

Andrej Uličný

Fakulta výrobných technológií v Prešove (Słowacja)

Technická Univerzita Košice (Słowacja)

Milan Koszel

Katedra Eksploatacji Maszyn i Zarządzania w Inżynierii Rolniczej

Akademia Rolnicza w Lublinie

## PROPOZYCJA TECHNOLOGII ZUPEŁNEGO ZBIORU BIOMASY Z ZANIECZYSZCZONEJ GLEBY I JEJ WYKORZYSTANIE NA CELE ENERGETYCZNE

### Streszczenie

Zbiór – wrywanie amarantusa wraz z korzeniami - wymaga dokładnej znajomości jego morfologicznych i fizycznych właściwości. Stwierdzono, że wysokość roślin wynosiła 0,75-1,48 m, lnu 0,65-1,3 m, grubość łodygi amarantusa 2-11,5 mm, lnu 0,5-3 mm, długość korzenia amarantusa 5-1,9 cm, lnu 60-100 cm. Siła potrzebna do wrywania amarantusa wynosiła 1,5-1,8 kg, a lnu 0,5-0,8 kg. Porównując wyniki badań z lnem siewnym stwierdzono, że są podobne w zakresie wysokości roślin, grubości łodygi oraz siły potrzebnej do wrywania. Większa siła potrzebna była podczas wrywania amarantusa z powodu siewu w mulcz, dowodem czego jest krótki, rozgałęziony korzeń [Fábry 1957]. W przypadku większej liczby roślin na jednostce powierzchni oraz podczas siewu w mniejszym odstępie rzędów łodyga była cieńsza i mniej rozgałęziona oraz nastąpił rozrost korzenia głównego na niekorzyść korzeni bocznych. Również siła potrzebna do wrywania była mniejsza przy większej liczbie roślin. Wyniki badań wskazują, że zbiór amarantusa można przeprowadzić wykorzystując maszyny i technologię do zbioru lnu. Ponadto roślinę tę można wykorzystać do celów energetycznych.

**Słowa kluczowe:** biomasa, zanieczyszczona gleba, roślina, energia, paliwo

### Wstęp

W górzystych rejonach Słowacji w wyniku działania erozji przedostają się do namulonej warstwy ziemi metale ciężkie, które ją zanieczyszczają. Największe ilości osadów znajdują się w zbiornikach wodnych rzek, gdzie roczny przyrost np. w zbiorniku Ružín wynosi 225 tys. m<sup>3</sup> [Bobro i in. 2002]. Odkazanie tej gleby wykonano w Katedrze Zastosowań Systemów Technologicznych. W warunkach laboratoryjnych przeprowadzono doświadczenie z uprawą amarantusa. Stwierdzono, że ta roślina ma zdolność przyjmowania do

swojego organizmu metali ciężkich, przy czym metale te kumulują się głównie w części korzeniowej. Poziom metali ciężkich w roślinie przedstawia tabela 1. Wyniki analizy przeprowadzono we współpracy z akredytowanym Laboratorium Ekologicznym (EL Sp. z o. o. Spišska Nová Ves; protokół z badań nr 04/03270 z dnia 10.11.2004).

Tabela 1. Zawartość metali ciężkich w roślinie  
Table 1. Contents of the heavy metals in plants

Mierzony pierwiastek mg/kg	Roślina niezanieczyszczona	Roślina zanieczyszczona	Korzeń zanieczyszczonej rośliny
As	0,03	0,06	1,68
Cu	8	31	25
Hg	0,05	0,06	0,12
Pb	<0,05	1,11	3,5

W wyniku analizy roślin stwierdzono, że zanieczyszczenie substratu zmniejsza się, przy czym zwiększa się koncentracja w roślinach głównie w jej korzeniowej części. Dlatego zbiór roślin należy przeprowadzić kompleksowo łącznie z korzeniami. Jeżeli korzenie pozostaną w glebie, ich gnicie przyczyni się do uwalniania metali ciężkich z powrotem do gleby. W ten sposób dochodziłoby do powtórnego zanieczyszczenia.

Przeprowadzając badania nad zdolnością amarantusa do absorpcji metali ciężkich z gleby należało rozwiązać możliwości zmechanizowanego zbioru tej rośliny razem z korzeniami. Ze względu na to, że wymagania badań nie spełniają kryteriów wielkoobszarowego charakteru, nie należy oczekiwać rozwoju i produkcji specjalnej techniki do zbioru. Z tego wynika, że należy wykorzystać dostępną technikę stosowaną w podobnych technologiach. W słowackich warunkach występuje jako jedna z możliwości wykorzystania maszyny do zbioru Inu, a dokładniej wyrywacza Inu [Neubauer 1964].

Celem pracy było opracowanie technologii zbioru zanieczyszczonych roślin amarantusa z możliwością jednoczesnego wykorzystania ich na cele energetyczne. Badania obejmowały ocenę wysokości roślin, grubości łodygi, długość korzenia oraz pomiar siły potrzebnej do wrywania amarantusa.

### **Materiał i metody**

Do przeprowadzenia zbioru roślin z korzeniami należy poznać ich budowę morfologiczną i fizyczne właściwości. Założono doświadczenie o rozmiarach 4,0 m x 0,7 m. Odległość między rzędami wynosiła 10 cm i 20 cm. W rzędzie wysiew nasion wykonywano ręcznie na nieregularną odległość. Siew przeprowadzono w glebę nieuprawioną o różnej urodzajności. Zbioru dokonano

w stadium dojrzałości pełnej. Pomiar siły potrzebnej do wyrwania roślin wykonano laboratoryjnym siłomierzem. Zmierzono wartości z 10 przypadkowo wybranych roślin o zróżnicowanej wysokości i z różnych miejsc poletka doświadczalnego.

## Wyniki i dyskusja

Ustalenie morfologicznych i fizycznych właściwości roślin było potrzebne do oceny możliwości zbioru amarantusa z wykorzystaniem dostępnej techniki. Ze względu na to, że chodzi o zbiór nietypowych roślin, ponieważ amarantusa nie uprawia się wielkoobszarowo, ustalenie morfologicznych i fizycznych właściwości rośliny pozwoliło na porównanie parametrów maszyn wykorzystywanych do zbioru lnu. Wartości morfologicznych i fizycznych cech dla amarantusa były mierzone a wartości dla lnu zostały zaczerpnięte z literatury [Jech 1991] (tab. 2).

Tabela 2. Morfologiczne i fizyczne właściwości lnu i amarantusa  
Table 2. Morphological and physical properties of cultivated flax and amaranthus plants

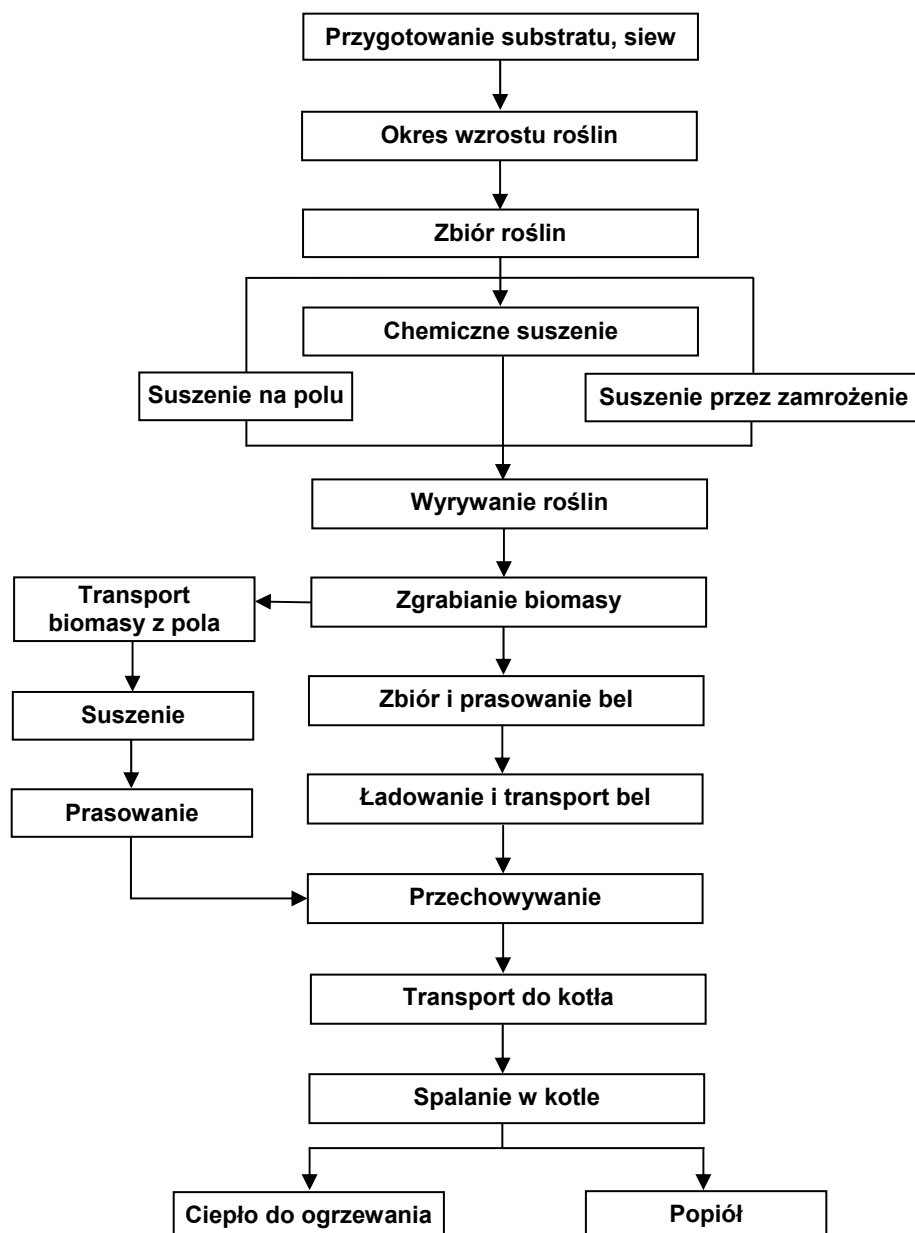
Mierzone wielkości	Len	Amarantus
Wysokość rośliny (m)	0,65 – 1,3	0,75 – 1,48
Grubość łodygi (mm)	0,5 – 3	2 – 6,5
Długość korzeni (cm)	60 – 100	5 – 19
Siła przy wyrwaniu (kg)	0 – 0,8	1,5 – 9

Zmierzone wartości dla amarantusa mogą różnić się w zależności od warunków wzrostu, organizacji zasiewu i innych czynników. Schemat linii technologicznej do przetwarzania amarantusa na cele energetyczne przedstawiono na rysunku 1. Technologia zbioru amarantusa na cele energetyczne może być wykonana maszynami wykorzystywanymi przy zbiorze zielonek na siano [Poničan 2001]. Zestawienie maszyn do zbioru amarantusa przedstawiono w tabeli 3.

Charakterystyka cech roślin:

- wysokość rośliny – u amarantusa jest porównywalna z lnem i dlatego jest przydatny zbiór za pomocą wrywacza lnu,
- grubość łodygi – jest większa u amarantusa, jednakże większa liczba roślin na jednostce powierzchni powoduje wytwarzanie cieńszych łodyg porównywalnych z łodygami lnu [Hron – Vodak 1959],
- długość korzenia – tego wskaźnika nie można obiektywnie ocenić, ponieważ gleba była spulchniona do głębokości 10–15 cm; dlatego też korzenie były rozgałęzione i krótsze; nie został również wytworzony jeden korzeń główny, tak jak to jest u lnu; dla rozwoju korzenia potrzebna jest głęboko pulchna gleba,

- siła potrzebna do wrywania – podczas wrywania amarantusa była potrzebna większa siła dlatego, że korzenie były rozgałęzione, a tym samym opór podczas wrywania był większy.



Rys. 1. Schemat linii technologicznej do przetwarzania amarantusa na cele energetyczne  
Fig. 1. Schematic diagram of technological line to amaranthus processing for energy purposes

Tabela 3. Zestawienie maszyn do zbioru amarantusa  
Table 3. Set of the machines for harvesting (uprooting) of amaranthus plants

Wyszczególnienie czynności	Nazwa i symbol maszyny	Wydajność ha/h
Wrywanie roślin	Wrywacz Inu (TLZ )	0,87
Przetrzęsanie - suszenie na polu	Przetrzęsacz karuzelowy (GF-4201 MH)	4,0 – 5,8
Zgrabianie	Przetrzęsaczo-zgrabiarz karuzelowa (KUNN 4121)	3,3 – 5,7
Prasowanie	Prasa wysokiego stopnia zgniotu (K-442)	3,1 – 3,7
Ładowanie bel	Ładowacz (John Deere 3700)	-

Na podstawie ogólnej oceny możemy stwierdzić, że przy wykorzystaniu dostępnej techniki do zbioru amarantusa należy dokonać niezbędnej organizacji zasiewu. Na wrywanie amarantusa korzystnie by wpływał siew do węższych rzędów z większą liczbą roślin na jednostce powierzchni, które posiadają mniej liści oraz tworzenie głównego korzenia zamiast korzeni bocznych by korzystnie wpływało na wrywanie amarantusa [Fábry 1957].

Wyrwane rośliny poddawane są suszeniu, a następnie sprasowane w kostki lub przerobione na brykiety z możliwością wykorzystania na biopaliwo. Zawartość energetyczna amarantusa według badań laboratoryjnych wykonanych w Laboratorium Ekologicznym w Spišskej Novej Vsi wynosi 14 MJ/kg przy zawartości wody 17%.

## Podsumowanie

Na podstawie pomiarów i wiadomości teoretycznych oraz praktycznych doświadczeń zaproponowano możliwości zbioru amarantusa razem z korzeniem z zanieczyszczonej gleby za pomocą dostępnej techniki.

## Wnioski

1. Organizację zasiewu należy rozwiązać ze względu na zwiększoną liczbę roślin na m<sup>2</sup>, a tym samym wytworzenie cieńszej łądygi.
2. Wykorzystanie wrywacza Inu do wrywania amarantusa jest realne jednakże to zagadnienie wymaga dalszych kompleksowych i bardziej szczegółowych badań laboratoryjnych poświadczonych praktyką.
3. Zbiór amarantusa należy wykonywać w stadium dojrzałości pełnej. Wtedy łądyga jest wytrzymała, a skład chemiczny celulozy i ligniny jest najkorzystniejszy do celów energetycznych.
4. Przetwarzanie biomasy na cele energetyczne rozwiązuje produkcja bel lub brykietów z ewentualnym dodatkiem amarantusa + wiórów drzewnych.

**Bibliografia**

Bobro M., Brehov J., Hančuľak J. 2002. Hodnotenie výsledkov prieskumu nánosov v nádrži vodného diela Ružín v 2001. Zborník z konferencie Hradok.

Fábry A. 1957. Olejniny. ČSAZV, Praha

Hron – Vodak. 1959. Poľní plevele a boj proti nim. SZN, Praha

Jech J. 1991. Stroje pre rastlinnú výrobu. Cvičenia. SPN, Nitra

Neubauer K. 1964. Poľnohospodárske stroje. SVPL, Bratislava

Poničan J. 2001. Stroje na zber krmovín. ISBN 80-7173-879-8. SPU, Nitra

*Recenzent: Anna Grzybek*