

Wpłynęło 22.04.2015 r.
Zrecenzowano 04.08.2015 r.
Zaakceptowano 25.08.2015 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

Konopie włókniste uprawiane w poplonach ścierniskowych – źródłem olejków eterycznych i włókna lub biogazu

Henryk BURCZYK^{ABCDEF}

Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu

Do cytowania For citation: Burczyk H. 2015. Konopie włókniste uprawiane w poplonach ścierniskowych – źródłem olejków eterycznych i włókna lub biogazu. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Z. 3(89) s. 29–38.

Streszczenie

Pola leżące od zbioru roślin uprawianych w plonie głównym aż do wiosny są dotychczas niedostatecznie wykorzystywane do produkcji biomasy dla potrzeb energii odnawialnej. Do zagospodarowania tych pól dobrym rozwiązaniem może być uprawa roślin w poplonach ozimych i ścierniskowych. Dlatego celem badań zaprezentowanych w niniejszej pracy było poznanie możliwości uprawy konopi włóknistych w poplonach ścierniskowych do produkcji biomasy wykorzystywanej do pozyskiwania olejków eterycznych z kwiatostanów oraz włókna i paździerz lub do produkcji biogazu ze słomy. Doświadczenia polowe wykonano w latach 2009–2013 na glebach o średniej przydatności rolniczej, w rejonie o niskich opadach atmosferycznych (<550 mm). Konopie włókniste odmiany Białobrzeskie porównywano z gorczycą białą odmiany Bamberka. Wymienione rośliny wysiewano w dwóch terminach: wczesnym – po jęczmieniu ozimym (7–15 lipca) w Zakładzie Doświadczalnym Stary Sielec i późnym – po zbożach i lnicy (5–8 sierpnia) w Zakładzie Doświadczalnym Pętkowo. Uprawę roli wykonywano zgodnie z dobrą praktyką rolniczą a nawożenie mineralne w ilości ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$): 90 N, 40 P_2O_5 i 60 K_2O . Otrzymane wyniki doświadczeń wskazują na dużą przydatność uprawy konopi włóknistych w poplonach ścierniskowych do produkcji olejków eterycznych. Uzyskano bowiem $6,21 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ we wczesnym (I) terminie siewu i $5,71 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ w późniejszym (II) terminie siewu. Plony suchej masy konopi wahały się od $73,0 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ w I terminie siewu do $68,4 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ w II terminie siewu. Ze słomy pozyskiwano średnio $8,50 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ włókna ogółem i $35,8 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ paździerz w I terminie siewu oraz $7,82 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ włókna ogółem i $33,4 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ paździerz w II terminie siewu. Alternatywą dla włókna jest możliwość uzyskania biogazu. Wydajność biogazu ze słomy zebranej w I terminie siewu wynosiła $1272 \text{ N m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$, wobec $1192 \text{ N m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ w późniejszym siewie. Gorczyca biała, w przeciwieństwie do konopi, dała wyższe plony suchej masy ($67,7 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$) w II terminie siewu niż w I terminie ($62,4 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$). Jednak z uwagi na dużą zawartość popiołu, chloru, siarki i metali ciężkich biomasa gorczycy białej jest mało przydatna do produkcji biogazu, dlatego powinna być stosowana jako zielony nawóz organiczny.

Słowa kluczowe: biomasa, poplony ścierniskowe, konopie włókniste, gorczyca biała, olejki eteryczne, włókno, paździerz, biogaz

Wstęp

Program produkcji biogazu opracowany przez Ministerstwo Gospodarki w 2006 r. zakłada wybudowanie do 2020 r. co najmniej po jednej biogazowni w gminie. Biogazownie rolnicze będą wykorzystywały głównie wszelkiego rodzaju substraty odpadowe i produkty uboczne z rolnictwa oraz przemysłu rolno-spożywczego uzupełniane biomasą rolniczą [Ministerstwo Gospodarki 2009].

Wspomniana biomasa powinna charakteryzować się wysokimi plonami, dużą wydajnością biogazu oraz niskimi kosztami produkcji. Do tego celu bardzo przydatne są rośliny uprawiane poza plonem głównym, tzn. poplony ozime oraz kukurydza i sorgo w plonie wtórnym [BURCZYK 2013]. Poza tym dużą rezerwę pola przydatnego do produkcji biomasy stanowią poplony ścierniskowe, a szczególnie wczesna kukurydza odmiany Pyroxenia, dająca wysokie ($>400 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$) plony zielonej masy [BURCZYK 2014]. Wstępne obserwacje dokonane podczas badań nad przydatnością konopi włóknistych uprawianych w plonie głównym do produkcji olejków eterycznych wykazały możliwość uprawy tej rośliny również w poplonach ścierniskowych [BURCZYK i in. 2009].

Celem badań było poznanie możliwości uprawy konopi włóknistych w poplonach ścierniskowych do produkcji biomasy wykorzystywanej do pozyskiwania olejków eterycznych z kwiatostanów oraz włókna i paździerzy lub biogazu ze słomy. Olejki eteryczne stanowią m.in. surowiec do otrzymywania organicznych preparatów do zwalczania patogenów w produkcji żywności i ograniczania środków chemicznych zanieczyszczających środowisko naturalne [MC PARTLAND 1977]. Określenie składu chemicznego konopnych olejków eterycznych pozwoliło na ich wykorzystywanie również jako repelenty i substancje zapachowe do produkcji drażetek, napojów bezalkoholowych i kosmetyków [KANIEWSKI i in. 2015].

Materiał i metody badań

Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 2009–2013 metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach, w rejonie o małej ilości opadów atmosferycznych ($<550 \text{ mm}$) i niskim poziomie wody gruntowej ($>2,0 \text{ m}$), na glebach bielcowych zalegających na glinie, o pH 5,50–6,50 i średniej zasobności w składniki pokarmowe.

W doświadczeniach porównywano konopie włókniste odmiany Białobrzeskie i gorczycę białą odmiany Bamberka. Wymienione gatunki roślin wysiewano w dwóch terminach: wczesnym (I) – po jęczmieniu ozimym (7–15 lipca) w Zakładzie Doświadczalnym (ZD) IWNiRZ Stary Sielec, powiat Rawicz, i późniejszym (II) – po zbożach (pszenżyto, pszenica) i lninie (5–8 sierpnia), w Zakładzie Doświadczalnym IWNiRZ Pętkowo, powiat Środa Wlkp.

Uprawę roli rozpoczynano bezpośrednio po zbiorach przedplonu orką na średnią głębokość. Następnie wykonywano bronowanie i wysiew nawozów mineralnych na każdy obiekt oddzielnie w ilościach ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$): 90 N, 40 P_2O_5 i 60 K_2O . Zaprawione nasiona wysiewano w następujących ilościach: konopi włóknistych $40 \text{ kg}/\text{ha}^{-1}$ i gorczycy białej $10 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ [BURCZYK i in. 2008b].

Zbioru biomasy roślin dokonywano w drugiej i trzeciej dekadzie października w następujących fazach rozwoju. Konopie włókniste koszone w pełni kwitnienia kwiatostanów, rozdzielając sekatorem plony wiech od słomy. Natomiast gorczycę białą koszone bezpośrednio po zakończeniu kwitnienia w fazie zawiązywania łuszczyń. Podczas zbioru pobierano próby zielonej masy z każdego poletka, w celu określenia zawartości suchej masy.

Przydatność porównywanych roślin uprawianych w poplonach ścierniskowych oceniano na podstawie plonów zielonej i suchej masy, a wydajność olejków eterycznych, włókna ogółem i biogazu z jednostki powierzchni pola. Do oznaczenia włókna przyjęto metodę odklejania, opracowaną w Instytucie Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu, a wydajność biogazu, według metody oceny substratów określanych w Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu [DACH 2013].

W celu poznania wpływu przebiegu pogody na plonowanie roślin ustalono w ZD Stary Sielec sumy rocznych oraz miesięcznych opadów atmosferycznych w latach 2009–2013 (tab. 1), które wykorzystywano do interpretacji wyników doświadczeń.

Tabela 1. Roczne i okresowe sumy opadów atmosferycznych w Zakładzie Doświadczalnym Stary Sielec

Table 1. Annual and periodic precipitation totals in the Stary Sielec experimental station

Okresy (miesiące) vegetacji Periods (months) of vegetation	Opady [mm] w latach: Precipitation [mm] in the years:					
	2009	2010	2011	2012	2013	Średnia wieloletnia ¹⁾ Long-term average ¹⁾
Miesiące (I–XII) Months (I–XII)	675,0	760,0	413,0	582,6	636,0	542,0
Miesiące (III–X) Months (III–X)	509,2	522,5	340,5	423,7	494,4	411,0
III	37,6	41,8	24,0	13,3	35,6	32,0
IV	15,1	39,4	21,0	22,1	42,1	37,0
V	52,0	155,2	37,0	23,8	107,2	61,0
VI	104,4	34,8	30,1	107,6	94,8	53,0
VII	151,3	68,8	128,6	102,6	35,6	78,0
VIII	56,1	41,8	53,6	76,2	55,1	60,0
IX	34,3	81,3	18,7	50,5	105,7	49,0
X	58,4	9,4	27,5	27,6	37,2	41,0

¹⁾ W latach 1960–2000 dla miasta Rawicz. ¹⁾ In the years 1960–2000 for the city of Rawicz.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Zebrano również informacje o średniej temperaturze dziennej powietrza w okresie wegetacji roślin, która wahała się w granicach 13,6–15°C, była jednak nieco wyższa niż średnia wieloletnia, która wynosiła 13,6°C, i korzystnie wpływała – w warunkach dostatecznej wilgocci w glebie – na wzrost i rozwój porównywanych roślin.

Wyniki badań i dyskusja

Wyniki doświadczeń uzyskane w latach 2009–2013 potwierdzają przydatność konopi włóknistych do uprawy w poplonach ścierniskowych do pozyskiwania olejków eterycznych, włókna lub biogazu. Plony zielonej masy konopi włóknistych, przedsta-

wione w tabeli 2., są wysokie i wynoszą w I terminie siewu średnio 241,0 dt·ha⁻¹, w tym plony wiech 76,2 dt·ha⁻¹. W II terminie siewu plony zielonej masy konopi wynosiły 205,0 dt·ha⁻¹, w tym wiech 73,7 dt·ha⁻¹, natomiast plony zielonej masy gorczycy białej były w I terminie siewu niższe (242,0 dt·ha⁻¹) niż plony w późniejszym terminie siewu (322,0 dt·ha⁻¹).

Tabela 2. Plony zielonej masy (dt·ha⁻¹) konopi włóknistych i gorczycy białej uprawianych jako poplony ścierniskowe w latach 2009–2013

Table 2. Yields of green mass (dt·ha⁻¹) of hemp and white mustard grown as stubble crops in the years 2009–2013

Termin siewu Sowing date	Rośliny Plants	2009	2010	2011	2012	2013	Średnio Average
I termin siewu – 7–15 lipca 1 st sowing date 7–15 July	konopie włókniste, hemp w tym plony wiech, including panicle yields	283,0	204,0	287,0	220,0	209,0	241,0
	gorczyca biała white mustard	79,0	69,3	88,5	78,8	65,6	76,2
II termin siewu – 5–8 sierpnia 2 nd sowing date 5–8 August	konopie włókniste, hemp, w tym plony wiech, including panicle yields,	234,0	223,0	282,0	256,0	217,0	242,0
	gorczyca biała white mustard	219,0	190,0	217,0	193,0	206,0	205,0
	gorczyca biała white mustard	88,7	58,0	89,3	66,5	66,3	73,7
		256,0	289,0	328,0	366,0	372,0	322,0

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Plony suchej masy konopi włóknistych wynosiły w I terminie siewu średnio 73,0 dt·ha⁻¹, a w II – 68,4 dt·ha⁻¹, natomiast plony suchej masy gorczycy białej w I terminie siewu wynosiły 62,4 dt·ha⁻¹ i były o ok. 5% niższe niż plony uzyskane w późniejszym (II) terminie siewu (67,7 dt·ha⁻¹) (tab. 3). Na uwagę zasługuje o ok. 5% mniejsza niż w gorczycy białej zawartość suchej masy w konopiach włóknistych z I terminu siewu (tab. 4). Tymczasem w późniejszym terminie siewu zawartość suchej masy w gorczycy białej była o ok. 12% mniejsza niż w konopiach włóknistych (tab. 4). Stąd plony suchej masy gorczycy białej z I terminu siewu są o ok. 15% mniejsze niż plony s.m. konopi włóknistych. W II terminie siewu średnie plony suchej masy konopi włóknistych i gorczycy białej były na zbliżonym poziomie i wyniosły ok. 68 dt·ha⁻¹ (tab. 3).

Występujące w początkowym okresie wzrostu roślin poplonowych dostateczna wilgotność i wysoka temperatura gleby pozwalały na wykształcenie dobrego systemu korzeniowego, który ułatwiał przetrwanie okresowej suszy w końcu ich wegetacji. Z tego też powodu opóźnienie siewu konopi włóknistych i gorczycy białej o jeden miesiąc, nieznacznie wpłynęło na obniżenie plonów suchej masy. Poza tym gorczyca biała – w warunkach dostatecznej wilgotności gleby – w późniejszym terminie siewu pobrała nawet o 30% więcej wody niż konopie (tab. 4).

Konopie włókniste, jako rośliny krótkiego dnia, przyspieszały rozwój w drugiej połowie lata, zwiększając udział części generatywnych roślin do części wegetatywnych.

Tabela 3. Plony suchej masy ($dt\cdot ha^{-1}$) konopi włóknistych i gorczycy białej uprawianych jako poplony ścierniskowe w latach 2009–2013

Table 3. Yields of dry mass ($dt\cdot ha^{-1}$) of hemp and white mustard grown as stubble crops in the years 2009–2013

Termin siewu Sowing date	Rośliny Plants	2009	2010	2011	2012	2013	Średnio Average
I termin siewu – 7–15 lipca 1 st sowing date 7–15 July	konopie włókniste, hemp w tym plony wiech, including panicle yields,	78,1	67,6	87,5	66,8	65,1	73,0
	gorczyca biała white mustard	26,0	30,2	31,5	25,2	30,5	28,7
II termin siewu – 5–8 sierpnia 2 nd sowing date 5–8 August	konopie włókniste, hemp, w tym plony wiech, including panicle yields,	71,6	67,8	70,1	71,0	61,6	68,4
	gorczyca biała white mustard	28,1	24,6	28,8	29,8	24,7	27,2
		62,7	68,2	66,9	66,5	74,3	67,7

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Tabela 4. Plony i zawartość suchej masy w konopiach włóknistych i gorczycy białej w latach 2009–2013

Table 4. Yields and dry matter content in hemp and white mustard in the years 2009–2013

Termin siewu Sowing date	Rośliny Plants	Plony zielonej masy Green mass yields		Zawartość suchej masy Dry matter content [%]	Plon suchej masy Dry mass yield	
		[$dt\cdot ha^{-1}$]	względna relative		[$dt\cdot ha^{-1}$]	względna relative
I termin siewu – 7–15 lipca 1 st sowing date 7–15 July	konopie włókniste, hemp w tym plony wiech, including panicle yields,	241	100	30,3	73,0	100
	gorczyca biała white mustard	76,2	31,6	37,7	28,7	39,3
II termin siewu – 5–8 sierpnia 2 nd sowing date 5–8 August	konopie włókniste, hemp, w tym plony wiech, including panicle yields,	242	100	25,8	62,4	85,5
	gorczyca biała white mustard	205	100	33,4	68,4	100
		73,7	35,9	36,9	27,2	39,8
		322	157	21,0	67,7	98,9

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Skutkiem tego był większy procentowy przyrost plonów wiech w stosunku do pozostałych części roślin w porównaniu z konopiami włóknistymi uprawianymi w plonie głównym [BURCZYK 2014]. Wydajność olejków eterycznych z kwiatostanów konopi włóknistych wysiewanych w I terminie wynosiła $6,31\text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$, a w II terminie – $5,71\text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$. Wydajność ta zależy od wysokości plonów wiech oraz od zawartości w nich olejków eterycznych, która wynosiła ok. 0,21% (tab. 5).

Tabela 5. Wydajność olejków eterycznych w wiechach konopi włóknistych, średnio w latach 2009–2013

Table 5. Output of essential oils in hemp panicles, average in the years 2009–2013

Termin siewu Sowing date	Plony konopi [dt·ha ⁻¹ s.m.] Hemp yields [dt·ha ⁻¹ DM]	Plony s.m. wiech Yields of panicle DM		Zawartość olejków eterycznych Essential oils content [%]	Wydajność olejków eterycznych Essential oils output [dm ³ ·ha ⁻¹]	Względna Relative
		[dt·ha ⁻¹]	udział wiech share of panicles [%]			
I termin siewu – 7–15 lipca 1 st sowing date 7–15 July	73,0	28,7	39,3	0,22	6,31	100,0
II termin siewu – 5–8 sierpnia 2 nd sowing date 5–8 August	68,4	27,2	39,8	0,21	5,71	90,5

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Produktem ubocznym w produkcji olejków eterycznych jest słoma konopna, której plony suchej masy wynosiły od ok. 44,3 dt·ha⁻¹ w I terminie siewu do 41,2 dt·ha⁻¹ w II terminie. Słoma konopna może być wykorzystana do pozyskiwania włókna dekortykowanego, którego zawartość w suchej masie wynosiła ok. 19,0%, a plony włókna ogółem wynosiły ok. 8,50 dt·ha⁻¹ w I terminie siewu i 7,82 dt·ha⁻¹ w późniejszym zbiorze. Ze słomy konopnej, oprócz włókna, otrzymuje się paździerz, których plony wahały się od 35,8 dt·ha⁻¹ w I terminie siewu do 33,4 dt·ha⁻¹ w II terminie siewu (tab. 6). Paździerz mogą być wykorzystywane na opał w formie brykietów lub pelet [BURCZYK i in. 2008a].

Alternatywą dla zagospodarowania słomy konopnej, która jest produktem ubocznym przy pozyskiwaniu olejków eterycznych może być produkcja biogazu. Wydajność biogazu rolniczego, określona na podstawie wyników badań wykonanych na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu [DACH 2013], wynosiła 1272 N m³·ha⁻¹ w I terminie siewu konopi oraz 1192 N m³·ha⁻¹ w II terminie (tab. 7).

Na uwagę zasługują wysokie plony suchej masy gorczycy białej w późniejszym terminie siewu, które dorównują plonom konopi włóknistych (tab. 3). Jednak duża zawartość popiołu i wybranych pierwiastków chemicznych w biomase gorczycy białej, pogarsza jej jakość w porównaniu z biomasą konopi. Na szczególną uwagę zasługuje duża zawartość popiołu, siarki, azotu, chloru i metali ciężkich, dyskwalifikujących biomasę gorczycy białej jako substrat dla biogazowni (tab. 8). Biomasa gorczycy białej należy zatem przeznaczać na przyoranie, jako źródło substancji organicznej w glebie.

Reasumując wyniki 5-letnich doświadczeń polowych można rekomendować uprawę konopi włóknistych w poplonach ścierniskowych jako źródło olejków eterycznych z kwiatostanów oraz włókna i paździerzy lub biogazu ze słomy. Możliwość uzyskania na wolnym rynku wysokiej ceny za olejki eteryczne (ok. 1000 euro·dm⁻³) oraz zbytu włókna i paździerzy lub biogazu, wpływa na poprawę warunków ekonomicznych gospodarstwa rolnego. Poza tym konopie włókniste, jako rośliny strukturotwórcze,

Tabela 6. Plony włókna i paździerz z konopi włóknistych uprawianych jako poplon ścierniskowy, średnio w latach 2009–2013

Table 6. Fiber and shives yields of hemp grown as a stubble crop, average in the years 2009–2013

Termin siewu Sowing dates	Plony suchej masy Dry mass yields [dt·ha ⁻¹]			Zawartość włókna ogółem Total fiber content [%]	Plony włókna ogółem Total fiber yields		Plony paździerz Shives yields [dt·ha ⁻¹]
	ogółem total	wiech panicles	słomy straw		[dt·ha ⁻¹]	względna relative	
I termin siewu – 7–15 lipca 1 st sowing date 7–15 July	73,0	28,7	44,3	19,2	8,50	100,0	35,8
II termin siewu – 5–8 sierpnia 2 nd sowing date 5–8 August	68,7	27,2	41,2	19,0	7,82	92,0	33,4

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Tabela 7. Wydajność biogazu z konopi włóknistych uprawianych jako poplon ścierniskowy, średnio w latach 2009–2013

Table 7. Efficiency of biogas from hemp grown as a stubble crop, average in the years 2009–2013

Termin siewu Sowing dates	Plony konopi [dt·ha ⁻¹ s.m.] Hemp yields [dt·ha ⁻¹ DM]	Wydajność biogazu Biogas efficiency		
		[m ³ ·dt ⁻¹ s.m.] [m ³ ·dt ⁻¹ DM]	[N m ³ ·ha ⁻¹]	względna relative
I termin siewu – 7–15 lipca 1 st sowing date 7–15 July	73,0	17,43	1 272	100,0
II termin siewu – 5–8 sierpnia 2 nd sowing date 5–8 August	68,4	17,43	1 192	93,7

Źródło: opracowanie własne na podstawie: DACH [2013].
Source: own elaboration based on DACH [2013].

poprawiają wartość przedplonu oraz zwiększają zawartość substancji organicznej w glebie [CICHY 2013].

W wielu krajach Europy Zachodniej olejki eteryczne mają zastosowanie jako substancje zapachowe w produkcji orzeźwiających napojów bezalkoholowych, drażetek, żywności gotowej (Fast food) i repelentów [MEDIIVILLA 1988]. Są także przydatne w ochronie roślin do zwalczania chorób grzybowych i bakteryjnych [MC PARTLAND 1997].

Dotychczasowe obserwacje dokonane w Polsce potwierdziły wyniki uzyskane zagranicą. Na tej podstawie opracowano w Zakładzie Doświadczalnym IWNiRZ w Pętкові metodę pozyskiwania olejków eterycznych z kwiatostanów konopi włóknistych na skalę techniczną [BURCZYK i in. 2009]. Wyniki przedstawionych badań potwierdziły możliwość otrzymania olejków eterycznych z kwiatostanów konopi włóknistych uprawianych

Tabela 8. Zawartość popiołu i wybranych pierwiastków [% s.m.] w konopiach i gorczycy białej uprawianych jako poplon ścierniskowy w 2013 r.

Table 8. The content of ash and selected elements [% DM] in hemp and white mustard grown as a stubble crop in the year 2013

Roślina Plant	Popiół Ash	N	P	K	S	Na	Cl	Cd	Zn
Konopie włókniste Hemp	4,91	0,72	0,137	1,08	0,08	0,020	0,341	0,072	0,082
Gorczyca biała White mustard	11,59	2,06	0,373	2,29	0,53	0,144	1,313	0,325	0,201
Relacje gorczyca/konopie Relation white mustard/hemp	236	286	272	212	662	720	385	451	245

Źródło: opracowanie własne na podstawie: CICHY [2013].

Source: own elaboration based on CICHY [2013].

wianych również w poplonach ścierniskowych. Wskazały równocześnie na możliwość ekonomicznie uzasadnionego zagospodarowania produktu ubocznego, jakim jest słoma konopna. Nowa technologia uprawy konopi włóknistych w poplonach ścierniskowych daje dodatkową możliwość otrzymywania przychodu i poprawy rentowności gospodarstw rolnych, ponieważ nie zajmuje miejsca roślinom towarowym uprawianym w plonie głównym. Z tego powodu w miarę wzrostu zapotrzebowania na olejki eteryczne w Polsce, istnieje możliwość pozyskiwania ich po niższych kosztach produkcji.

Warto również nadmienić, że zarówno poplony ozime, jak i ścierniskowe, stanowią dużą rezerwę pola – poza plonem głównym – dotychczas słabo zagospodarowywaną. Tymczasem można na nim zwiększać produkcję biomasy za przeznaczaniem na paszę lub bioenergię a nawet poprawiać rentowność gospodarowania. Trzeba tego dokonywać przez lepszą organizację pracy w gospodarstwie rolnym. Można również w ten sposób zapewnić realizację obowiązku tzw. zazielenienia w ramach nowego Programu rozwoju obszarów wiejskich na lata 2015–2020.

Wnioski

1. Na podstawie wyników 5-letnich doświadczeń polowych można rekomendować uprawę konopi włóknistych w poplonach ścierniskowych jako surowca do produkcji olejków eterycznych, włókna i paździerzy lub do produkcji biogazu. Plony suchej masy konopi wysiewanych po jęczmieniu ozimym (8–15 lipca) wynosiły 73,0 dt·ha⁻¹ i były o ok. 15% wyższe od plonów gorczycy białej (62,4 dt·ha⁻¹). Konopie wysiewane w późniejszym terminie (5–8 sierpnia) dały plony średnio 68,4 dt·ha⁻¹ suchej masy i były na poziomie plonowania gorczycy białej (67,7 dt·ha⁻¹).
2. Wydajność olejków eterycznych, pozyskiwanych z kwiatostanów konopi włóknistych, zależała od wysokości ich plonów oraz zawartości w nich olejków eterycznych i wynosiła we wczesnym terminie siewu 6,21 dm³·ha⁻¹, a w późniejszym terminie siewu 5,71 dm³·ha⁻¹.
3. Pozostałą po uzyskaniu olejków eterycznych część roślin konopi stanowi słoma, z której pozyskiwano włókno dekortykowane i paździerze. Plony włókna ogółem

wynosiły 8,50 dt·ha⁻¹ i 35,8 dt·ha⁻¹ paździerzy w I terminie siewu, natomiast w II terminie siewu konopi otrzymano 7,82 dt·ha⁻¹ włókna oraz 33,4 dt·ha⁻¹ paździerzy.

4. Alternatywą dla włókna pozyskiwanego ze słomy, która stanowi produkt uboczny w produkcji olejków eterycznych, jest możliwość otrzymania z niej biogazu. Wydajność biogazu ze słomy zebranej we wczesnym terminie siewu wynosiła 1272 N m³·ha⁻¹, a w późniejszym terminie siewu – 1192 N m³·ha⁻¹.
5. Gorczyca biała uprawiana w poplonach ścierniskowych – w przeciwieństwie do konopi włóknistych – dała o ok. 8% wyższe plony suchej masy w późniejszym (II) terminie siewu niż plony uzyskane we wczesnym (I) terminie siewu. Jednak z uwagi na dużą zawartość popiołu, chloru, siarki i metali ciężkich gorczyca biała jest mało przydatna do produkcji biogazu.
6. Uprawa konopi włóknistych w poplonach ścierniskowych przeznaczonych do produkcji olejków eterycznych, ze względu na ich wysoką wartość rynkową (ok. 1000 euro·dm⁻³) oraz dodatkowa sprzedaż włókna i paździerzy lub biogazu, znakomicie poprawia rentowność poplonów w gospodarstwie rolnym.

Podziękowanie

Pracownikom Działu Naukowego ZD Stary Sielec i ZD Pętkowo za przeprowadzenie doświadczeń polowych i pracownikom laboratorium włókienniczego IWNiRZ oraz panu dr. W. Cichemu z Instytutu Technologii Drewna za wykonanie analiz chemicznych serdeczne podziękowania składa Autor.

Bibliografia

- BURCZYK H. 2013. Przydatność poplonu ozimego oraz kukurydzy i sorgo w plonie wtórnym do produkcji biomasy dla biogazowni. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 2(80) s. 87–97.
- BURCZYK H. 2014. Kukurydza wczesna uprawiana w poplonach ścierniskowych na paszę lub biogaz. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 4(86) s. 81–89.
- BURCZYK H., GRABOWSKA L., KOŁODZIEJ J., STRYBE M. 2008a. The industrial hemp as a raw material in the energy production. *Journal of Industrial Hemp*. Vol. 13 (1) s. 37–48.
- BURCZYK H., GRABOWSKA L., STRYBE M., KONCZEWICZ W. 2008b. Wpływ gęstości siewu i terminu zbioru konopi włóknistych na wydajność biomasy oraz elementów składowych plonu. *Pamiętnik Puławski*. Z. 152 s. 59–75.
- BURCZYK H., KANIEWSKI R., KONCZEWICZ W., KRYSZAK N., TUROWSKI J. 2009. Konopie włókniste źródłem olejków eterycznych. *Pamiętnik Puławski*. Z. 151/1 s. 37–47.
- CICHY W. 2013. Skład chemiczny wybranych roślin energetycznych. Poznań. Instytut Technologii Drewna. UP w Poznaniu. Maszynopis ss. 4.
- DACH J. 2013. Badanie wydajności konopi włóknistych. Poznań. UP w Poznaniu. Maszynopis ss. 6.
- KANIEWSKI R., KALEMBA D., CIECHOŃSKI Ł., PNIEWSKA I. 2015. Składniki olejku eterycznego z konopi siewnych (*Cannabis sativa* L.). *Biuletyn Izby Lnu i Konopi*. Z. 25 s. 34–38.
- MC PARTLAND J. 1997. Cannabis as repellent and pesticide. *Journal of the International Hemp Association*. Vol. 4/2 s. 89–94.

MEDIAVILLA V. 1988. The production of essentials hemp oil in Switzerland. *Natural Fibres*. Vol. 3 s. 117–118.

Ministerstwo Gospodarki 2009. Program Innowacyjna Gospodarka – Rolnictwo Energetyczne. Warszawa.

Henryk Burczyk

HEMP CULTIVATED IN STUBBLE CROPS AS A SOURCE OF ESSENTIAL OILS AND FIBER OR BIOGAS

Summary

Fields set aside after the main crop harvest up till spring are so far underused for the production of biomass for renewable energy. Cultivation of plants in winter catch and stubble crops might be a good solution for the management of such fields. Therefore, the aim of the research presented in this paper was to investigate the possibility of growing hemp in stubble crops for the production of biomass used for obtaining essential oils from inflorescences, fiber and shives, or the production of biogas from straw. Field experiments were performed in the years 2009–2013 on average agricultural suitability soils in an area of low precipitation (<550 mm). Hemp (Białobrzeskie cultivar) was compared with white mustard (Bamberka cultivar). These plants were sown in two dates: early – after winter barley (7–15 July) in the Stary Sielec experimental station and late – after cereals and flax (5–8 August) in the Pętkowo experimental station. Soil cultivation was performed in accordance with good agricultural practice and mineral fertilization amounted to ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$): 90 N, 40 P_2O_5 and 60 K_2O . Results of the experiments demonstrate high usefulness of hemp cultivation in stubble crops for the production of essential oils. $6.21 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ of oils were obtained in the early (1st) sowing date and $5.71 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ in the late (2nd) sowing date. Dry mass crops of hemp ranged from $73.0 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ in the 1st sowing date to $68.4 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ in the 2nd sowing date. An average of $8.50 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ of fiber in total and $35.8 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ of shives, were obtained from straw in the 1st sowing date and $7.82 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ of fiber in total and $33.4 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ of shives were obtained in the 2nd sowing date. The possibility of obtaining biogas is an alternative to fiber. Efficiency of biogas from straw harvested in the 1st sowing date amounted to $1272 \text{ N m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$, compared to $1192 \text{ N m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ in the later sowing. White mustard, unlike hemp, gave higher dry mass crops ($67.7 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$) in the 2nd sowing date rather than in the 1st ($62.4 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$). However, due to the high contents of ash, chlorine, sulfur and heavy metals – biomass of white mustard is of little use for the production of biogas, therefore it should be used as a green organic fertilizer.

Key words: biomass, stubble crops, hemp, white mustard, essential oils, fiber, shives, biogas

Adres do korespondencji:

dr hab. Henryk Burczyk, prof. nadzw. IWNiRZ
Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich
Zespół Roślin Energetycznych
ul. Wojska Polskiego 71b, 60-630 Poznań
tel. 61 845-58-61; e-mail: henryk.burczyk@iwnirz.pl