołu" oraz „Na rzecz bioróżnorodności". W ich ramach m.in. gospodarka rolnicza krajów Unii Europejskiej ma być prowadzona w sposób bardziej zrównoważony. Powyższe inicjatywy zakładają m.in.:

- zmniejszenie ilości stosowanych pestycydów oraz ryzyka z nimi związanego o 50%
- wycofanie substancji czynnych o największym ryzyku o 50%
- ograniczenie zużycia nawozów o min. 20% do 2030 r. z zachowaniem żyzności gleby,
- zmniejszenie o 50% strat składników pokarmowych,
- zwiększenie powierzchni upraw ekologicznych do 25% całkowitej powierzchni uprawnej do 2030 r.

Skonfrontowanie wyników doświadczeń naukowych z praktyką rolniczą może wydatnie przyczynić się do wprowadzenia rozwiązań mogących sprostać tym bardzo ambitnym, długofalowym celom służącym ochronie środowiska. W świetle stawianych wymogów dotyczących nawożenia należy podjąć kroki ukierunkowane na

zrównoważone odżywienie roślin oparte na racjonalnej gospodarce składnikami pokarmowymi. Będzie to gwarantem uzyskania satysfakcjonującego plonu wysokiej jakości produkowanej żywności pochodzenia roślinnego z jednoczesnym ograniczeniem negatywnego wpływu na środowisko. Kluczowe w obecnej sytuacji staje się wzbogacanie gleby w materię organiczną służącą podtrzymaniu żyzności gleby. Jedną z możliwości jest wykorzystanie nawozów zielonych i roślin okrywowych, które były uwzględniane w produkcji rolniczej i ogrodniczej jeszcze p.n.e., a powszechność ich stosowania datuje się na II poł. XIX wieku wraz z odkryciem zjawiska symbiozy pomiędzy roślinami bobowatymi i bakteriami brodawkowymi. Na przestrzeni ostatnich lat ich rola znacznie wzrosła w wyniku spadku pogłowia zwierząt gospodarskich w naszym kraju i tym samym dostępności nawozów organicznych pochodzenia zwierzęcego. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na ich popularność jest realizacja programów rolnośrodowiskowych promujących utrzymanie próchnicy glebowej. W obliczu tych zmian są one bardzo cennym źródłem materii organicznej dla gospodarstw specjalizujących się wyłącznie w produkcji roślinnej, szczególnie metodami ekologicznymi. Biorąc pod uwagę szereg korzyści wynikających ze stosowania roślin o charakterze nawozowym i poprawiających strukturę gleby, stanowią one cenne ogniwo w płodozmianie upraw polowych. Są one godne polecenia szczególnie w intensywnej uprawie warzyw gruntowych w pomieszczeniach, głównie w tunelach foliowych. Pod osłonami (z gospodarką o obiegu zamkniętym) panuje specyficzny mikroklimat, w związku z czym dobór gatunków, okres ich użytkowania, a także następstwo roślin powinny być dobrze przemyślane i rozpatrywane w wielu aspektach.

Celem broszury jest przybliżenie możliwości i zasadności wykorzystania roślin okrywowych i uprawianych na nawóz zielony w tunelach foliowych w produkcji warzyw, zwłaszcza metodami ekologicznymi. Cennym uzupełnieniem części teoretycznej jest zamieszczenie wybranych wyników badań prowadzonych w Uniwersytecie Rolniczym w Krakowie, które mogą stanowić modelowe propozycje dla rozwiązań stosowanych przez producentów.

Nawozy zielone

Nawozy zielone to rośliny, które w okresie silnego wzrostu wegetatywnego uprawia się w celu wprowadzenia ich biomasy do gleby. Materia organiczna w glebie ulega wielu procesom biochemicznym, w tym humifikacji, która prowadzi do powstania tzw. „czarnego złota ogrodników" - próchnicy. Systematyczna aplikacja nawozów zielonych i organicznych tj. obornika czy kompostu, pozwala na utrzymanie i poprawę bilansu substancji organicznej w glebie.

Wykazano, że w zależności od warunków glebowych, stosowanie obornika w dawkach 6 – 10 t/ha na rok zabezpiecza równowagę bilansu substancji organicznej w glebie, a dawka 13 t obornika/ha poprawia zasobność gleb w próchnicę. Natomiast przyoranie roślin strączkowych na powierzchni 1 ha równoważy 15 - 30 t obornika, pod względem ilości wprowadzanej biomasy (Pałosz 2009).

Trzeba jednak pamiętać, że tworzenie próchnicy jest procesem bardzo powolnym, gdyż znaczna część (do 80%) wprowadzanej substancji organicznej ulega mineralizacji, a tylko 20 - 25% przekształca się w związki próchniczne. Oprócz funkcji wzbogacania gleby w materię organiczną, stosowanie nawozów zielonych spełnia także funkcje środowiskowe, takie jak: ograniczanie erozji i pustynnienia gleb oraz zwiększenia bioróżnorodności. Gleby o wysokiej zawartości materii organicznej często mają większą liczbę mikroorganizmów, ponieważ stanowi ona dla nich pożywienie, co sprzyja ich rozwojowi. Efektem tego kompleksowego oddziaływania jest zwiększenie wielkości i poprawa jakości plonów oraz ochrona środowiska.

Ryc. 1. Funkcje materii organicznej wprowadzanej do gleby w postaci nawozów zielonych

Międzyplonem nazywamy pojedynczą roślinę lub mieszankę tworzących ją gatunków uprawianą między dwoma plonami głównymi z przeznaczeniem na przyoranie jako zielony nawóz, lub w celu pozyskania zielonej masy, siana, kiszonki bądź zielonki.

W zależności od terminu wysiewu i przyorania dzieli się je na:
- międzyplony letnie (syn. ścierniskowe, poplon letni),
- międzyplony ozime (syn. poplony ozime),
- międzyplony wiosenne (syn. przedplony),
- wsiewki poplonowe

Tabela 1. Orientacyjne terminy uprawy roślin na nawóz zielony (od siewu do przyorania)

Miesiące											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
							międzyplony letnie				
cd. międzyplony ozime								międzyplony ozime			
		przedplony									
				plon główny							
				wsiewki poplonowe							

Opracowano na podstawie (z modyfikacjami): I. Domagała-Świątkiewicz. Najważniejsze nawożenie. Wydawnictwo Działkowiec, Warszawa 2004.

- Międzyplony wiosenne, stanowią rośliny odporne na przymrozki, np. wyka, groch, koniczyna, owies i żyto. Stosuje się je przed siewem lub sadzeniem roślin na zbiór jesienią, np. dyni, brokułów do przetwórstwa, etc. Są wysiewane wczesną wiosną i przyorywane do początku czerwca;
- Międzyplony letnie, to jednoroczne rośliny z rodziny bobowatych (łubin i peluszka), kapustowatych (gorczyca, rzodkiew), a także facelia i gryka. Uprawia się je po zbiorach roślin wcześnie „schodzących z pola", takich jak np. kapusta wczesna, cebula z dymki, rzepak ozimy, wczesne ziemniaki. Są wysiewane od lipca do sierpnia i przyorywane jesienią;
- Międzyplony ozime, to rośliny zimotrwałe, m.in. koniczyna, wyka, życica i rzepik. Uprawia się je pod warzywa z późnego siewu lub rozsady, np. jak kapusta, brokuł, ogórek, dynia). Są wysiewane od sierpnia do września, a następnie przyorane w kwietniu i maju.

Tabela 2. Wykaz wybranych roślin zalecanych do uprawy na nawóz zielony

Roślina	Norma wysiewu [kg/ha]	Termin siewu/rodzaj międzyplonu	Głębokość siewu [cm]	Plon zielonej masy [dt/ha]	Okres wegetacji [dni]
Strączkowe *--stanowią istotne źródło azotu dla systemów uprawnych, ponieważ potrafią przekształcać azot atmosferyczny (N_2) w azot, dostępny dla roślin uprawianych następczo. Ich biomasa szybko się rozkłada i uwalnia składniki odżywcze do gleby.*					
Łubin żółty	160-200	do końca VII międzyplony letnie	2-6	100-150	70-80
	200-250	20 V-10 VI wsiewki poplonowe		150-200	140-160
Wyka jara	120-140	do końca VII międzyplony letnie	2-6	100-150	70-80
Wyka ozima	60-80	koniec VIII międzyplony ozime	1-5	250-350	220-240
Peluszka	180-230	do końca VII międzyplony letnie	2-6	100-150	70-80
Seradela	50-60	do 25 VII międzyplony letnie	2	100-150	70-80
	50-70	wsiewki poplonowe		60-150	150-180
Koniczyna biała	10-15	wiosną wsiewki poplonowe	1-1,5	40-70	150-360
Bobik	250-300	do 5 VII międzyplony letnie	8-10	150-200	70-80
Kapustowate *- dostarczają bogatych w składniki odżywcze substancje do gleby po rozkładzie ich biomasy. Ich korzenie przyczyniają się do spulchniania gleby i wydzielają substancje chemiczne ograniczające rozwój chorobotwórczych patogenów glebowych.*					
Gorczyca	16-20	do 15 VIII międzyplony letnie	1-3	150-200	45-55
Rzodkiew oleista	20-30	do 15 VIII międzyplony letnie	2-4	150-200	55-65
Rzepik	6-8	15-25 VIII międzyplony ozime	1-3	250-350	220-240
Inne					
Żyto	180-220	5-25 IX międzyplony ozime	3-6	250-350	220-240
Facelia	10-15	do końca VII międzyplony letnie	0,5-2	350-400	50-60
Gryka	60	do końca VII międzyplony letnie	1-3	150-200	55-65
Słonecznik pastewny	30-40	do 5 VII międzyplony letnie	2-4	150-300	65-75

CDR O/Radom. Skrócone normatywy produkcji rolnej. Radom, 2010 (z modyfikacjami)

Rośliny okrywowe

Rośliny okrywowe są przeznaczone także na nawóz zielony, ale wyróżniają się przede wszystkim dłuższym okresem wegetacji. Są to głównie rośliny wieloletnie, charakteryzujące się szybkim wzrostem w dużym zagęszczeniu oraz zdolnością do wytworzenia dużej masy wegetatywnej. Gatunki tych roślin (np. koniczyna, lucerna, rajgras, nostrzyk), posiadają rozbudowany i głęboki system korzeniowy, poprawiają strukturę gleby poprzez jej spulchnianie, co umożliwia roślinom następczym zasiedlenie głębszych warstw gleby, gdzie mogą efektywnie wykorzystywać zgromadzone tam składniki odżywcze, które wcześniej były dla nich niedostępne. Mogą być wielokrotnie koszone, a ich biomasa rozkładana w międzyrzędziach jako ściółka. Na końcu wegetacji w ostatnim roku użytkowania rośliny okrywowe trafiają do gleby poprzez rozdrobnienie i przyoranie pługiem lub wymieszanie z glebą przy pomocy glebogryzarki.

Specyfika uprawy warzyw w tunelach foliowych

Pod osłonami wysokimi przykrytymi folią mikroklimat tworzą stałe elementy: światło, temperatura, wilgotność powietrza i gleby oraz zawartość CO_2 w powietrzu. Wszystkie te czynniki decydują o tempie wzrostu, rozwoju oraz plonowaniu uprawianych roślin. Żaden z nich nie oddziałuje samodzielnie i wpływa na pozostałe czynniki.

W tunelach bez ogrzewania technicznego panuje duża zmienność mikroklimatu, wynikająca głównie z właściwości folii. Folia polietylenowa (ldPE) stosowana w praktyce ogrodniczej jest dość słabym izolatorem ciepła.

W krótkim czasie przenika przez nią około 70% promieniowania cieplnego. Znany jest efekt szybkiego wychłodzenia w tunelu w ciągu dnia, kiedy tylko zajdzie słońce. Na warunki cieplne wywiera także wpływ okres użytkowania folii. Po 2 sezonach w wyniku zabrudzenia i starzenia się folia przepuszcza 10-15% promieniowania słonecznego mniej. Powoduje to słabsze oświetlenie roślin, a także niższą temperaturę w tunelu. Przekłada się to na słabszy wzrost roślin i mniejszy plon.

Na warunki mikroklimatyczne duży wpływ mają wymiary tunelu i usytuowanie w stosunku do stron świata. Optymalne parametry wielkości tunelu są określane stosunkiem objętości do powierzchni uprawnej. Optymalne wymiary ma tunel, w którym współczynnik ten wynosi od 2,2 do 2,5. Bardziej wyrównane warunki cieplne panują w tunelach o dużej kubaturze, gdzie straty ciepła są mniejsze, a temperatury w ciągu dnia są niższe.

Utrzymanie odpowiednich warunków mikroklimatu zależy także od prawidłowej orientacji tunelu oraz jego kształtu. Obliczono, że więcej promieniowania słonecznego przenika do roślin w ciągu roku przy usytuowaniu osią w kierunku północ-południe. Wczesną wiosną i jesienią natomiast lepiej są doświetlone rośliny w tunelach ukierunkowanych ze wschodu na zachód. Za ustawieniem na kierunku najczęściej wiejących wiatrów przemawia także lepsze wietrzenie tuneli. Nie powinno się stawiać kilku tuneli blisko siebie ze względu na gorszą wymianę powietrza, obniżoną zawartość CO_2 oraz łatwiejsze rozprzestrzenianie się chorób.

W tunelach foliowych reguluje się warunki mikroklimatyczne w dwóch kierunkach: aby zmniejszyć straty ciepła w okresach chłodu i aby ograniczyć zbyt wysokie temperatury w czasie ciepłej pogody. Tunel bez ogrzewania chroni rośliny ciepłolubne przed przymrozkami tylko w niewielkim stopniu (do -2-3^{o}C). Większą zdolność zatrzymywania ciepła ma powietrze o dużym stopniu nasycenia parą wodną. Zdarzają się również noce, kiedy na zewnątrz tunelu jest cieplej o kilka stopni niż w środku. Wynika to z dość często spotykanych inwersji cieplnych, kiedy masy ciepłego powietrza zamieniają zimne powietrze przy gruncie. Przyczyną tego zjawiska może być także ciągłe oddawanie ciepła z tunelu nocą, które jest szybsze, gdy gleba jest sucha i wystąpi opad deszczu (przynoszący zwykle powiew cieplejszego powietrza). Według wyników pomiarów temperatura w ciągu dnia wzrasta na wysokości od 50 do 150 cm średnio o 4^{o}C. Minimalna temperatura natomiast jest najwyższa przy gruncie, na wysokości 15-20 cm – odwrotnie niż na zewnątrz.

Skuteczną metodą ograniczania strat ciepła jest dodatkowe pokrywanie tunelu drugą warstwą folii. Montuje się ją od środka

w odległości przynajmniej 10 cm od podstawowej. Do tego celu nadają się folie ogrodnicze (jeśli będzie prowadzony nadmuch powietrza między warstwy) lub cieńsze folie specjalnie do termoizolacji. Przy dwuwarstwowym pokryciu tunelu bez ogrzewania możemy liczyć na wzrost temperatury minimalnej średnio o 2-3°C, a w ciągu dni słonecznych często jest ona niższa niż w tunelu z jedną powłoką. Jeszcze bardziej szczelnie można izolować rośliny przed chłodem niskimi tunelami we wnętrzu wysokiego. Konstrukcja niskiego tunelu może być wykonana z drutu stalowego o grubości 3-4 mm. Przykrywa się ją cienką folią przeważnie tylko na noc, uzyskując wyższą temperaturę minimalną w pobliżu roślin o dalsze 2-3°C. Ze względu na szybkie zagrzewanie się powietrza do wartości szkodliwych dla roślin, a także utrzymywanie się bardzo wysokiej wilgotności powietrza folię trzeba na dzień zdejmować.

Nadmierne temperatury powodują więdnięcie i oparzenia tkanek u roślin. Rośliny wprawdzie kompensują to przez transpirację, ale tylko do pewnych granic. Podstawowym zabiegiem w kierunku utrzymania optymalnej temperatury jest wietrzenie, które odbywa się drzwiami wejściowymi, a w nowych konstrukcjach także wietrznikami bocznymi lub dachowymi. Tunel jest prawidłowo wietrzony, jeśli powierzchnia otworów wentylacyjnych stanowi 30% powierzchni uprawnej. Inną skuteczną metodą ograniczania nadmiernej temperatury jest pokrywanie folii roztworem preparatów do cieniowania np. mąki i gliny lub kredy i mleka. Rzadziej spotykanymi zabiegami jest rozcinanie lub perforowanie folii.

Zabiegiem poprawiającym pod wieloma względami mikroklimat w tunelu foliowym jest ściółkowanie gleby. Ze względu na małe zachwaszczenie w tunelach można wykorzystać folię bezbarwną, pod którą znacznie wzrasta temperatura. Wybór folii odblaskowej (białej lub srebrzystej) nie wpływa na wzrost temperatury, ale poprawia znacznie warunki świetlne. W przypadku folii czarnej wpływ na temperaturę gleby jest niewielki, ale chroni ona glebę przed chwastami oraz stratami wody.

Zmianowanie i gospodarowanie składnikami pokarmowymi w ekologicznej uprawie warzyw w tunelach foliowych

W tunelu foliowym kluczowe jest odpowiednie przygotowanie gleby, która podlega szybszym przemianom biogeochemicznym niż na polach. Intensywna uprawa warzyw powoduje przyspieszone wyczerpywanie gleby z substancji mineralnych i próchnicy, zaburzając jej równowagę fizykochemiczną. Monokultura prowadzona przez długi czas sprzyja nagromadzeniu się patogenów.

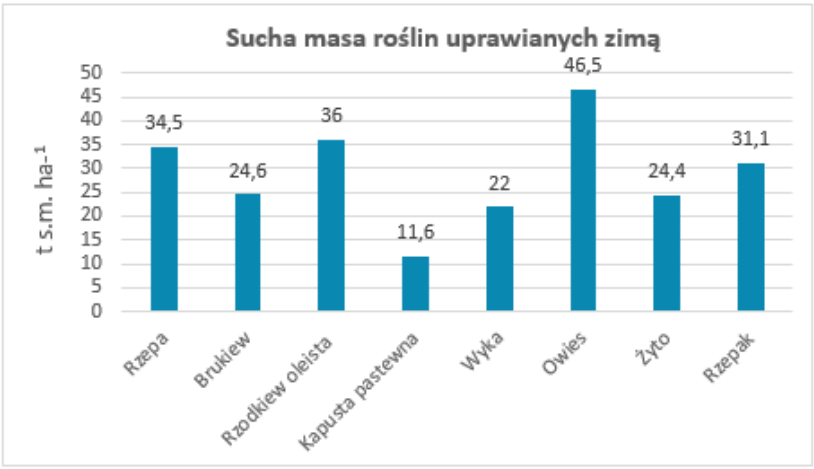
Badania prowadzone metodami ekologicznymi od 2015 r. w Warzywniczej Stacji Doświadczalnej Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie zlokalizowanej w Mydlnikach, skupiają się na próbach poprawy właściwości gleby i uzyskaniu wysokiej jakości warzyw uprawianych po nawozach zielonych i roślinach okrywowych. Poniżej przedstawiono wyniki dwóch dwuletnich cykli i ocenę wpływu nawozów zielonych w tunelu wysokim typu Farmer STN 070.

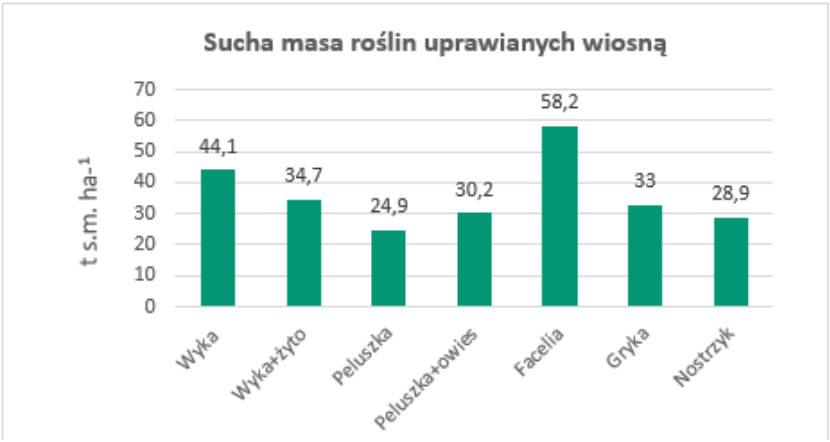
Uprawa papryki ostrej, międzyrzędzia wyściółkowano łętami bobu, fot. Piotr Siwek

Tabela 3. Terminarz prac w cyklach: 2017-2019 r. i 2020-2021 r.

Rok	Data	Czynności
2017	20.10	Siew rzepy i brukwi
2018	24.04	Koszenie i mieszanie z glebą nawozów zielonych
	24.04	Siew dyni olbrzymiej w szklarni
	25.05	Sadzenie rozsady dyni olbrzymiej w tunelu
	16.07 - 25.08 26.07	Zbiór dyni Siew sałaty rzymskiej w tunelu
	30.08	Sadzenie rozsady sałaty rzymskiej w tunelu
	3.10	Zbiór sałaty rzymskiej
	22.11	Ściółkowanie gleby słomą z sorgo
2019	25.02	Sadzenie bobu w tunelu
	9.05 19.06 24.06 18.08 - 22.10	Siew papryki ostrej Zbiór bobu Sadzenie papryki ostrej w tunelu Zbiór papryki ostrej
2020	5.03	Siew facelii i gryki
	3.06 15.04 16.06 5.10	Koszenie i mieszanie z glebą nawozów zielonych Siew porów, Sadzenie porów w tunelu Zbiór porów
2021	11.02	Siew pietruszki naciowej w szklarni
	16.03 15.06 - 16.09	Sadzenie pietruszki naciowej do tunelu Zbiór pietruszki naciowej

Biomasa roślin uprawianych zimą i wiosną w latach doświadczeń prowadzonych w kilku tunelach foliowych różniła się i zależała od wielu czynników, takich jak warunki glebowe, klimatyczne oraz techniki uprawy.

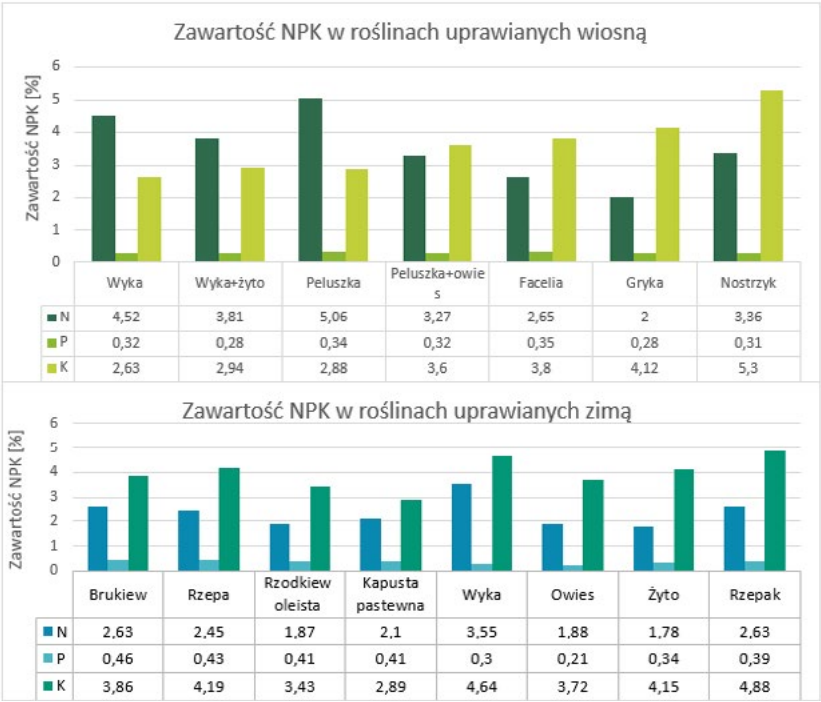




Ryc. 2 Sucha masa [t ha^{-1}], roślin uprawianych zimą oraz wiosną w wysokich tunelach.

Uzyskanie dużej ilości suchej biomasy z roślin uprawianych zimą oraz wiosną, takich jak rzepa, rzodkiew oleista, owies, facelia oraz wyka jara potwierdza ich potencjał jako wartościowych nawozów zielonych. Świadczy o tym ich zdolność do szybkiego wzrostu i wytworzenia dużej ilości masy roślinnej nawet w warunkach bardzo zmiennych temperatur i wilgotności, które panują w tunelu foliowym. Dzięki temu można wykorzystać te rośliny do poprawy zasobności gleby w makro i mikroskładniki i jako źródło organicznej materii potrzebnej do odżywienia roślin warzywnych.

Zawartość makroelementów, takich jak azot (N), fosfor (P) i potas (K), w roślinach stanowiących nawóz zielony ma kluczowe znaczenie dla wzrostu i rozwoju, a także jakości plonu roślin warzywnych.



Ryc. 3. Zawartość makroskładników [% suchej masy] w biomasie roślin okrywowych uprawianych w ekologicznych tunelach foliowych wiosną oraz zimą

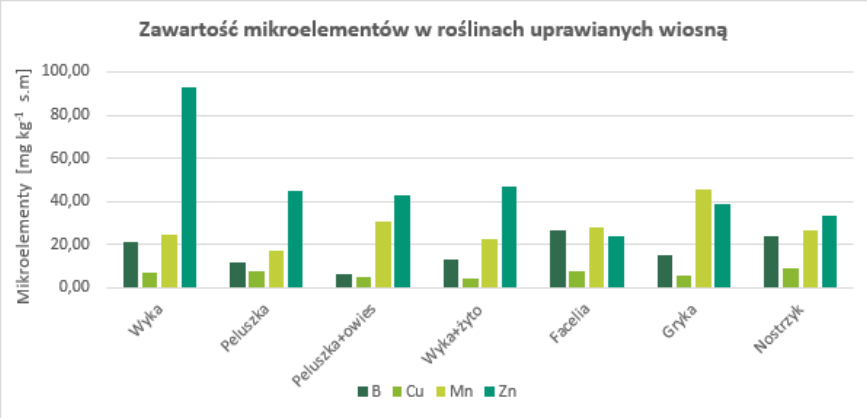
W wieloletnich doświadczeniach we wszystkich roślinach zielonych wykazano największą ilość potasu, a na drugim miejscu pod względem zawartości był azot. Ilość fosforu była wyraźnie niższa, przede wszystkich w biomasie owsa. Warto zauważyć, że makroelementy pełnią szereg kluczowych funkcji:

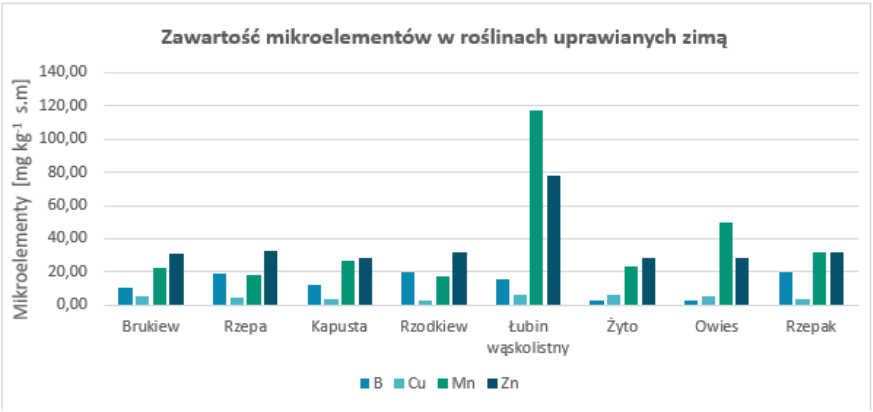
- Azot (N): zawartość od 1% do 5% suchej masy roślinnej, jest kluczowym składnikiem białek, chlorofilu i innych związków organicznych, niezbędnych do wzrostu i rozwoju roślin. Odpowiada za intensywny wzrost liści i pędów roślin. Wysoka zawartość azotu

może przyczynić się do szybkiego przyrostu biomasy, co korzystnie wpływa na strukturę gleby, retencję wody oraz redukcję erozji.

- Fosfor (P): Zawartość w roślinach okrywowych, zazwyczaj wynosi od 0,1% do 1% suchej masy roślinnej. Pierwiastek ten przyczynia się do silnego rozwoju systemu korzeniowego, lepszego wykorzystania azotu.
- Potas (K): Zawartość w roślinach okrywowych, zwykle mieści się od 0,5% do 3% suchej masy roślinnej, pełni wiele istotnych funkcji, takich jak regulacja gospodarki wodnej, aktywacja enzymów, wzmacnianie odporności roślin na stres abiotyczny (np. susze, niskie temperatury), oraz wpływa na jakość i smak plonów. Wysoka zawartość potasu może zwiększyć tolerancję roślin na niekorzystne warunki środowiskowe i poprawić ich wydajność oraz jakość.

Spośród mikroelementów, występowały w dużych ilościach mangan, cynk oraz bor. Jedynie miedź była pobierana na niższym poziomie. Zaznaczyła się wyraźna tendencja do kumulacji wszystkich tych pierwiastków w uprawie z siewu wiosennego.





Ryc. 4. Zawartość mikroelementów [mg kg^{-1} suchej masy] w biomasie roślin okrywowych uprawianych w ekologicznych tunelach foliowych

Analizowane mikroelementy odgrywają kluczową rolę w wielu procesach metabolicznych i fizjologicznych roślin, wpływając na ich funkcjonowanie oraz zdolność do przyswajania składników odżywczych.

- Cynk (Zn): Jest niezbędny do syntezy białek, regulacji wzrostu roślin oraz działania wielu enzymów. Niedobór cynku może prowadzić do zaburzeń w rozwoju roślin, dlatego jego obecność w biomasie roślin stosowanych jako nawóz zielony jest istotna dla zapewnienia optymalnego wzrostu roślin.
- Miedź (Cu): Ważna w oddychaniu komórkowym i fotosyntezie, niezbędna do produkcji chlorofilu. Właściwa ilość miedzi w roślinach wspiera ich wzrost, odporność na stres środowiskowy, np. suszę i zasolenie.
- Mangan (Mn): Istotny dla fotosyntezy, oddychania komórkowego i syntezy chlorofilu. Obecność manganu w biomasie roślin stosowanych jako nawóz zielony korzystnie wpływa na ich kondycję zdrowotną i plonowanie.
- Bor (B): Niezbędny dla prawidłowego wzrostu, regulacji procesów metabolicznych. Jego niedobór może prowadzić do zaburzeń w strukturze roślin i ograniczenia plonów. Obecność boru w biomasie roślin jako nawóz zielony jest kluczowa dla optymalnych warunków wzrostu i wydajności roślin.

Plonowanie i wybrane składniki roślin warzywnych uprawianych po przedplonach

Uprawiana po roślinach okrywowych - rzepie i brukwi dynia olbrzymia odm. Uchiki Kuri wytworzyła większy plon w obiekcie kontrolnym i na stanowisku po brukwi.(tab.4). Owoce uzyskane z roślin rosnących po rzepie zawierały natomiast więcej suchej masy i cukrów niż po brukwi.

Tab. 4. Plon [kg/roślinę] i skład chemiczny dyni odm. Uchiki Kuri, 2018 r.

Nawóz zielony	Plon [kg/roślinę]	Sucha masa [%]	Cukry ogółem [%]
Bez nawozu	6,0	23,06	5,02
Brukiew	5,96	24,23	4,43
Rzepa	4,01	25,62	4,81

Tab. 5. Zawartość suchej masy, cukrów i witaminy C sałaty rzymskiej odm. Xavira, 2018 r.

Nawóz zielony	Masa rośliny [g]	Sucha masa [%]	Cukry ogółem [%]	Witamina C [mg 100 g św. m.]
Bez nawozu	176	6,06	1,24	16,6
Brukiew	272	6,32	1,38	16,8
Rzepa	303	6,58	1,32	18,6

Korzystny wpływ na plonowanie roślin następczych po stopniowej mineralizacji biomasy zachował się w kolejnym sezonie w przypadku wczesnej uprawy bobu (tab.6). Plon nasion zarówno w pełnej dojrzałości jak i dojrzałości technicznej był istotnie większy niż w obiekcie kontrolnym.

Tab. 6. Plon nasion [kg m^{-2}] bobu odm. Witkiem Manita, 2019 r.

Nawóz zielony	W pełnej dojrzałości	W dojrzałości technicznej	Plon handlowy
Bez nawozu	0,22	0,14	0,36
Brukiew	0,35	0,18	0,53
Rzepa	0,42	0,18	0,60

Tab. 7. Plon [kg m^{-2}] papryki ostrej odm. Cyklon, 2019 r.

Odmiana	Bez nawozu	Brukiew	Rzepa
Cyklon	0,46	1,33	0,93

Tab. 8. Skład chemiczny papryki ostrej odm. Cyklon, 2019 r.

Nawóz zielony	Sucha masa [%]	Cukry ogółem [%]	Witamina C [mg 100 g ś.m.]	Aktywność antyoksydacyjna [%]	Fenole [mg g ś.m.]	Karotenoidy [mg g ś.m.]	Kapsaicyna [mg g s.m.]
Bez nawozu	16,5	6,00	60,6	79,3	2,06	0,59	9,43
Brukiew	15,4	5,88	60,1	80,9	1,90	0,56	9,66
Rzepa	15,8	6,20	59,1	86,5	1,94	0,54	9,49

W drugim cyklu, po roślinach okrywowych - facelii i gryce początkowo nie stwierdzono istotnych różnic między obiektami w uprawie pora z rozsady. Pod względem masy i średnicy części wybielonej uzyskano bardzo podobne wyniki (tab. 9). Plon całych roślin był jednak największy na stanowisku po facelii i wynosił 5,67 kg/m^2 i był większy o 17-18% niż w pozostałych obiektach. Więcej cukrów i związ-

ków fenolowych zawierały pory po przedplonie z gryki (4,6% i 0,685 mg 100 g ś.m.) (tab. 10). Przedplon z facelii wpłynął pozytywnie na aktywność antyoksydacyjną, która wyniosła 62,5%. Pory rosnące w obiekcie kontrolnym charakteryzowały się największą zawartością suchej masy (11,6%) i witaminy C (6,8 mg/100 g św. m.). Poziom tych składników był bardzo podobny w przypadku przedplonu z gryki, a niższy gdy była to facelia.

Tab. 9. Charakterystyka plonu porów odm. Lincoln, 2020 r.

Obiekt	Masa części wybiel. [kg]	Masa liści [kg]	Masa całej rośliny [kg]	Plon całych roślin [kg/m^2]	Plon części wybielonych [kg/m^2]	Dł. cz. wybielonej [cm]	Średnica [cm]
Kontrola	0,08	0,11	0,19	4,73	1,92	42,4	2,47
Facelia	0,09	0,13	0,22	5,67	2,28	51,8	2,62
Gryka	0,07	0,11	0,18	4,65	1,81	43,0	2,50

Tab. 10. Skład chemiczny porów odm. Lincoln, 2020 r.

Obiekt	Sucha masa [%]	Wit. C [mg 100 g ś.m.]	Cukry [%]	Aktywność antyoks. [%]	Związki fenolowe [mg 100 g ś.m.]
Kontrola	11,64	6,86	4,02	54,63	0,605
Facelia	9,37	6,51	3,83	62,53	0,499
Gryka	11,57	6,51	4,64	48,59	0,685

Plon całkowity liści pietruszki był największy na stanowisku po facelii i gryce i wynosił odpowiednio 7,65 i 6,88 kg z m² (tab. 11). W porównaniu do kontroli był on znacznie większy. Najwięcej witaminy C uzyskano po przedplonie z facelii (217,39 mg 100 g ś.m.), a suchej masy w kontroli (24,73%). Zarówno zawartość suchej masy jak i cukrów nie różniła się istotnie pomiędzy obiektami, gdzie zastosowano rośliny okrywowe w postaci przedplonu (tab.12).

Tab. 11. Plon pietruszki naciowej [kg/m^2] odm. Gigante d'Italia w zależności od przedplonu, 2021 r.

Przedplon	Zbiór			Plon całkowity
	15.06.	5.07.	14.09.	
Kontrola	0,770	0,221	3,990	4,98
Facelia	1,28	0,44	5,93	7,65
Gryka	1,22	0,47	5,19	6,88

Tab. 12 Skład chemiczny pietruszki naciowej, w zależności od przedplonu, zbiór 15.06.2021 r.

Obiekt	Sucha masa [%]	Wit. C [mg 100 g ś.m.]	Cukry [%]
Kontrola	24,73	190,76	4,25
Facelia	22,61	217,39	3,93
Gryka	21,25	180,43	3,81

Koszenie rzepy i brukwi. fot. Piotr Siwek

Podsumowanie

Nawozy zielone i rośliny okrywowe w końcowym efekcie tworzą próchnicę, która stopniowo poprawia jej właściwości fizyko-chemiczne. W biomasie roślin takich jak rzepa, rzepak, wyka i żyto uprawianych w okresie zimowym w tunelach foliowych akumulowało się więcej potasu niż azotu. Wiosną uprawiane rośliny, takie jak peluszka, wyka i facelia, absorbowały w dużych ilościach zarówno azot, jak i potas. Mikroelementy w biomasie występowały na podobnym poziomie. Wyjątek stanowił cynk, którego wyższą zawartość odnotowano w przypadku wyki i łubinu wąskolistnego.

Według wieloletnich wyników doświadczeń w tunelach foliowych z uprawą przedplonów, najwięcej suchej masy wniesiono do gleby z biomasą facelii. Rośliny zastosowane jako przedplon w dwóch cyklach doświadczenia wpłynęły na uzyskiwanie większych plonów warzyw, zwłaszcza w drugim roku po ich uprawie (bobu, papryki ostrej oraz pietruszki naciowej). W uprawianych warzywach nie zaobserwowano różnic w składzie chemicznym, które zależałyby od rodzaju przedplonu.

Bibliografia:

1. Bordes P. 1992. Les Plastiques en Agriculture, CPA – Revue Horticole, Paris, s. 163-265.
2. Domagała-Świątkiewicz I. 2004. Najważniejsze nawożenie, Wydawnictwo Działkowiec. Warszawa.
3. Domagała- Świątkiewicz, I., Siwek, P., Lalewicz, P. 2023. Short--term effects of brassica cover crops on soil quality indicators in organic production in high tunnels. Acta Sci. Pol. 22(6): 115-132. DOI: 10.24326/asp.hc.2023.5163
4. Kurpaska S. 2007. Szklarnie i tunele foliowe - inżynieria i procesy, PWRiL, s. 74-81.
5. Lopez J., Perez Parra J., Morales M. 2009. Plastics in Agriculture, CEPLA Almeria, s. 37-64.
6. Minkowski R. 2024. Europejski Zielony Ład i wyzwania w ochronie upraw z perspektywy Instytutu Ochrony Roślin – PIB. Szklarnie Tunele Osłony. 1, s: 88-90
7. Nowak D., Bilski Z., Kajdan-Zysnarska I.. 2019. Metody wpływające na poprawę żyzności gleb. CDR Brwinów, Oddział w Poznaniu. Poznań.
8. Pałosz, T. 2009. Rolnicze i środowiskowe znaczenie próchnicy glebowej i metodyka jej bilansu. Rocz. Ochr. Środ. 11: 329-338.
9. Papaset P., Badiola, Armengol E. 1997. Plastics in Agriculture, Horticultura, Reus, s. 88-105.
10. Siwek P., Libik A. 1996. Wpływ warunków mikroklimatu w tunelach foliowych z podwójnym przykryciem na wzrost i plonowanie papryki. II Ogólnop. Symp. „Nowe rośliny i technologie w ogrodnictwie", AR Poznań, 17-19 IX, s. 63–68.
11. Siwek P., Ciura J. 1999. Regulowanie ekstremalnych wartości niektórych czynników mikroklimatu w uprawie ogórka w tunelach foliowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 469 cz. 1, s. 127–135.
12. Siwek P., Bucki P., Domagała-Świątkiewicz I., Lalewicz P. 2023. Wpływ facelii błękitnej i gryki zwyczajnej na plonowanie i skład chemiczny porów i pietruszki naciowej w uprawie ekologicznej

w tunelu foliowym, Mat. konf. Przyjazne środowisku ogrodnictwo w życiu współczesnego człowieka, s. 149.
13. Skórnicki H. [red.]. 2010. Skrócone normatywy produkcji rolnej. CDR Brwinów, Oddział w Radomiu. Radom.
14. Stachowicz T. 2015. Uprawa poplonów w gospodarstwie ekologicznym. CDR Brwinów, Oddział w Radomiu. Radom.
15. Tesi R. 1992. Mezzi di protezione per L'ortoflorofrutticoltura ed il vivaismo, Edagricole, Bologna, s. 55-151.
16. Zimny L. 2014. Leksykon przyrodniczy polsko-angielski - Polish-English dictionary of environmental science. UP Wrocław, ss. 504.