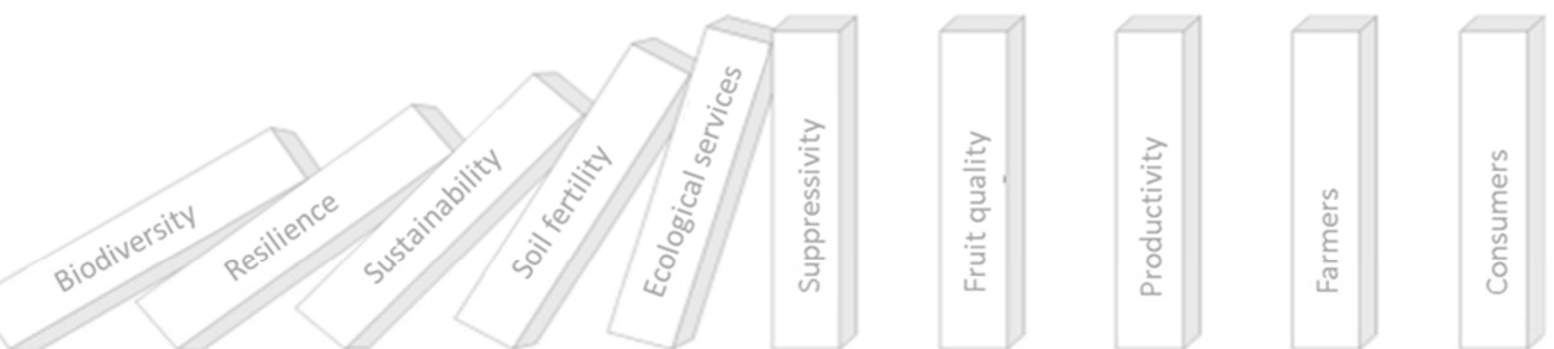




DELIVERABLE N. 2.15

DYNAMIC SOD MULCHING AND USE OF RECYCLED AMENDMENTS TO INCREASE BIODIVERSITY, RESILIENCE AND SUSTAINABILITY OF INTENSIVE ORGANIC FRUIT ORCHARDS AND VINEYARDS

Effective Options on Integrated Soil Management





TEAM/CREDITS:



Università Politecnica delle Marche
Pzza Roma 22, 60121 Ancona, Italy



Fruit Growing Institute
Ostromila 12 str. 4004, Plovdiv, Bulgaria



Laimburg Research Centre
Laimburg 6 I-39051 Vadena (BZ), Italy



Research Institute of Horticulture
(Instytut Ogrodnictwa)
Al. 3 Maja 2/3 96-100 Skierniewice, Poland



**CTIFL French technical Interprofessional Centre
for Fruits and Vegetable**
97, boulevard Pereire, 75017 Paris, France



FiBL - Research Institute of Organic Agriculture
Ackerstrasse 113, 5070 Frick, Switzerland



University Hohenheim
Schloss Hohenheim 1, 70599 Stuttgart, Germany



Na czym polegał projekt DOMINO?

Projekt DOMINO został utworzony w celu wykazania, że innowacyjne zarządzanie sadem może zwiększyć żyzność gleby, bioróżnorodność i trwałość ekonomiczną intensywnych sadów ekologicznych.

Intensywne systemy ekologicznej produkcji owoców charakteryzują się "konwencjonalizacją" metod zarządzania, które często zmniejszają różnorodność biologiczną i zależą w dużej mierze od zewnętrznych nakładów w celu utrzymania żyzności gleby i zapewnienia ochrony roślin. Istnieje zatem potrzeba wprowadzenia nowych strategii wykorzystujących wielofunkcyjne rośliny okrywowe, które mogą poprawić również rentowność sadów.

Badania przeprowadzone w ramach projektu DOMINO miały na celu poprawę długoterminowego zrównoważonego rozwoju oraz intensywnej ekologicznej produkcji owoców. Koncentrowały się one na interakcji drzew owocowych z różnymi dzikimi gatunkami, pozostałościami organicznymi i mikrobiomem, a ich celem było przełamanie paradygmatu monokultury w ekologicznej uprawie owoców i wzmocnienie usług ekosystemowych.

Poniżej przedstawiono trzy z przetestowanych w ramach projektu DOMINO innowacji służących poprawie żyzności gleby, bioróżnorodności i zrównoważonego rozwoju ekonomicznego intensywnych sadów ekologicznych:

- 1) Wykorzystanie gatunków okrywowych w rzędach drzew w celu kontroli chwastów, co również zapewnia dodatkowe usługi ekosystemowe
- 2) Wykorzystanie gatunków roślin strączkowych w międzyrzędziach i rzędach drzew w celu poprawy żyzności gleby
- 3) Stosowanie alternatywnych nawozów z wykorzystaniem regionalnych nawozów recyklingowych i międzyplonów strączkowych w celu poprawy bilansu składników odżywczych i usług ekosystemowych.

Działania były prowadzone w pięciu krajach Unii Europejskiej (Włochy, Niemcy, Polska, Francja i Bułgaria) oraz w Szwajcarii, w różnych głównych regionach produkcji owoców.



INNOWACJA 1: Porównanie różnych upraw dla zarządzania rzędami przydatnych do zwalczania chwastów

Problem zidentyfikowany

Zwalczanie chwastów w rzędzie drzew, bez stosowania herbicydów i z ograniczoną uprawą gleby. Pomimo początkowego pozytywnego efektu mechanicznego zwalczania chwastów poprzez uprawę, czyli mineralizację materii organicznej zawartej w glebie, uprawa gleby wpływa niekorzystnie na jej fizyczną, chemiczną i biologiczną urodzajność, a herbicydy, nawet te naturalne, zmniejszają jej bioróżnorodność.

Idea/koncepcja innowacji

Alternatywną strategią zagospodarowania przestrzeni między drzewami owocowymi, która również zwiększa bioróżnorodność sadów, jest trwałe pokrycie żywą ściółką. Przy wyborze określonego gatunku do żywej ściółki należy wziąć pod uwagę następujące kryteria:

- Gatunek jest dostosowany do lokalnych warunków środowiskowych i tworzy stabilną pokrywę roślinną (co wpływa na jakość w momencie założenia i trwałość),
- Gatunek jest zdolny do konkutowania z chwastami, tj. szybkiego i gęstego pokrycia, w miarę możliwości prezentuje właściwości alopacyjne, ale o małej konkurencji z uprawą główną (drzewa owocowe), tj. gatunki produkujące mało biomasy, o słabo rozwiniętej wysokości, bez korzenia palowego lub o głębokości ukorzenia do 20 - 25 cm, a nawet rośliny dywanowe,
- Gospodarowanie gatunkami jest zgodne z gospodarowaniem drzewami owocowymi,
- Gatunek powinien dostarczać pewnych usług agroekologicznych (np. poprawa jakości gleby, właściwości fitosanitarne, regulacja liczebności szkodników, dostarczanie azotu, zapylanie),
- Gatunek zapewnia dodatkowe źródło dochodu (np. zioła, warzywa, owoce jagodowe).

W ramach projektu DOMINO jako żywe ściółki przetestowano ponad 40 lokalnych dzikich i uprawnych gatunków. Gatunki były testowane głównie w czystych drzewostanach, aby ułatwić ocenę.



Od góry (od lewej do prawej) *Potentilla reptans* (pięciornik rozłogowy), *Galium album* (przytulia biała), *Alchemilla vulgaris* (przywrotnik pospolity), *Tropaeolum majus* (nasturcja większa), *Mentha x piperita* (mięta pieprzowa) i *Cucurbita pepo* (dynia).



Praktyczne informacje na temat gatunków na żywą ściółkę, uprawianych w rzędach drzew, które przyniosły pozytywne rezultaty

Gatunek	Korzyści	Pokrycie gleby	Zalecenia dotyczące wdrażania i utrzymania
Krwawnik pospolity (<i>Achillea millefolium</i>)	Gatunek lokalny	+ (++)	Niewystarczające pokrycie w pierwszym roku, ale dobre pokrycie i konkurencja dla chwastów od drugiego roku.
Przywrotnik pospolity (<i>Alchemilla vulgaris</i>)	Roślina zielarska	+++	W pierwszym roku nie był w stanie w pełni pokryć podszytu drzewa, dlatego należy przewidzieć ręczne odchwaszczanie lub większą gęstość sadzenia. Począwszy od drugiego roku, pokrywa gleby była wystarczająca, aby konkurować z chwastami a rośliny wytwarzały kwiaty i liście, które można było zbierać.
Dynia (<i>Cucurbita pepo</i>)	Roślina spożywcza, posiada właściwości fitoremediacyjne	+	Dobrze przykrywa glebę, jeśli jest sadzona wcześniej w sezonie. Jako roślina jednoroczna wymaga pewnej uprawy. Dobrze nadaje się do stosowania w fitoremediacji pozostałości pestycydów organicznych (np. DDT).
Mikrolucerna (<i>Medicago sativa</i>)	Źródło azotu	++	Dobre pokrycie wiosną przy wysiewie jesiennym.



Gatunek	Korzyści	Pokrycie gleby	Zalecenia dotyczące wdrażania i utrzymania
Poziomka (<i>Fragaria vesca</i>)	Gatunek lokalny, roślina spożywcza	+(++)	Sadzenie z lokalnie dostępnych ekotypów/odmian działa bardzo dobrze, ale także komercyjne rośliny/odmiany dobrze się przyjęły (6-8 roślin na drzewo). Ma niską konkurencyjność w stosunku do chwastów (głównie w pierwszym roku), dlatego w pierwszym roku konieczne jest odchwaszczanie. Jednak już od drugiego roku dobrze pokrywa glebę i silnie ogranicza chwasty. Preferuje gleby świeże i kwaśne, nie nadaje się na tereny gorące i suche.
Przytulia biała (<i>Galium album</i>)	Gatunek lokalny	++++	Bardzo dobre warunki wzrostu, po przesadzeniu lokalnie dostępnych odmian/ekotypów.
Mięta pieprzowa (<i>Mentha x piperita</i>)	Roślina zielarska	+++	Dobre pokrycie i zwalczanie chwastów od drugiego roku. Wysoka produkcja biomasy; późnym latem i jesienią może być konieczna kontrola wysokości przez koszenie. Może mieć pozytywny wpływ na faunę pożyteczną (wzrost liczebności drapieżnych roztoczy).
Nasturcja większa (<i>Tropaeolum majus</i>)	Zapylenie, zwalczanie szkodników	+	Dobra konkurencyjność w stosunku do chwastów od drugiego roku. Może mieć pozytywny wpływ na faunę pożyteczną (wzrost liczebności drapieżnych roztoczy). Kwiaty są jadalne. Samosiewna.
Pięciornik rozłogowy (<i>Potentilla reptans</i>)	Gatunek lokalny	++++	Bardzo dobrze sprawdza się sadzenie z lokalnie dostępnych ekotypów/odmian. Szybkie i trwałe pokrycie, z pełnym pokryciem od maja do września i akceptowalne pokrycie przez pozostałą część roku.



Gatunek	Korzyści	Pokrycie gleby	Zalecenia dotyczące wdrażania i utrzymania
			Należy unikać cięcia roślin (może to sprzyjać rozwojowi chwastów).
Nagietek (<i>Tagetes</i> sp.)	Zwalczanie szkodników	++	Rośnie z pewnymi trudnościami z powodu konkurencyjnych chwastów, dlatego wymaga dużej gęstości sadzenia. Może być łączony z innymi gatunkami (np. <i>Pulmonaria</i> sp.), które szybko pokrywają glebę, ale cechują się małym rozwojem biomasy. Działa odstraszająco na pasożytnicze nicienie.
Koniczyna biała (<i>Trifolium repens</i>)	Źródło azotu	++	Wymaga dobrej gospodarki wodnej po siewie, w celu zapewnienia wystarczającej ilości wilgoci do kiełkowania i ułatwienia rozwój. Problemem mogą być ślimaki, które żywią się koniczyną. Koniczyna biała nie jest wystarczająco konkurencyjna w fazie wzrostu, gdy jest wysiewana samodzielnie. Należy ją wysiewać z rośliną okrywową, aby uniknąć pojawienia się chwastów. Gatunek ten poprawia strukturę gleby. Dobrą alternatywą jest mikrokoniczyna. Mikrokoniczyna jest białą koniczyną, która wytwarza bardzo małe liście i tworzy na glebie dywanowe pokrycie, co zdecydowanie ogranicza występowanie chwastów.

Galium odoratum (marzanka wonna), *Hierochloë australis* (turówka leśna), *Melissa officinalis* (melisa lekarska), *Taraxacum officinale* (mniszek lekarski), *Veronica officinalis* (przetacznik leśny): nie udało się założyć.

Hieracium aurantiacum (jastrzębiec pomarańczowy), *Hieracium lactucella* (jastrzębiec gronkowy), *Hieracium pilosella* (jastrzębiec kosmaczek): wytwarzają kwiaty odwiedzane przez zapylacze. Sadzenie sadzonek (6 sztuk na drzewo) okazało się bardziej skuteczne niż siew.



Bardzo szybkie i dobre pokrycie podczas zimy i do końca czerwca, ale potem zarasta chwastami. Najlepsze pokrycie w drugim roku, ale gatunki *Hieracium* zanikają w trzecim roku (nietrwałe).

Mentha spicata (mięta zielona): Brak zadowalającego pokrycia.

Trifolium resupinatum (koniczyna skręcona): Miała wytwarzać płodne nasiona do generowania nowych siewek, ale zestarzała się i w drugim roku całkowicie zniknęła z sadu.

Viola odorata (fiołek wonny): Bardzo dobre pokrycie i zwalczanie chwastów w pierwszym roku, prawdopodobnie dzięki działaniu alopaticznemu, ale w drugim roku został zarośnięty przez chwasty.

Wnioski

- Kwiaty gatunków żywej ściółki mogą stanowić dodatkowe źródło nektaru dla zapylaczy oraz poprawiają estetykę sadów. Ponadto, niektóre żywe ściółki stanowią siedliska dla antagonistów szkodników.
- Niektóre gatunki mogą również stanowić dodatkowe źródło dochodów, na przykład gdy są wykorzystywane jako rośliny jadalne. W takim wypadku należy pamiętać, że środki ochrony roślin w przypadku głównych upraw (drzewa owocowe) muszą być dostosowane do uprawy współrzędnej, aby uniknąć pozostałości pestycydów w żywej ściółce.
- Pomimo obecności żywej ściółki, na drzewach owocowych nie zaobserwowano objawów stresu wodnego w różnych testowanych warunkach.
- Gęstość korzeni jabłoni była większa w przypadku zastosowania niektórych gatunków żywej ściółki, takich jak mięta czy przywrotnik.
- Nie stwierdzono istotnych różnic, zarówno w plonie owoców, jak i w zawartości makro- i mikroelementów w liściach drzew z dodatkową uprawą w międzyrzędziu lub bez niej.
- Proces pokrywania gleby w rzędzie drzew jest wolniejszy i bardziej niejednorodny niż na otwartym polu, ponieważ środowisko jest bardziej zacienione (zwłaszcza w starszych sadach), często również nawadniane i bardzo bogate w składniki odżywcze.
- Wyniki uzyskane w ramach projektu DOMINO podkreślają potencjał żywych ściółek w szerokim zakresie warunków uprawy. Jednak wydajność gatunków żywej ściółki jest zawsze specyficzna dla danego miejsca. Dlatego też wyzwaniem jest zidentyfikowanie gatunku, który jest wystarczająco silny, aby konkurować z chwastami w specyficznym środowisku rolnym, na które składa się gleba, warunki klimatyczne, presja ze strony chwastów oraz sposób zarządzania sadem.



Zalecenia dla sadowników

Przetestować *in situ*, czyli w miejscu docelowym (tj. w sadzie), przydatność wybranych gatunków, najpierw na małych powierzchniach.

- Żywe ściółki obecne w rzędach drzew mogą później z powodzeniem posłużyć jako źródło sadzonek dla dodatkowych obszarów sadu.
- Zaleca się sadzenie jesienią, a nie wiosną, aby zapobiec inwazji letnich traw (np. *Echinochloa crus-galli*, *Setaria* sp, *Digitaria*).
- Zastosowanie uzupełniających środków zwalczania chwastów podczas fazy zakładania żywych ściółek może w znacznym stopniu pomóc im w konkurowaniu z chwastami, a tym samym w wytworzeniu wystarczającej biomasy. Takie środki zwalczania chwastów mogą polegać na ręcznym odchwaszczaniu lub zastosowaniu noży przechwytyjących do podcinania korzenia palowego chwastów.
- Gatunki lokalne (np. ekotypy) zapewniają znaczącą przewagę w zakresie adaptacji roślin, odporności i pokrycia gleby. Niemniej jednak, w przypadku roślin kupowanych w szkółkach, naturalne występowanie tego gatunku w danym regionie nie jest wystarczającym warunkiem, aby gatunek ten zadowolająco zadomowił się w określonym środowisku (warunki pedoklimatyczne), a tym bardziej w obrębie szpaleru drzew w sadach.
- Szczególną ostrożność należy zachować w miejscach o dużej presji gryzoni, gdyż żywe ściółki mogą służyć jako kryjówki.
- Pokrywa gruntowa może stwarzać pewne ograniczenia w stosowaniu nawozów dla drzew. Jednakże, staranne zarządzanie żywą ściółką może pozwolić na zastosowanie nawozów organicznych. Ponadto przy nawożeniu należy wziąć pod uwagę zapotrzebowanie żywej ściółki na składniki odżywcze.
- Początkowe nakłady pracy przy zakładaniu żywej ściółki są niezbędne do pokrycia kosztów nasion/roślin, ręcznego, selektywnego odchwaszczania itp.



INNOWACJA 2: Zarządzanie rzędami i międzyrzędziami z użyciem międzyplonów z roślin strączkowych

Idea/koncepcja innowacji

Celem tej innowacji było zastosowanie międzyplonów z roślin strączkowych, które oprócz zwiększenia bioróżnorodności sadu będą funkcjonowały jako wewnętrzne źródło N oraz jako narzędzie zwiększające żyzność gleby.

W ramach projektu, w kilku krajach europejskich testowano różne rośliny strączkowe w międzyrzędziach i w rzędach sadów owocowych. Oceniono następujące aspekty: a) wpływ na bioróżnorodność w odniesieniu do ochrony gleby; b) wpływ bioróżnorodności na entomofaunę; c) wpływ na bilans składników odżywczych.

Ocena roślin strączkowych w międzyrzędziach i w rzędzie drzew

Gatunek	Informacje
Koniczyna biała (<i>Trifolium repens</i>)	<p>Ilość materiału siewnego: 2 g/m²</p> <p>Zakładanie: Wymaga nawadniania i pełnego światła w fazie kiełkowania. Powolny rozwój początkowy, ale jest odporna na spulchnianie gleby przez maszyny. Najlepszą techniką jest wysiewanie jej z innymi roślinami okrywowymi (n.p. Kostrzewą owczą - <i>Festuca ovina</i>), aby uniknąć konkurencji ze strony chwastów w fazie początkowej.</p> <p>Mikrokoniczyna: Koniczyna biała o bardzo małych liściach, o mniejszej biomase niż zwykła koniczyna biała, ale również stanowiąca mniejszą konkurencję o wody i składniki odżywcze, ze względu na jej niewielkie rozmiary.</p> <p>Składniki odżywcze w biomacie (przy trzech pokosach od maja do lipca): 63 kg N, 11 kg P i 83 kg K na hektar sadu dla koniczyny białej oraz 54 N, 9 kg P i 73 kg K na hektar sadu w przypadku mikrokoniczyny.</p>
Mieszanka "MULTIFLORE LD" (Mikrokoniczyna biała + <i>Medicago lupulina</i> + <i>Lotus corniculatus</i> + <i>Trifolium incarnatum</i>)	<p>Ilość materiału siewnego: 2 g/m²</p> <p>Dostarczone 5 kg N/ha</p> <p>Skład mieszanki ewoluuje po 2 latach do prawie monogatunkowego z mikrokoniczyną</p>



Gatunek	Informacje
Mieszanka z kostrzewą owczą (<i>Festuca ovina</i>) + koniczyną białą (<i>Trifolium repens</i>)	Jest to dobre rozwiązanie dla sadu, które pozytywnie się rozwijało. Najpierw rozwija się trawa, a później rośliny strączkowe, jak to zwykle bywa na łąkach. Koszenie w połowie czerwca może zapewnić organiczną ściółkę i trochę składników odżywczych dla drzew.

Koniczyna kaukaska (*Trifolium ambiguum*) i rutwica wschodnia (*Galega orientalis*) okazały się niezbyt dobrze przystosowane do suchych warunków i nie rozwijały się prawidłowo w sadzie, nawet gdy wysiewano je w mieszankach z kostrzewą owczą (*Festuca ovina*).

Zalecenia dla sadowników

- Efektywność gatunków strączkowych stosowanych w międzyrzędziach i rzędach w celu dostarczenia zielonego nawozu jest silnie związana z odpowiednim wysiewem i prawidłowym kiełkowaniem nasion. Kluczowe czynniki to: a) prawidłowy termin siewu, b) dostosowany siewnik, c) minimalizacja naruszenia gleby po siewie do czasu pełnego zakorzenienia się rośliny okrywowej, d) wystarczająca ilość wody i światła do kiełkowania nasion, e) wysiewanie gatunków strączkowych z dużą gęstością nasion lub jako mieszanki z szybko rosnącymi roślinami okrywowymi w celu uniknięcia inwazji chwastów.
- W międzyrzędziach uprawa wieloletnich roślin strączkowych jest lepszym rozwiązaniem niż uprawa jednoroczna. Zmniejsza to nakład pracy i ryzyko wystąpienia problemów z założeniem uprawy. Alternatywnie, rośliny strączkowe mogą być wysiewane w rzędzie drzew, co minimalizuje uszkodzenia (np. zgniatanie roślin) powodowane przez maszyny sadownicze.
- Po wyprodukowaniu wystarczającej ilości biomasy, rośliny strączkowe muszą zostać włączone do gleby, najpóźniej w lipcu (w zależności od miejsca), w przeciwnym razie azot zostanie zmineralizowany zbyt późno, aby zaspokoić potrzeby drzew.



Przygotowanie podłoża pod siew (po lewej), duża presja chwastów w międzyrzędziach po siewie koniczyny białej w siewie czystym (po środku), skuteczne zwalczanie chwastów oraz gęsta, jednolita pokrywą glebową dzięki mikrokoniczyźnie wysiewanej jako mieszanka z kostrzewą owczą (po prawej).

INNOWACJA 3: Nowe strategie nawożenia

Zidentyfikowany problem

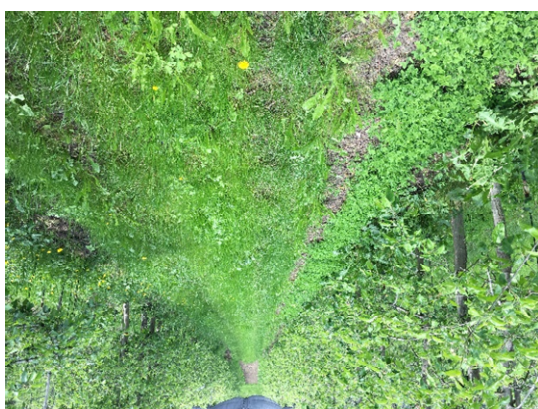
Nawożenie ekologicznych sadów owocowych opiera się zazwyczaj w dużym stopniu na zewnętrznych nawozach komercyjnych dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym. W Europie nawozy te pochodzą głównie z konwencjonalnej hodowli zwierząt (np. żwirek rogowy lub wysuszony i granulowany obornik bydłocy lub drobiowy) lub z konwencjonalnych pozostałości żywności (np. wywar z produkcji cukru lub drożdży). Takie nawozy są obecnie uważane za kontrowersyjne środki produkcji w rolnictwie ekologicznym, ponieważ powodują one przepływ składników odżywczych z konwencjonalnych do ekologicznych systemów rolniczych. Ponadto nawozy pochodzenia zwierzęcego są przedmiotem ogólnej dyskusji, ponieważ produkcja wegańska zyskuje na znaczeniu.

Idea/koncepcja innowacji

Celem było przetestowanie różnych alternatywnych nawozów (składniki odżywcze z recyklingu, materiały na bazie trawy z koniczyny, inne niekontrowersyjne środki oraz międzyplony z roślin strączkowych) stosowanych w rzędzie drzew pod kątem ich przydatności w ekologicznej produkcji owoców. Nawozy zostały przetestowane w badaniach laboratoryjnych, w doświadczeniach wazonowych i w sadach jabłoniowych. Doświadczenia te miały również na celu określenie dynamiki mineralizacji alternatywnych nawozów i ich wpływu na wzrost jabłoni i zawartość składników pokarmowych w liściach, ponieważ na ogół dostępność składników pokarmowych (głównie N) w nawozach organicznych nie współgra w pełni z czasowym zapotrzebowaniem drzew.



Nawożenie kiszonką (po lewej) i grochem ozimym (po prawej) przed ściółkowaniem w kwietniu.



Groch wysiewany w rzędzie drzew (zdjęcia wykonane w maju). Groch został wysiany pod koniec marca i włączony do gleby w lipcu, około 10 tygodni po wysianiu.

Ocena nawozów alternatywnych

Badany nawóz	Typ	Charakterystyka i zalecenia
Poferment (odpady pofermentacyjne)	płynny	<u>Badania laboratoryjne:</u> Szybka mineralizacja (wysoka zawartość azotu mineralnego – Nmin - uwalnianego w ciągu 7 dni i do 60 dni), duża ilość Nmin uwalniana w krótkim czasie <u>Eksperyment wazonowy:</u> Szybka mineralizacja i duży wzrost Nmin w glebie po dwóch tygodniach



Badany nawóz	Typ	Charakterystyka i zalecenia
		<p><u>Próba polowa:</u> Sposób mineralizacji tego nawozu sprawia, że jego aplikacja wczesną wiosną dobrze odpowiada potrzebom jabłoni w tym czasie. Dodatkowo nawóz ten pozytywnie wpływa na różnorodność glebowych populacji bakterii i nicieni.</p> <p>Składniki pokarmowe: Zawartość składników odżywczych może się różnić w zależności od źródła/pochodzenia i metody przetwarzania</p> <p>Koszt: Niskie koszty, ale możliwe do zastosowania tylko w ograniczonej odległości od miejsca fermentacji biogazu ze względu na koszty transportu</p> <p>Zastosowanie: Łatwe</p> <p>Uwaga: Należy wykluczyć potencjalne ryzyko związane z zawartością zanieczyszczeń (np. poprzez badanie zawartości metali ciężkich i patogenów, jeśli Global GAP lub inne standardy są wymagane przez kupującego, nawet jeśli nawóz jest dopuszczony do stosowania w rolnictwie ekologicznym)</p>
Pellet z koniczyny	stały	<p><u>Badania laboratoryjne:</u> brak istotnych zmian w N_{min}</p> <p><u>Eksperyment wazonowy:</u> bardzo niewielkie uwalnianie N w ciągu 8 tygodni od zastosowania, znaczny wzrost N_{min} po 10 tygodniach</p> <p><u>Próba polowa:</u> Niska dostępność N</p> <p>Składniki odżywcze: Bogaty w P, K, trochę Mg</p> <p>Koszt: Drogi</p> <p>Zastosowanie: Taka sama technika stosowania jak w przypadku nawozów granulowanych</p> <p>Kompatybilny z weganami</p>
Kompost	stały	<p><u>Badania laboratoryjne:</u> niewielkie uwalnianie N_{min}</p> <p><u>Próba polowa:</u> niska dostępność N w roku zastosowania</p> <p>Składniki pokarmowe: Wysoki wkład P, K, Mg, Ca jako dodatkowych składników odżywczych</p> <p>Koszty: Niski koszt, ale możliwy do zastosowania tylko w ograniczonej odległości od kompostowni z uwagi na koszty transportu</p> <p>Zastosowanie: Łatwe</p> <p>Uwaga: Należy wykluczyć potencjalne ryzyko związane z zawartością zanieczyszczeń (np. plastik, metale ciężkie, nasiona chwastów).</p>



Badany nawóz	Typ	Charakterystyka i zalecenia
Nasiona roślin strączkowych/ biomasa z roślin strączkowych	stały	<p>Kompatybilny z weganami</p> <p><u>Badania laboratoryjne:</u> większość N_{min} uwolniona po 60 dniach, nieznacznie obniża pH (- 0,2)</p> <p><u>Eksperyment wazonowy:</u> pierwsze uwolnienie N po pięciu tygodniach</p> <p><u>Próba polowa:</u> Roślina strączkowa jest wysiewana w dużym zagęszczeniu w rzędzie drzew a wytworzona biomasa jest wprowadzana do gleby.</p> <p>Siew gęstość wysiewu: 250 g/m².</p> <p>Termin siewu: zima lub wiosna; siew zimowy pozwala na wcześniejszą uprawę roślin (jest to związane z wiekiem lub rozwojem rośliny strączkowej) oraz na dłuższy okres mineralizacji biomasy.</p> <p>Składniki pokarmowe: można dostarczyć ok. 20 kg N/ha, bogate w P</p> <p>Koszt: Raczej drogi</p> <p>Uwaga: Silna zależność od lokalnych warunków pogodowych (termin siewu, przetrwanie zimy, inkorporacja do gleby). Istnieje ryzyko niepowodzenia. Trudności z zaopatrzeniem w nasiona (w szczególności w przypadku odmian ozimych).</p> <p>Kompatybilny z weganami</p>
Kiszonka (z koniczyny)	stały	<p><u>Badania laboratoryjne:</u> Wiąże N i uwalnia tylko w niewielkiej ilości po ponad miesiącu, nieznacznie zwiększa pH (+ 0,2)</p> <p><u>Próba polowa:</u> Silne opóźnienie dostępności N - jesienią zamiast wiosną. Zaleca się stosowanie raczej jesienią niż wiosną</p> <p>Składniki odżywcze: podobne do granulatu, bogate w K, P, trochę Mg</p> <p>Koszt: Niski. Kiszonka może być produkowana w gospodarstwie, jeśli jest pozyskiwana we współpracy z innymi gospodarstwami.</p> <p>Zastosowanie: Trudne, w gospodarstwach sadowniczych często nie ma odpowiednich maszyn.</p> <p>Kompatybilny z weganami</p>
Vinassa	płynny	<p><u>Badania laboratoryjne:</u> Szybka mineralizacja (ale wolniejsza niż w przypadku pofermentu, stopniowy wzrost N_{min} z maksimum po 60 dniach), nieznacznie obniża pH (- 0,2)</p>



Badany nawóz	Typ	Charakterystyka i zalecenia
		<p><u>Eksperyment wazonowy</u>: Szybka mineralizacja i duży wzrost N_{min} po dwóch tygodniach</p> <p><u>Próba polowa</u>: Sposób mineralizacji sprawia, że nawóz ten jest dobrze dostosowany do potrzeb pokarmowych jabłoni, podczas stosowania wczesną wiosną.</p> <p>Pozytywnie wpływa na różnorodność glebowych populacji bakterii i nicieni.</p> <p>Składniki pokarmowe: Bogaty w K, Na</p> <p>Koszt: Niski</p> <p>Zastosowanie: Łatwe</p> <p>Kompatybilny z weganami</p>

Badania laboratoryjne: dodanie nawozu do małych pojemników z glebą i inkubacja przez 60 dni

Eksperyment wazonowy: eksperyment z jednorocznymi jabłoniami uprawianych w donicach, nawożenie 3 tygodnie przed kwitnieniem (2/3) i tuż po kwitnieniu (1/3).

Próba polowa: próba w założonym sadzie jabłoniowym.

Zalecenia dla sadowników

- Regularne analizy gleby wraz z obliczeniami budżetu składników pokarmowych są kluczowymi narzędziami do opracowania strategii nawożenia, która w sposób zrównoważony i długofalowy łagodzi brak równowagi składników odżywczych.
- Aby w pełni ocenić zgodność strategii nawożenia z podstawowymi zasadami ekologicznymi, potrzebna jest rozszerzona ocena zrównoważonego rozwoju, np. poprzez środowiskową ocenę cyklu życia (ang. life cycle assessment, LCA) lub analizę RISE (Response-Inducing Sustainability Evaluation).
- Nawozy alternatywne powinny być stosowane naprzemiennie na tym samym polu w cyklu rocznym lub w ciągu jednego lub kilku okresów wegetacyjnych.
- Masa pofermentacyjna z biogazu (nie oddzielona i najlepiej z materiałów roślinnych), jak również nawozy na bazie koniczyny, takie jak kiszonka i granat z koniczyny, wykazują najlepsze dopasowanie w zakresie stosunku N:K w przypadku drzew owocowych. Te nawozy pomagają zmniejszyć deficyt K przy stosunkowo niskiej podaży P, minimalizując ryzyko akumulacji P. W przypadku wysokiego poziomu dostępnego P w glebie, żywe ściółki oparte na gęstym siewie roślin strączkowych, jak również kompost i obornik są mniej odpowiednie ze względu na ich wysokie dawki P, kiedy dawka nawożenia jest obliczana na podstawie zapotrzebowania jabłoni na N.
- Nawozy na bazie keratyny, takie jak grys rogowy, są jedynymi nawozami azotowymi, które dostarczają naprawdę niewielkich ilości P i K.

**Literatura:**

Buchleither, S. (2016). Leguminosendichtsatz im Baumstreifen als alternative Stickstoff-Düngungsstrategie im Ökologischen Kernobstanbau. *Ökoobstbau*, 4, 4-8.

Buchleither, S., Mayr, U., Brandt, M. (2014). Legumes dense sowing with peas as an alternative method for nitrogen fertilization in organic fruit growing. *Proceeding of the 16th Ecofruit Conference*, Hohenheim.

Mia, M.J., Furmanczyk, E.M., Golian, J., Kwiatkowska, J., Malusá, E., Neri, D. (2021) Living Mulch with Selected Herbs for Soil Management in Organic Apple Orchards. *Horticulturae*, 7, 59. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7030059>

Möller, K., Schultheiß, U. 2014. Organische Handelsdüngemittel im ökologischen Landbau. Kuratorium für Technik und Bauen in der Landwirtschaft (KTBL), Darmstadt, Germany, p. 392

Neri, D., Polverigiani, S., Zucchini, M., Giorgi, V., Marchionni, F., Mia, M.J. (2021) Strawberry Living Mulch in an Organic Vineyard. *Agronomy* 11, 1643. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081643>