



# **Instrukcja przeprowadzenia procesu oczyszczania komunalnych osadów ściekowych i pofermentów z biogazowni rolniczych metodą fitosanityzacji**

**Projekt**

**GOSPOSTRATEG – III/0061/2020**

**pt. „Wprowadzenie innowacyjnej, taniej i przyjaznej środowisku metody  
higienizacji odpadów organicznych umożliwiającej ich wykorzystanie  
w nawożeniu”**

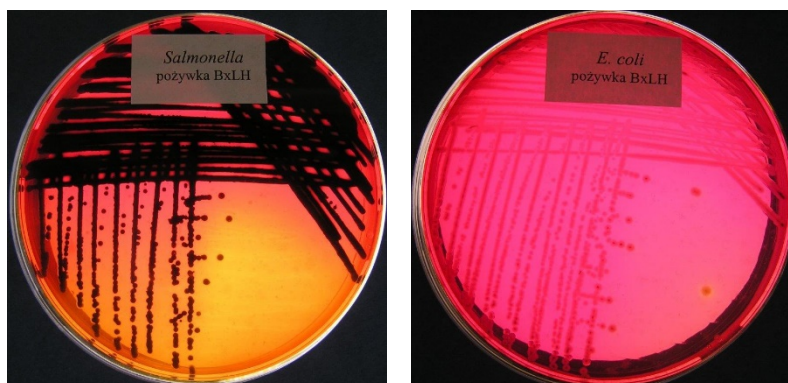
Projekt finansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju



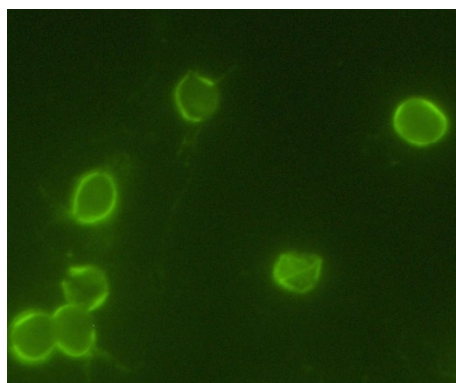
## Instrukcja przeprowadzenia procesu oczyszczania komunalnych osadów ściekowych i pofermentów z biogazowni rolniczych metodą fitosanityzacji

### I. Wybór roślin i czasu sanityzacji

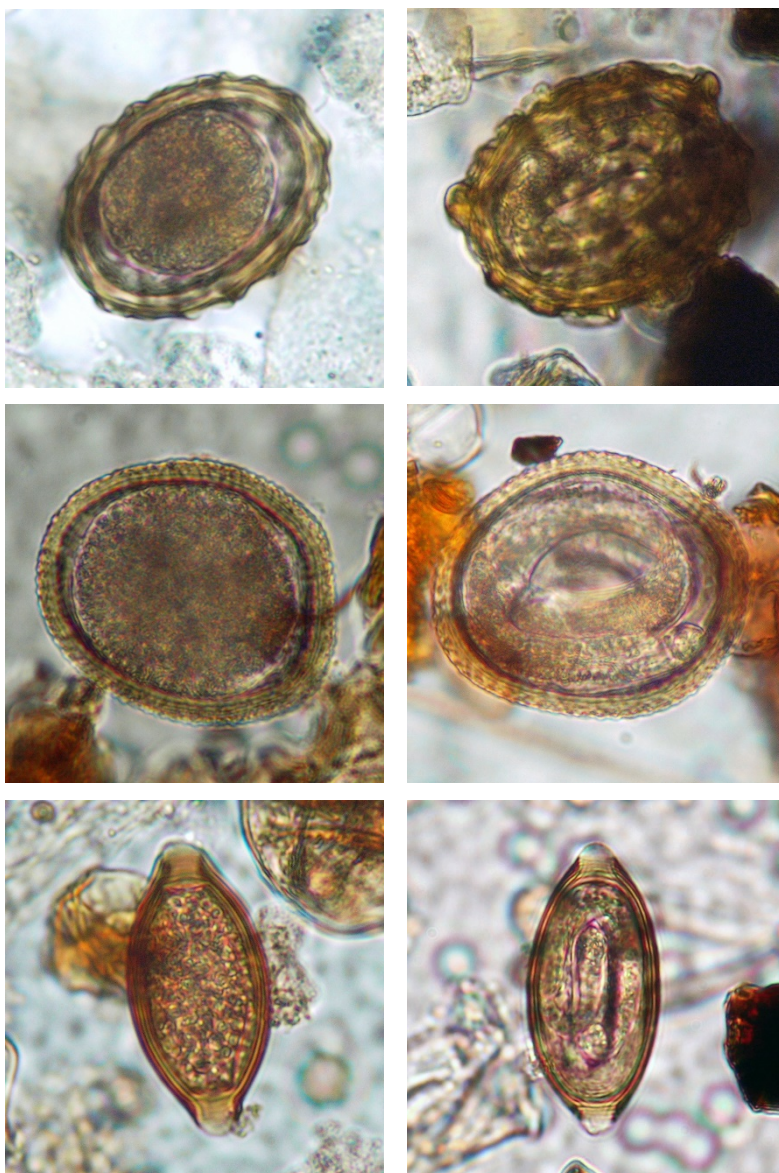
Zasadniczym celem opisanego sposobu przetwarzania komunalnych osadów ściekowych i pofermentów z biogazowni rolniczych jest usunięcie z nich patogenów, w tym patogenów wskaźnikowych dla tej grupy surowców - bakterii z rodzaju *Salmonella*, pałeczek okrężnicy *Escherichia coli* (Ryc. 1a) oraz żywych jaj nicieni jelitowych z rodzajów *Ascaris*, *Toxocara* i *Trichuris* (ATT) (Ryc. 1b). Dodatkowym efektem jest możliwość usunięcia groźnych dla zdrowia ludzi i zwierząt oocyst pierwotniaków z rodzaju *Cryptosporidium* (Ryc. 1c), często spotykanych w osadach ściekowych i pofermentach. Po przeprowadzeniu sanityzacji, przetworzone osady i pofermenty zyskują możliwość zastosowania ich w celach nawozowych.



Ryc. 1a. Obraz płytek z posiewem bakterii na podłoże BxLH – z lewej *Salmonella* sp., z prawej *E. coli*



Ryc. 1c. Zdjęcie mikroskopowe oocyst *Cryptosporidium* sp. (obraz w mikroskopie fluorescencyjnym)



Ryc. 1b. Zdjęcia mikroskopowe jaj nicieni z rodzaju *Ascaris* (górny rząd), *Toxocara* (środkowy rząd) i *Trichuris* (dolny rząd). Po prawej stronie jaja z rozwijającą się wewnątrz larwą.

Zaproponowana fitosanityzacja polega na wysianiu na podłoże zawierające osad ściekowy lub poferment roślin, które z jednej strony mogą być później wykorzystywane jako tzw. nawóz zielony, a jednocześnie w trakcie wzrostu wykazują w swojej strefie korzeniowej działanie bójcze wobec nicieni glebowych i bakterii z rodzaju *Salmonella* oraz pałeczek okrężnicy. Proces ten, poprzez odpowiednie dobranie gatunków roślin, znacznie przyspiesza naturalne zamieranie patogenów w podłożu/glebie, w której np. jaja pasożytów mogą przeżywać nawet do 10 lat. Należy bowiem pamiętać, że zgodnie z obowiązującymi przepisami (m.in. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1069/2009 z dnia 21 października 2009 r. określające przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi i uchylające rozporządzenie (WE) nr 1774/2002 (rozporządzenie o produktach ubocznych pochodzenia zwierzęcego); Rozporządzenie Komisji (UE) Nr 142/2011 z dnia 25 lutego 2011 r. w sprawie wykonania rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1069/2009 określającego przepisy sanitarne

dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi, oraz w sprawie wykonania dyrektywy Rady 97/78/WE w odniesieniu do niektórych próbek i przedmiotów zwolnionych z kontroli weterynaryjnych na granicach w myśl tej dyrektywy; Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1009 z dnia 5 czerwca 2019 r. ustanawiające przepisy dotyczące udostępniania na rynku produktów nawozowych UE, zmieniające rozporządzenia (WE) nr 1069/2009 i (WE) nr 1107/2009 oraz uchylające rozporządzenie (WE) nr 2003/2003; Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu (Dz. U. z 2024 r. poz. 105); Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 9 sierpnia 2024 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu (Dz. U. z 2024 r. Poz. 1261); Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2015 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz. U. 2015 r. poz. 257 z późn. zm.). nawozy organiczne, w tym przeznaczone do wykorzystania nawozowego przetworzone osady z oczyszczalni ścieków komunalnych oraz pofermenty z biogazowni rolniczych nie mogą w swoim składzie zawierać żywych jaj pasożytów z rodzajów *Ascaris*, *Toxocara* i *Trichuris* oraz bakterii z rodzaju *Salmonella*, a zawartość bakterii *Escherichia coli* nie może przekraczać 1000 jtk/g. Rozważane jest również wprowadzenie jako kryterium stanu higienicznego nawozów organicznych wymogu braku obecności żywych oocyst kokcydiów z rodzaju *Cryptosporidium*. Stąd w proponowanym sposobie przetwarzania wzięto pod uwagę również ten patogen, jakkolwiek obecnie parametr ten zgodnie z cytowanymi przepisami nie musi być traktowany jako bezwzględny wymóg.

Spośród wielu roślin wykazujących zakładane właściwości, jako najlepiej przystosowane do wzrostu na podłożach złożonych głównie z osadów i pofermentów wskazano rzodkiew oleistą *Raphanus sativus*, gorczycę białą *Sinapis alba*, aksamitkę rozpierzchlą *Tagetes patula* i grykę zwyczajną *Fagopyrum esculentum*.

Wszystkie te rośliny wykazują pozytywne działanie sanityzujące glebę zarówno wobec bakterii z rodzaju *Salmonella*, pałeczek *E. coli* jak i pasożytów. Uzyskiwany efekt sanityzacji nie jest jednak jednakowy i zależy zarówno od patogenu, gatunku rośliny jak i rodzaju podłoża, a ponadto jego skuteczność wzrasta wraz z wydłużeniem czasu sanityzacji.

Zestawienie uzyskiwanego efektu sanityzującego w stosunku do podłoża uzyskanego z pofermentu jak i osadu ściekowego przedstawiono w tabelach.

Zastosowano 3 stopniową skalę ocen, gdzie jako „-” określono brak efektu sanityzującego, jako „+/-” - widoczny pozytywny efekt prowadzonego procesu fitosanityzacji, nie prowadzący jednak po określonym czasie do spełnienia w pełni wymogów stawianych osadom i pofermentom przy ich zastosowaniu nawozowym, jako „+” – uzyskany efekt umożliwiający zastosowanie nawozowe podłoży poddanych sanityzacji tj. bez zastrzeżeń odnośnie danego patogenu. Jako sumaryczną ocenę procesu fitosanityzacji przyjęto dla danej rośliny i czasu trwania sanityzacji najniższą ocenę uzyskaną dla dowolnego patogenu. W przypadku występowania jedynie poszczególnych patogenów w osadach/pofermentach, które mają podlegać fitosanityzacji przy wyborze roślin i czasu trwania procesu należy posłużyć się zaleceniami zamieszczonymi pod tabelami.

Tabela. Uzyskiwany efekt fitosanitaryzacji podłoża opartego na pofermencie po 1 i 2 sezonach wegetacyjnych

|                                            | Aksamitka rozpierzchła |          | Gorczyca biała |          | Rzodkiew oleista |          | Gryka zwyczajna |          |
|--------------------------------------------|------------------------|----------|----------------|----------|------------------|----------|-----------------|----------|
| Czas fitosanitaryzacji                     | 1 sezon                | 2 sezony | 1 sezon        | 2 sezony | 1 sezon          | 2 sezony | 1 sezon         | 2 sezony |
| <i>Salmonella</i> sp                       | +                      | +        | +              | +        | +                | +        | +               | +        |
| <i>Escherichia coli</i>                    | +                      | +        | +              | +        | +                | +        | +               | +        |
| Jaja pasożytów ATT                         | +                      | +        | +              | +        | +                | +        | +               | +        |
| <i>Cryptosporidium</i> sp.                 | +/-                    | +        | +/-            | +        | +                | +        | +/-             | +        |
| Sumaryczna ocena procesu fitosanitaryzacji | +/-                    | +        | +/-            | +        | +                | +        | +/-             | +        |

Tabela. Uzyskiwany efekt fitosanitaryzacji podłoża opartego na osadzie ściekowym po 1 i 2 sezonach wegetacyjnych

|                                            | Aksamitka rozpierzchła |          | Gorczyca biała |          | Rzodkiew oleista |          | Gryka zwyczajna |          |
|--------------------------------------------|------------------------|----------|----------------|----------|------------------|----------|-----------------|----------|
| Czas fitosanitaryzacji                     | 1 sezon                | 2 sezony | 1 sezon        | 2 sezony | 1 sezon          | 2 sezony | 1 sezon         | 2 sezony |
| <i>Salmonella</i> sp                       | +                      | +        | +              | +        | +                | +        | +               | +        |
| <i>Escherichia coli</i>                    | +                      | +        | +              | +        | +                | +        | +               | +        |
| Jaja pasożytów ATT                         | +/-                    | +        | +/-            | +        | +                | +        | +/-             | +        |
| <i>Cryptosporidium</i> sp.                 | +/-                    | +/-      | +/-            | +/-      | +                | +        | +               | +        |
| Sumaryczna ocena procesu fitosanitaryzacji | +/-                    | +/-      | +/-            | +/-      | +                | +        | +/-             | +        |

Przed przystąpieniem do wdrożenia procesu sanitzacji zaleca się przeprowadzenie badań bakteriologicznych i parazytologicznych produktów, które mają być poddane temu procesowi. Proces fitosanitaryzacji (rodzaj rośliny i długość trwania procesu) należy dobrać według stwierdzanych zanieczyszczeń:

- W przypadku wystąpienia jedynie zanieczyszczeń bakteryjnych można zastosować fitosanitaryzację dowolną ze wskazanych roślin przez czas jednego sezonu wegetacyjnego.
- W przypadku stwierdzenia w pofermencie zanieczyszczeń jajami pasożytów jelitowych można przeprowadzić fitosanitaryzację dowolną z wybranych roślin przez czas jednego sezonu wegetacyjnego
- W przypadku zanieczyszczenia jajami pasożytów jelitowych osadu ściekowego należy przeprowadzić fitosanitaryzację rzodkwią oleistą przez okres jednego sezonu wegetacyjnego, a pozostałymi roślinami przez okres 2 sezonów wegetacyjnych
- Przy stwierdzeniu oocyst *Cryptosporidium* sp. w pofermencie należy zastosować fitosanitaryzację rzodkwią oleistą przez 1 sezon wegetacyjny, a pozostałymi roślinami przez czas 2 sezonów wegetacyjnych.
- Przy stwierdzeniu oocyst *Cryptosporidium* sp. w osadzie ściekowym należy zastosować fitosanitaryzację rzodkwią oleistą lub gryką przez okres 1 sezonu wegetacyjnego.

Jak wynika z przedstawionego zestawienia rzodkiew oleista wykazuje skuteczne działanie wobec wszystkich patogenów wskaźnikowych zarówno obecnych w pofermencie jak i osadzie ściekowym. Jej

działanie zapewnia eliminację wszystkich patogenów już po jednym sezonie wegetacyjnym. Skuteczność pozostałych gatunków roślin zależy od rodzaju podłoża i rodzaju stwierdzanego patogenu, a wymagany czas fitosanityzacji wynosi 2 sezony wegetacyjne (z zastrzeżeniem niepełnej skuteczności sanizacji pofermentu przy pomocy aksamitki rozpierzchłej i gorczycy białej wobec oocyst *Cryptosporidium* sp.).

UWAGA: Skrócenie zalecanego czasu fitosanityzacji z dwóch do jednego sezonu wegetacyjnego jest możliwe w przypadku niewielkiej zawartości patogenów oraz po przeprowadzeniu odpowiednich badań (bakteriologicznych i parazytologicznych) i uzyskaniu pozytywnego wyniku potwierdzającego osiągnięcie wyznaczonych limitów zanieczyszczeń po zakończeniu pierwszego sezonu wegetacyjnego.

## II. Przygotowanie podłoża

Opracowana w projekcie OrgSafety technologia przetwarzania jest zoptymalizowana do uzdatniania zanieczyszczonych mikrobiologicznie i parazytologicznie osadów ściekowych lub pofermentów charakteryzującymi się określonymi właściwościami fizycznymi, umożliwiającym ich mieszanie i uzyskanie odpowiedniej struktury podłoża nadającego się do uprawy roślin fitosanityzujących. Najważniejszymi kryteriami skutecznego przebiegu procesu są: minimalna zawartość suchej masy (osad ściekowy > 20 % s.m., poferment > 5 % s.m.) oraz odpowiednia forma odpadu, pozwalająca na szybkie mieszanie z dodatkowymi komponentami (brak cech zbrylania, rozpylania i zbijania się w większe kawałki).

W trakcie realizacji projektu ustalono, że najlepsze warunki wzrostu roślin fitosanityzujących uzyskuje się na podłożu powstałym poprzez wymieszanie osadów ściekowych ze słomą, a pofermentu z ziemią torfową w proporcjach 2:1. Jednak jeżeli wilgotność odpadu na to pozwala (większa zawartość suchej masy) możliwe jest zmniejszenie udziału dodatków strukturalnego (słoma, torf) nawet do poziomu proporcji 2:0,5, który również stwarza dobre warunki do uprawy roślin fitosanityzujących i jednocześnie pozwala na zmniejszenie ponoszonych kosztów. Zaleca się przeprowadzenie testów mieszania przed przystąpieniem do przygotowania instalacji.

Proces mieszania odpadów z dodatkami strukturalnymi można wykonywać przy użyciu ciężkiego sprzętu dostępnego w przedsiębiorstwach, takich jak, ładowarki czy koparko-ładowarki. Należy pamiętać o przestrzeganiu zasad BHP, przede wszystkim używaniu środków ochrony osobistej, oraz o ograniczeniu rozpraszania mieszanych odpadów do gleby i wód poprzez wykonania mieszania w miejscu utwardzonym i zabezpieczonym przed odpływami oraz umożliwiającym swobodne manewrowanie ładowarką (np. płyta betonowa, na której jest przechowywany osad lub poferment). Możliwe jest również zastosowanie izolacji geomembraną w wykopanej uprzednio niecce wraz z prostym drenażem. Jednak takie rozwiązanie ogranicza używanie ciężkiego sprzętu do wydobywania produktu nawozowego po zakończonym procesie fitosanityzacji, ze względu na możliwość uszkodzenia geomembrany. Mieszane materiały należy równomiernie warstwami rozprowadzić na wyznaczonej do mieszania powierzchni w odpowiednich proporcjach objętościowych. Mieszane warstwy zaleca się rozsypać na długości od 5 m do 10 m i szerokości roboczej ładowarki. Proces mieszania należy wykonywać poprzez przesypywanie materiału, podnosząc i upuszczając materiał do uzyskania jednolitej mieszaniny. Homogenizacja mieszaniny pofermentu i torfu przebiega znacznie łatwiej niż mieszanie osadu ze słomą, który to proces wymaga znacznie dłuższego mieszania. W związku z tym korzystne jest wstępne rozdrobnienie słomy w celu ułatwienia homogenizacji mieszaniny.



Ryc. 2. Mieszanie pofermentu z torfem (po lewej) i osadu ściekowego ze słomą (po prawej) przy użyciu ciężkiego sprzętu.

Proces fitosanityzacji przeprowadza się na pryzmie usypanej z przygotowanej uprzednio w procesie homogenizacji mieszany odpadu i dodatku strukturalnego. Pryzmę należy ulokować na nieprzepuszczalnym podłożu lub podłożu uniemożliwiającym rozproszenie odcieków, może to być np. wydzielona część otwartego miejsca składowania odpadów. Pryzma powinna być zabezpieczona przez osypywaniem na boki i rozmywaniem pryzmy przez opady atmosferyczne. Można do tego celu posłużyć się odpornymi na promieniowanie UV workami z piaskiem lub zastosować inne rozwiązania ograniczające przemieszczanie materiału np. ścianki utworzone z zapór przeciwpowodziowych. Grubość pryzmy powinna zawierać się między 0,4 m a 0,5 m która zapewnia wystarczającą głębokość profilu do korzenienia się roślin i jednocześnie nie jest zbyt duża aby ograniczać proces oczyszczania podłoża z niepożądanych zanieczyszczeń biologicznych. Pryzma w trakcie usypywania powinna zostać delikatnie zagęszczona aby zmniejszyć występowanie w niej dużych przestworów, które mogą negatywnie wpływać na możliwość wykonania sewru i późniejszy wzrost roślin. Wymiary zewnętrzne pryzmy należy dopasować do ilości przetwarzanego materiału, możliwości przestrzennych instalacji, w której jest przeprowadzany proces fitosanityzacji, oraz wykorzystywanego sprzętu do mieszania i układania.



Ryc. 3. Przykład zabezpieczenia podłoża przed przedostawaniem się odcieków z pryzmy do wód gruntowych

### III. Siew roślin

Rośliny fitosanityzujące (aksamitka rozpierzchła, gorczyca biała, rzodkiew oleista) należy wysiewać nie wcześniej niż w II połowie kwietnia, a w przypadku gryki zwyczajnej zaleca się przesunięcie terminu siewu na II połowę maja, ze względu na możliwość wystąpienia przymrozków, które mogą uszkodzić młode siewki. Nasiona wysiewa się ręcznie, metodą rzutową, stosując od 1 g na m<sup>2</sup> w przypadku aksamitki, do 50 g m<sup>2</sup> w przypadku pozostałych roślin. Taka norma wysiewu jest wyższa od zalecanej, jednak zapewnia ona dobrą obsadę roślin nawet w przypadku nierównych wschodów bądź częściowego wypadania roślin.

Po siewie nasion, pryzmę należy przykryć cienką warstwą gleby o grubości 1-2 cm, w celu poprawy wilgotności w wierzchniej części pryzmy w początkowym okresie rozwoju roślin. Istotnym elementem utrzymania odpowiedniej wilgotności podłoża dla wschodzących roślin jest konieczność podlewania pryzmy. Ilość i częstotliwość podlewania należy dopasować do aktualnych warunków atmosferycznych, a stan wilgotności wierzchniej warstwy należy kontrolować w odstępach 1 - 2 dniowych. Konieczność częstego podlewania (1 dziennie) występuje szczególnie w początkowej fazie wzrostu roślin (2 pierwsze tygodnie), szczególnie jeśli występują wysokie temperatury przy jednoczesnym braku opadów atmosferycznych. Po uzyskaniu optymalnego pokrycia pryzmy roślinami podlewanie można ograniczyć, a po osiągnięciu przez rośliny fazy kwitnienia nawadniać tylko w przypadkach silnego przesuszenia powierzchni pryzmy i widocznych objawów suszy na roślinach.



Ryc. 4. Optymalnym poziom osady roślin fitosanityzujących (na zdjęciu gorczyca biała)

Podlewanie pryzmy z rosnącymi roślinami można wykonywać przy pomocy dostępnej w miejscu przetwarzania osadu/pofermentu infrastruktury. Przy mniejszych powierzchniach podlewanie można wykonywać ręcznie bądź z wykorzystaniem zraszaczy ogrodowych. Przy większych zaleca się wykorzystanie zraszaczy wielkopowierzchniowych np. zraszacze bijakowe bądź tłokowe. Do podlewania można wykorzystać wodę techniczną, oczywiście przy założeniu, że nie będzie ona zawierać zanieczyszczeń (metale ciężkie, zanieczyszczenia organiczne), które mogą negatywnie wpływać na wzrost roślin lub dodatkowo zanieczyszczać fitosanityzowaną mieszaninę.



Ryc. 5. Poprawnie utrzymana przyzma, dobrze pokryta roślinami fitosanityzującymi

Na koniec sezonu wegetacyjnego, tj. wrzesień/październik, rośliny na przyzmie rosnące należy rozdrobnić (podać mulczowaniu), aby ułatwić mieszanie ich pozostałości z fitosanityzowanym podłożem. Postępowanie z przyzmą podawanej obróbce biomasy (osad lub poferment z dodatkami) może być dwojaki, w przypadku gdy jeden sezon fitosanityzacji jest wystarczający do usunięcia zanieczyszczeń biologicznych, całość materiału wraz z pozostałościami roślin można wymieszać przenieść do miejsca składowania, natomiast jeśli wymagany jest dalszy proces fitosanityzacji należy wymieszać mulczowane rośliny z powierzchniową warstwą podłoża przy użyciu dostępnych narzędzi, aby ułatwić siew roślin w następnym sezonie wegetacyjnym. Do powierzchniowego mieszania można wykorzystać glebogryzarki, bądź jeśli infrastruktura instalacji, w której prowadzono proces fitosanityzacji na to pozwala można wykonać przy pomocy cięższego sprzętu np. ładowarki.



Ryc. 6. Zmulczowana i wymieszana z podłożem masa roślinna

#### IV. Produkty nawozowe

Proces fitosanityzacji zmienia właściwości fizyczne, fizykochemiczne i chemiczne przetwarzanych mieszanin. Następuje znaczące zwieszenie zawartości suchej masy, przez co poprawia się struktura produktu, który po przetworzeniu przechodzi od formy zbrylonej do postaci ziemistej, przypominającej ziemię ogrodową lub kompost. W trakcie fitosanityzacji następuje obniżenie pH z alkalicznego do obojętnego oraz obserwowane jest zmniejszenie masy i objętości przetwarzanej biomasy, co jest zjawiskiem pozytywnym, gdyż powstały produkt wymaga mniejszej powierzchni magazynowania niż wykorzystane substraty. Jednak związane jest to zachodzącym procesem mineralizacji, które obniża zawartość substancji organicznej w produkcie. W przypadku poddaniu procesowi fitosanityzacji mieszaniny osadu i słomy następuje zmniejszenie zawartości azotu i fosforu w produkcie końcowy w porównaniu do czystego osadu, zawartość potasu nie ulega zmianie. Natomiast w przypadku pofermentu wymieszanego z torfem obserwuje się zwiększenie zawartości azotu i potasu, co jest prawdopodobnie wynikiem dodatnia tortu i mineralizacji substancji organicznej zawartej w mieszaninie.

Tabela. Właściwości fizykochemiczne wyjściowych substratów i produktów końcowych uzyskanych w procesie fitosanityzacji podczas realizacji projektu OrgSafety

|                            |          | pH        | Sucha masa | Substancja organiczna | N         | P         | K         |
|----------------------------|----------|-----------|------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
|                            |          | %         |            |                       |           |           |           |
| <b>Osad ściekowy</b>       |          | 7,9       | 26,5       | 53,0                  | 4,19      | 2,51      | 0,3       |
| <b>Osad ściekowy/słoma</b> | pośredni | 6,0 - 6,5 | 40 - 45    | 39 - 43               | 2,2 - 2,7 | 2,8 - 3,8 | 0,4 - 0,5 |
|                            | końcowy  | 6,3 - 6,6 | 51 - 64    | 28 - 35               | 2,1 - 2,6 | 1,1 - 1,4 | 0,3 - 0,4 |
| <b>Poferment</b>           |          | 8,6       | 17,8       | 94                    | 0,29      | 0,7       | 0,2       |
| <b>Poferment/torf</b>      | pośredni | 5,4 - 6,1 | 54 - 67    | 54 - 67               | 2,0 - 2,6 | 0,3 - 0,5 | 0,5 - 0,7 |
|                            | końcowy  | 6,1 - 6,4 | 42 - 65    | 50 - 70               | 1,4 - 2,1 | 0,1 - 0,2 | 0,3 - 0,4 |

Zawartość metali ciężkich w produktach powstałych w procesie fitosanityzacji utrzymuje się na zbliżonym poziomie jak w substratach wyjściowych wykorzystanych w tym procesie, ze względu na zamknięty obieg tych pierwiastków w instalacji. Aby zachować zgodność produktu nawozowego z zapisami Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 9 sierpnia 2024 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu (Dz. U. z 2024 r. Poz. 1261), mówiących o dopuszczalnych ilościach zanieczyszczeń w nawozach organicznych, należy do procesu fitosanityzacji stosować odpady, w których zawartość metali ciężkich nie przekracza wartości dopuszczalnych. Wskazane jest też okresowe kontrolowanie produktu nawozowego na zgodność z aktami prawnymi dopuszczającymi do wykorzystania ich w rolnictwie do nawożenia roślin.

Tabela. Zawartość metali ciężkich w wyjściowych substratach i produktach końcowych uzyskanych w procesie fitosanityzacji podczas realizacji projektu OrgSafety.

|                            |          | Cr                  | Cd        | Ni        | Pb      | Hg          |
|----------------------------|----------|---------------------|-----------|-----------|---------|-------------|
|                            |          | mg kg <sup>-1</sup> |           |           |         |             |
| <b>Osad ściekowy</b>       |          | 92                  | 1,3       | 50,3      | 28,6    | 0,94        |
| <b>Osad ściekowy/słoma</b> | pośredni | 57 - 64             | 1,2 - 1,4 | 51 - 57   | 36 - 38 | 0,6 - 0,8   |
|                            | końcowy  | 60 - 99             | 1,4 - 17  | 51 - 69   | 36 - 46 | 0,5 - 0,7   |
| <b>Poferment</b>           |          | 4,7                 | < 0,2     | < 2,2     | < 1,6   | < 0,01      |
| <b>Poferment/torf</b>      | pośredni | 1,6 - 4,3           | 0,1 - 0,2 | 2,1 - 3,9 | 3-6     | 0,02 - 0,03 |
|                            | końcowy  | 2,4 - 4,4           | 0,2       | 3,3 - 4,3 | 4-8     | 0,02        |

Analizując właściwości produktów nawozowych pod kontem ich zgodności z wymogami stawianymi nawozom organicznym zapisanym w Rozporządzeniu w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu (Dz. U. z 2024 r. Poz. 1261), stwierdzono, że produkty uzyskane w procesie fitosanityzacji w Projekcie OrgSafety niezależnie od wykorzystanej rośliny fitosanityzującej spełniały wymagania o minimalnej zawartości składników pokarmowych i substancji organicznej oraz nie przekraczały dopuszczalnych zawartości zanieczyszczeń metalami ciężkimi.