

# Uprawa konopi włóknistych przyspieszająca rekultywację terenów pokopalnianych po odkrywce węgla brunatnego

Jerzy MAŃKOWSKI\*, Jacek KOŁODZIEJ, Andrzej KUBACKI, Przemysław BARANIECKI, Irena PNIEWSKA – Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich; Krzysztof PUDEŁKO – Katedra Biochemii i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Prosimy cytować jako: CHEMIK 2014, 68, 11, 983–988

## Wstęp

Wydobycie węgla brunatnego w Polsce prowadzi się metodą odkrywkową. Przygotowanie terenu pod odkrywkę wymaga przeprowadzenia odwodnienia wyrobiska. Po osuszeniu terenu usuwa się nakład, czyli wierzchnią warstwę o grubości kilkudziesięciu metrów razem z szatą roślinną i glebową. W złożu Kazimierz Biskupi, gdzie zlokalizowany jest projekt dla pozyskania warstwy węgla o grubości ok. 6 metrów, należało usunąć ok. 47 metrów nakładu. Po wydobyciu węgla powstaje martwe wyrobisko, które następnie jest zasypywane.



Fot. 1. Tereny pokopalniane przed rekultywacją

Wyróżnia się trzy główne kierunki zagospodarowania terenów zdegradowanych: rolniczy, leśny i specjalny. O wyborze jednego z nich decyduje przede wszystkim przydatność rekultywacyjna materiału stanowiącego skałę macierzystą tworzonej gleby oraz warunki ukształtowania terenu. Obecnie rolniczą rekultywację terenów zdegradowanych prowadzi się poprzez uprawę wąskiej liczby roślin, które następnie wykorzystuje się na cele energetyczne, żywnościowe oraz paszowe [3, 4]. Dotychczas stosowane sposoby rekultywacji rolniczej nie przynoszą zadowalających rezultatów, gdyż z gleb, w których dopiero rozpoczął się proces tworzenia próchnicy, próbuje pozyskiwać się (zazwyczaj bardzo niskie) plony. Gleba zdewastowana przez odkrywkę, mając różnorodny skład oraz niedobory niektórych istotnych składników pokarmowych, nie nadaje się do produkcji roślin żywnościowych ani paszowych. Uprawy takie, z wagi na częste porażenia przez choroby i szkodniki, nie stanowią pełnowartościowego pokarmu dla ludzi i zwierząt.

Rekultywacja realizowana w ramach projektu prowadzona jest poprzez uprawę w płodozmianie dwóch roślin przemysłowych,

tj. konopi włóknistych oraz lucerny siewnej. Rośliny po skoszeniu są przyorywane w celu dostarczenia biomasy i przyspieszenia odbudowy warstwy próchnicznej w glebie. Rekultywacja bez stosowania zintensyfikowanych zabiegów rolniczych trwa dziesiątki lat. Połączenie w płodozmianie dwóch roślin, tj. konopi włóknistych, których uprawa cechuje się dużą ilością otrzymywanej biomasy, z lucerną siewną posiadającą w symbiozie z bakteriami brodawkowymi zdolność wiązania azotu, znacznie przyspieszy proces formowania się warstwy próchnicznej na terenach rekultywowanych. Istotny jest również fakt, że konopie włókniste oraz lucerna siewna mają dobrze rozwinięte systemy korzeniowe, które dodatkowo przewietrzają glebę i poprawiają stosunki wodno-powietrzne. Połączenie tych dwóch roślin tworzy w glebie swoisty kompozyt biologiczny stymulujący proces powstawania próchnicy i zwiększania zasobności gleby w składniki pokarmowe.

## Dobór roślin wykorzystanych w procesie rolniczej rekultywacji

W porównaniu do innych roślin, konopie włókniste rosną bardzo szybko, w pełni kwitnienia osiągają maksymalne dzienne przyrosty, a pełnię wzrostu wraz z zakończeniem kwitnienia. Wytwarzają nawet 12 ton biomasy z 1 ha powierzchni uprawy, system korzeniowy typu palowego wrasta w glebę prostopadle do głębokości 1,0–1,5 m. Łodygi konopi charakteryzują się dużą wysokością dochodzącą do 3–4 metrów. Tak długie łodygi nie łamią się ze względu na obecność w łodydze długich i mocnych włókien celulozowych, tworzących sztywną konstrukcję rośliny. Zawartość celulozy i substancji celulozopodobnych w suchej masie łodyg konopi wynosi 70–75% [2]. Wszystkie wymienione cechy powodują, że po przyoraniu konopi biomasa dostarczona do gleby przyczyni się do szybszej odbudowy warstwy próchnicznej, dodatkowo dobrze rozbudowany system korzeniowy roślin wytworzy pionowe kanały ułatwiające przewietrzanie gleby. Uprawiana po konopiach lucerna będzie swoimi pionowymi korzeniami przerastać przyorane rośliny konopi. Zintensyfikuje to namnażanie się i aktywność mikroorganizmów glebowych mających zasadnicze znaczenie przy tworzeniu próchnicy.



Fot. 2. Konopie włókniste uprawiane na terenach rekultywowanych

Autor do korespondencji:

Dr inż. Jerzy MAŃKOWSKI, e-mail: jerzy.mankowski@iwnirz.pl

### Prowadzone prace – otrzymane wyniki

Przed rozpoczęciem zabiegów agrotechnicznych tereny rekultywowane oczyszczono z krzewów i chwastów oraz usunięto z powierzchni pól kamienie. Masa usuniętych kamieni była tak duża, że pozostawienie ich na polu całkowicie uniemożliwiło by prowadzenie zabiegów agrotechnicznych.

Tablica I

#### Parametry gleby przed rozpoczęciem procesu rekultywacji

Pole	pH	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	B	MN	CU	ZN	FE
		mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/1000g	mg/1000g	mg/1000g	mg/1000g	mg/1000g
I	7,9	2,2	11,1	7,9	0,85	153	4,3	6,7	1423
	7,9	2,3	13,3	10,2	1,25	134	4,7	7,5	1301
II	8,0	2,4	12,6	8,3	1,43	138	4,0	6,7	1319
	8,1	2,9	9,9	7,0	0,68	109	2,9	5,2	1106

Fosfor w glebie oznaczano metodą spektrofotometryczną; potas metodą fotometrii płomieniowej, a magnez metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej, pH w 1N KCl. Mikroskładniki, takie jak mangan, cynk oraz miedź, oznaczano metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej, a bor metodą spektrofotometryczną.

Po określeniu zawartości mikro- i makroelementów w glebie, rozpoczęto zabiegi związane z uprawą. W celu przygotowania gruntów pod zasiew wykonano talerzowanie, orkę oraz uprawki osuszające i przedsiewne; następnie wysiano wapno tlenkowe oraz zastosowano nawożenie azotem, fosforem oraz potasem. Zastosowanie wapnowania przyczyniło się do lepszego wykorzystania przez rośliny nawożenia mineralnego. Na tak przygotowane pola wysiano konopie i lucernę.

W październiku na terenach rekultywowanych przeprowadzono zabiegi związane z koszeniem konopi. Konopie koszone były kosiarką podczepianą do ciągnika, wyposażoną w trzy kosy, które przecinały łodygę konopi w trzech miejscach. Takie cięcie ułatwiło późniejsze przyoranie otrzymanej biomasy. Średnią ilość biomasy przedstawiono w Tablicy 2. Dodatkowo, przed przyoraniem, biomasę konopi opryskano preparatem przyspieszającym rozkład resztek pozbiorowych.

Tablica 2

#### Otrzymana biomasy na ha powierzchni rekultywowanej

Średnia ilość biomasy w kg/ha	Pole I	Pole 2
	Konopie 2013 r.	
	1 818	2 511
	Konopie 2014 r.	
	1 593	2 273

W każdym roku trwania projektu, dla zobrazowania postępów rekultywacji, prowadzona jest analiza gleb poddanych rekultywacji. Gleba na polu pierwszym charakteryzuje się zasadowym odczynem, wysoką zawartością magnezu oraz średnią i niską zawartością potasu i fosforu. Podobnie gleba na polu drugim posiada odczyn pH zasadowy, charakteryzuje się średnią zawartością magnezu, średnią i niską zawartością potasu oraz bardzo niską fosforu [6].

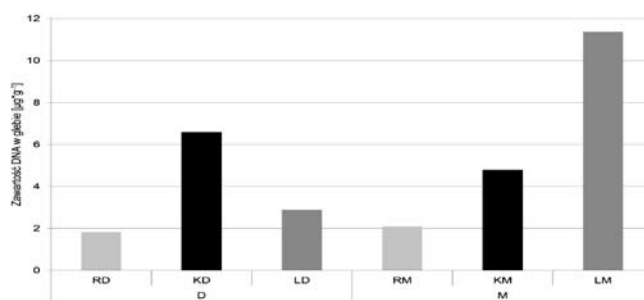
Obydwa pola posiadają niską zawartość boru oraz średnią zawartość manganu, miedzi, cynku i żelaza. Zestawienie średniej zawartości próchnicy na polach zdegradowanych w dwóch pierwszych latach prowadzonego projektu przedstawiono w Tablicy 3.

Tablica 3

#### Zawartość próchnicy w glebie w dwóch pierwszych latach prowadzonej rekultywacji

Pole	Próba	Poziom próchnicy, %		Zmiana poziomu próchnicy w latach 2013–2014, %
		styczeń 2013 r. (przed rekultywacją)	styczeń 2014 r.	
I	1	1,30	1,91	31
	2	1,51	2,16	30
II	1	1,48	1,77	16
	2	0,76	0,98	22

Analiza spektrofotometryczna wyizolowanych substancji humusowych wskazuje, że stanowiska różniły się istotnie pod względem zawartości kwasów humusowych. Gleba na polu pierwszym zawierała niemal trzykrotnie więcej kwasów humusowych w porównaniu z polem drugim. Jednak również w tym przypadku, zawartość ta stanowi mniej niż 50% przeciętnej zawartości substancji humusowych w glebach uprawnych.



Wykres I. Zawartość DNA w glebie w zależności od stanowiska i prowadzonej uprawy. D – pole II; M – pole I; RD, RM – kontrola na stanowisku; K – konopie na stanowisku; L – lucerna na stanowisku

Na obu stanowiskach zawartość DNA w próbach kontrolnych była bardzo niska (ok. 2 µg w gramie gleby). Na polu drugim, na obiektach z uprawą konopi (mimo niższej zawartości substancji humusowych) zawartość DNA była ponad trzykrotnie wyższa niż w próbach kontrolnych, ale również ponad dwukrotnie wyższa niż na obiektach z lucerną. Nieco inną sytuację obserwowano na polu pierwszym, gdzie kondycja lucerny była zadowalająca. Wyższą zawartość DNA można powiązać w tym przypadku z powszechnie znanym stymulującym wpływem roślin motylkowych na pewne grupy bakterii glebowych, zwłaszcza *Rhizobium* i *Bradyrhizobium*. Na tym stanowisku, z obiektów na których uprawiano konopie, uzyskano dwukrotnie mniej DNA z gleby niż na obiektach z lucerną, ale dwukrotnie więcej niż na obiektach ugorowanych, stanowiących próbę kontrolną.

### Podsumowanie

W pierwszym roku prowadzonej rekultywacji przeprowadzono szereg zabiegów agrotechnicznych, które przyczyniły się do poprawy warunków agrotechnicznych na rekultywowanym terenie. Przyjęta w ramach projektu metodyka prowadzonych prac, polegających na uprawie konopi włóknistych i lucerny siewnej oraz przyoraniu otrzymanych plonów, doprowadziła do poprawy poziomu próchnicy na rekultywowanych terenach. W pierwszym roku realizacji projektu poziom próchnicy wzrósł o ok. 20–30%.

Po zakończeniu rekultywacji na terenach pokopalnianych z powodzeniem mogą być uprawiane konopie z przeznaczeniem biomasy na cele techniczne, takie jak: wykorzystanie włókna w produkcji materiałów kompozytowych, różnego rodzaju włóknin wykorzystywanych w budownictwie, czy materiałów papierniczych. Paździerz, czyli materiał odpadowy powstający w procesie wydobycia włókna, mogą być stosowane w energetyce jako odnawialne źródło energii. Wartość ciepła spalania paździerzy konopnych przekracza 18 MJ/kg suchej masy [5 ÷ 7]. Ważną gałęzią przemysłu, który może zainteresować się paździerzami konopnymi, jest przemysł budowlany. Paździerz konopne w połączeniu z zaprawą wapienną, są doskonałym materiałem budowlanym, z którego można produkować elementy izolacyjne stanowiące wypełnienie ścian, tynki czy posadzki [1]. Realizowany projekt jest modelowym systemem obrazującym nową metodę rekultywacji terenów pokopalnianych z późniejszym ich wykorzystaniem w ekologicznej produkcji surowców odtwarzalnych.

### Literatura

1. Bevan R., Woolley T.: *Hemp lime construction*. BrePress 2008.
2. Cierpucha W. i inni.: *Technologia uprawy i przetwórstwa konopi włóknistych*. IWNiRZ 2013, 111–117.
3. Chwastek J., Janusz W., Mikołajczak J.: *Przyrodnicze wartości odkrywkowych wyrobisk górniczych*. Mat. Konf. Technologiczne, przyrodnicze i gospodarcze uwarunkowania eksploatacji i zagospodarowania wyrobisk skalnym. Górn. Odkr. 1998, **40**, 3.
4. Karczewska A.: *Ochrona gleb i rekultywacja terenów zdegradowanych*. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu 2008, 202–2014.
5. Kołodziej, J.: *Efektywność energetyczna konopi w zależności od czynników agrotechnicznych*. Praca doktorska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu: 2009, 84–96.
6. Mańkowski, J., Kubacki, A., Kołodziej, J., Baraniecki P., Pniewska, I.: *Tereny pokopalniane – drugi rok rekultywacji*. Biuletyn Informacyjny PiliK Len i konopie 2014, **23**, 4–7.
7. Mańkowski J., Kołodziej J., Baraniecki P.: *Energetyczne wykorzystanie biomasy z konopi uprawianych na terenach zrehabilitowanych*. Chemik Nauka, technika, rynek 2014, **10**, 901–902.

Dr inż. Jacek KOŁODZIEJ od 2003 r. pracuje w Instytucie Włókien Naturalnych, początkowo na stanowisku asystenta potem adiunkta. W 2009 r. obronił pracę doktorską na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu otrzymując tytuł doktora nauk rolniczych.

Zajmuje się badaniami z zakresu agrotechniki i przetwórstwa roślin włóknistych oraz wykorzystania na cele energetyczne całych roślin, słomy, i odpadów z przerobu lnu i konopi.

Dr inż. Andrzej KUBACKI ukończył Akademię Techniczno Rolniczą w Olsztynie z tytułem inżyniera (1978). W 2001 roku obronił pracę magisterską na Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu. W 2011 uzyskał stopień doktora nauk rolniczych na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu. Zatrudniony na stanowisku Dyrektora Zakładu Doświadczalnego IWNiRZ „Lenkon” w Stęszewie. Specjalizuje się w problemach związanych ze zbiorem i przetwórstwem słomy lnianej i konopnej, wstępnego wydobycia i przetwórstwa włókna.

Mgr Irena PNIEWSKA absolwentka Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu. Od wielu lat pracuje w Dziale Informacji Naukowej i Współpracy z Zagranicą w Instytucie Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu. Od roku 2012 koordynator ds. rozpowszechniania wyników realizowanego w IWNiRZ projektu Life 11/445/ PL – „Remediation of degraded land in the region of Lignite Mine Konin by cultivation of industrial hemp”

\* Dr inż. Jerzy MAŃKOWSKI, prof. IWNiRZ ukończył studia na Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu otrzymując tytuł mgr Chemii Rolnej (1983). W 1998 r. obronił pracę doktorską na Akademii Rolniczej w Poznaniu otrzymując tytuł doktora nauk rolniczych.

Od 1983 . pracuje w Instytucie Włókien Naturalnych, zajmuje się badaniami z zakresu: agrotechniki lnu i konopi pod kątem zastosowania w przemyśle, technologii przerobu lnu i konopi pod kątem produkcji włókna długiego, krótkiego jednopostaciowego oraz techniki dekortacji, procesów naturalnego rośnięcia lnu i konopi, mechanicznego uszlachetniania surowców lignocelulozowych pod kątem uzyskiwania materiałów kompozytowych na bazie termoplastów.

Krzysztof PUDEŁKO, adiunkt w Katedrze Biochemii i Biotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu - wykładowca biochemii, biologii molekularnej i biochemii środowiska. Jego zainteresowania badawcze obejmują mikrobiologiczne i biochemiczne aspekty produkcji rolniczej, ze szczególnym uwzględnieniem interakcji międzygatunkowych w środowisku opartych na aktywności fitotoksycznej pochodzenia roślinnego oraz wpływu systemów uprawy na środowisko glebowe. Jego prace dotyczą także biotechnologii procesów kompostowania i biologicznego wiązania azotu. Posiada 12-letnie doświadczenie w tworzeniu i rozwijaniu współpracy badawczej z partnerami przemysłowymi jako koordynator prac w zakresie R&D i jako konsultant naukowy. Opracował i wdrożył szereg procesów i technologii dotyczących biokonwersji produktów rolnych.