

POBRANIE I WYKORZYSTANIE PIERWIASTKÓW BIOGENNYCH
PRZEZ RZEPAK JARY Z DWÓCH DAWEK NAWADNIANIA
WODĄ POŚCIEKOWĄ

M. Ćwintal, M. Wilczek

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin

Streszczenie. Doświadczenie polowe z rzepakiem jarym realizowano w latach 1997-1999 na glebie torfowo-murszowej, w trzech zmeliorowanych i ogroblowanych kwaterach. Kwatera A stanowiła kontrolę, kwatera B nawadniana była w ilości 400, a kwatera C – 800 mm wody pościekowej rocznie, w 10 dawkach zalewowych.

Wzrost dawki zalewowej z 400 do 800 mm spowodował istotne zwiększenie biomasy rzepaku, lepsze pobieranie i wykorzystanie pierwiastków biogenych oraz większe wyniesienie ich z nasionami i słomą. Wyniki te wskazują na możliwość wykorzystania rzepaku jarego w III^o oczyszczania ścieków miejskich.

Słowa kluczowe: rzepak jary, nawadnianie, pierwiastki biogenne.

WSTĘP

Przez wodę pościekową rozumiemy ścieki miejskie oczyszczone metodą mechaniczno-biologiczną w oczyszczalni ścieków. Woda pościekowa jest bogata w azot, fosfor, potas, wapń, magnez i sód [2]. Kolejny, III^o oczyszczania wód pościekowych z pierwiastków biogenych, polega na nawadnianiu nimi użytków zielonych i roślin uprawianych na gruntach ornych [5,7]. W przedłożonej pracy analizowano przydatność rzepaku jarego do tego celu. Przy wyborze rośliny kierowano się wysokim jej zapotrzebowaniem na wodę, azot, potas i wapń [1]. Uwzględniono również wykorzystanie nasion i słomy z nawadnianych obiektów. Gdyby olej z nasion rzepaku nie spełniał wymagań konsumpcyjnych to może być przydatny jako techniczny (np. biopaliwo), a słoma – jako odnawialne źródło energii [6,9,10].

Celem badań było określenie pobrania i wykorzystania przez rzepak jary ważniejszych makro- i mikroelementów oraz wyniesienia ich z plonem nasion i słomy, w zależności od dawki nawadniania zalewowego wodą pościekową na tle kontroli.

MATERIAŁY I METODY

Eksperyment polowy nad wykorzystaniem przez rzepak jary (odmiana Lisonne) pierwiastków biogennych z wody pościekowej przeprowadzono w Hajdowie, w latach 1997-1999. Doświadczenie zlokalizowano na glebie torfowo-murszowej, w trzech zmeliorowanych i ogroblowanych kwaterach o powierzchni 0,38 ha każda. Stosowano zalewowy system nawadniania. Roczne normy nawodnienia wynosiły 400 i 800 mm wody pościekowej, które wprowadzono w 10 dawkach (po 40 i 80 mm), w tym 7 podczas wegetacji rzepaku. Kwatera A stanowiła kontrolę – bez nawadniania, kwatera B nawadniana była dawką 400, a kwatera C – 800 mm. Rzekpak wysiewano każdego roku w I dekadzie maja, w ilości $8 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ i rozstawie rzędów co 20 cm. Uprawę i ochronę rzepaku jarego prowadzono zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi [1]. Podczas zbioru rzepaku określono plon nasion i słomy oraz masę korzeni w warstwie gleby do 25 cm. Następnie pobrano po 10 próbek roślinnych z każdego obiektu. W próbkach tych oznaczono: azot ogólny (metodą Kjeldahla), P (metodą wanadowo-molibdenową) oraz K, Ca, Mg, Na, Cu, Zn, (metodą ASA). Szczegółowe wyniki dotyczące plonowania i analiz chemicznych przedstawiono w pracach Ćwintala i Wilczka [2,3].

Gleba murszowo-torfowa odznaczała się zasadowym odczynem (pH w $1 \text{ mol KCl dm}^{-3} = 7,2-7,3$) oraz wysoką zawartością próchnicy, fosforu, cynku, a bardzo niską potasu i miedzi.

Woda pościekowa charakteryzowała się wysokim pH (7,2-7,4), wyższą zawartością azotu, sodu, potasu, fosforu oraz niższą wapnia i magnezu w porównaniu z wodą pitną. Woda pościekowa odpowiadała wymaganiom stawianym ściekom wprowadzanym do gleby ze względu na metale ciężkie [8]. Z dawką 400 i 800 mm wody pościekowej wnoszono do gleby przedstawione w Tabeli 2 ilości składników biogennych. Na obiekcie kontrolnym nie stosowano żadnego nawożenia. Pobrane składniki mineralne przez rzepak jary (korzenie, słoma, nasiona) wyliczono z ich zawartości w absolutnie suchej masie oraz procentowego udziału korzeni, słomy i nasion w biomase rzepaku z poszczególnych obiektów.

Wykorzystanie pierwiastków z wody pościekowej wyliczono według wzorów [4]:

$$Er = \frac{Yn - Yo}{N} \quad (1)$$

$$Ef = \frac{Yn - Yo}{Pn - Po} \quad (2)$$

$$W = \frac{Er}{Ef} \cdot 100\% \quad (3)$$

gdzie: Er – efektywność rolnicza; Yn – plon w dowolnym obiekcie nawadnianym; Yo – plon w obiekcie kontrolnym; N – ilość pierwiastka w obiekcie Yn ;

Ef – efektywność fizjologiczna; Pn – nagromadzenie pierwiastka w plonie roślin z obiektu Yn ; Po – nagromadzenie pierwiastka w plonie roślin z obiektu kontrolnego.

W – wykorzystanie pierwiastka (%).

Wyniki dotyczące plonów oraz pobrania pierwiastków biogenych przez rzepak opracowano statystycznie, stosując analizę wariancji (istotność różnic weryfikowano testem Tukey'a).

WYNIKI I DYSKUSJA

W Tabeli 1 podano plony biomasy rzepaku jarego w rozbiciu na nasiona, słomę i korzenie, w zależności od wielkości dawek nawadniających. Najwięcej biomasy dostarczała słoma rzepaku, która była istotnie zróżnicowana pod wpływem 400 i 800 mm wody pościekowej. Najwyższa dawka nawodnienia spowodowała aż 79,3% wzrost biomasy słomy w stosunku do kontroli. Z kolei dawka o połowę niższa wpłynęła również na istotny wzrost masy słomy, ale tylko o 19,2%. Plony nasion rzepaku istotnie rosły zarówno w obiekcie B (o 18,1%) jak i C - (o 47,1%) w stosunku do kombinacji nienawadnianej. Zwiększenie dawki wody pościekowej z 400 do 800 mm spowodowało istotny wzrost masy korzeni z 28,2 do 37,5%, względem kontroli.

W całkowitej biomacie rzepaku największy udział miała słoma (71,9%), a następnie korzenie (14,2%) i nasiona (13,9%), niezależnie od badanych czynników. Wraz ze wzrostem dawki zalewowej, malał procentowy udział korzeni (z 16,1 do 12,4%) i nasion (z 14,5 do 12,9%), natomiast wzrósł udział słomy (z 69,4 do 74,1%).

Tabela 1. Plon biomasy rzepaku jarego i procentowy udział jego komponentów (nasiona, słoma, korzenie)

Table 1. Yield of spring rape biomass and percentage of its components (seeds, straw, roots)

Obiekt	t·ha ⁻¹ s.m.				%		
	Nasiona	Słoma	Korzenie	Σ	Nasiona	Słoma	Korzenie
A	1,38	6,56	1,42	9,36	14,74	70,09	15,17
B	1,63	7,82	1,82	11,27	14,46	69,36	16,15
C	2,03	11,76	1,95	15,74	12,90	74,71	12,39
X _{śr}	1,68	8,71	1,73	12,12	13,86	71,86	14,27
NIR _{0,05}	0,15	0,72	0,18	1,08	-	-	-

A. – bez nawodnienia;

B. – nawadnianie dawką 400 mm wody pościekowej w roku;

C. – nawadnianie dawką 800 mm wody pościekowej w roku.

W Tabeli 2 podano pierwiastki wniesione, pobrane i wykorzystane (nasiona, słoma, korzenie) oraz wyniesione z gleby (słoma i nasiona). Największe pobranie składników pokarmowych przez rzepak wystąpiło w obiekcie C i istotnie przewyższało akumulację wszystkich badanych makro- i mikroelementów z kombinacji B. Rośliny z obiektów nawadnianych pobrały największą masę azotu, wapnia, potasu i fosforu w stosunku do kontroli.

Największym wykorzystaniem i wyniesieniem odznaczał się potas, fosfor i azot. W przypadku potasu, wykorzystanie i wyniesienie przekraczało ilość wprowadzonego z wodą pościekową. Wyższe wykorzystanie wszystkich pierwiastków zanotowano przy podwójnej dawce zalewowej. Należy podkreślić, że wykorzystanie składników z wody pościekowej było wyższe (K i P) i podobne (N, Mg i Ca) jak z nawozów mineralnych [4]. Miedź dostarczona w dawce 400 mm wody pościekowej była prawdopodobnie zatrzymana przez kompleks glebowy, odznaczający się bardzo niską zasobnością w Cu, co spowodowało ujemne jej wykorzystanie.

Tabela 2. Pierwiastki biogenne wniesione z wodą pościekową do gleby i pobrane przez rzepak jary (korzenie, słoma, nasiona)

Table 2. Biogenic elements introduced with sewage water into the soil and intaken by spring rape (roots, straw, seeds)

Pierwiastki	Wniesione		Pobrane			NIR _{0,05}	Wykorzystane		Wyniesione	
	kg·ha ⁻¹ ·rok		kg·ha ⁻¹ ·rok				%		%	
	B	C	A	B	C		B	C	B	C
N	120	240	120,1	167,3	273,0	18,7	39,3	63,7	33,2	58,4
P	20	40	18,5	27,7	57,7	3,5	46,0	98,0	37,1	91,9
K	73	146	56,7	121,5	231,9	14,8	88,8	120,0	77,7	110,8
Ca	310	620	104,6	189,7	282,8	20,5	27,4	28,7	24,1	25,5
Mg	65	130	13,6	18,4	33,1	2,2	7,4	15,0	6,3	13,5
Na	187	374	4,5	6,1	12,2	1,1	0,9	2,1	0,7	1,9
Cu	0,06	0,12	0,072	0,069	0,085	0,0012	-5,0	10,8	-8,8	10,5
Zn	0,60	1,20	0,350	0,449	0,709	0,019	16,5	29,9	13,2	27,5

A, B, C: objaśnienia jak w Tabeli 1.

W Tabeli 3 podano wykorzystanie składników mineralnych przez rzepak jary z wody pościekowej, w podziale na nasiona, słomę i korzenie. Dawka nawodnienia w ilości 800 mm spowodowała zwiększenie wykorzystania wszystkich rozpatrywanych makro- i mikroelementów w słomie oraz w nasionach z wyjątkiem sodu i cynku. Z kolei w korzeniach, podwójna dawka zmniejszała wykorzystanie azotu, fosforu, potasu, wapnia, sodu, miedzi i cynku a zwiększała magnezu w porównaniu z pojedynczą.

Nawadnianie rzepaku jarego wodą pościekową spowodowało bardzo duży przyrost masy słomy i duży nasion. Do wytworzenia tej biomasy rośliny pobrały znaczne ilości makro- i mikroelementów, a przez to zmniejszyły zawartość pierwiastków biogenych w zastosowanej wodzie [5]. Ze względu na dużą efektywność wykorzystania pierwiastków biogenych z wody pościekowej przez rzepak jary, roślina ta obok innych gatunków uprawy polowej, może być zastosowana w III^o oczyszczania ścieków komunalnych [5] oraz dodatkowo, w produkcji biopaliw [9,10].

Tabela 3. Wykorzystanie składników mineralnych przez rzepak jary z wody pościekowej
Table 3. Utilization of mineral components by spring rape from sewage water

Wyszczególnienie	Dawka wody	W %							
		N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn
Nasiona	B	10,1	11,5	3,1	0,4	1,7	0,03	-2,00	4,17
	C	12,3	20,0	4,6	1,2	2,5	0,03	-0,67	3,91
Słoma	B	23,2	25,5	74,5	23,6	4,6	0,62	-7,17	8,98
	C	46,1	71,7	106,2	24,3	11,1	1,88	10,92	23,67
Korzenie	B	6,1	8,9	11,2	3,4	1,1	0,25	3,80	3,32
	C	5,3	6,1	9,2	3,2	1,4	0,18	0,25	2,39

B, C: objaśnienia jak w Tabeli 1.

WNIOSKI

- Plony biomasy rzepaku jarego (nasiona, słoma, korzenie) były istotnie zróżnicowane w zależności od dawek wody pościekowej. Największe wydajności nasion, słomy i korzeni otrzymano, stosując 800 mm dawkę zalewową w roku.
- Nawadnianie dawką 800 mm wody pościekowej zwiększało procentowy udział słomy a zmniejszało nasion i korzeni w biomacie roślin.
- Istotnie największe pobieranie i wykorzystanie pierwiastków biogennych przez rzepak jary z wody pościekowej było w obiekcie C (800 mm).
- Wzrost dawki zalewowej z 400 do 800 mm spowodował znaczne zwiększenie wyniesionych ze słomą i nasionami pierwiastków biogennych. Dotyczyło to wszystkich badanych makro- i mikroelementów z wyjątkiem wapnia.
- Ze względu na stosunkowo duże wykorzystanie i wyniesienie podstawowych składników biogennych z wody pościekowej, głównie przez słomę rzepaku jarego, roślina ta może być wykorzystana w III^o oczyszczania ścieków miejskich.

PIŚMIENNICTWO

1. **Budzyński W., Ojczyk T. (red.):** Rzepak – produkcja surowca olejarskiego. Wyd. ART., Olsztyn, 1996.
2. **Ćwintal M., Wilczek M.:** Wpływ zróżnicowanych dawek wody pościekowej na plonowanie, elementy struktury plonu i skład chemiczny rzepaku jarego. Część I. Plonowanie i elementy struktury plonu. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 475, 19 – 25, 2001 a.
3. **Ćwintal M., Wilczek M.:** Wpływ zróżnicowanych dawek wody pościekowej na plonowanie, elementy struktury plonu i skład chemiczny rzepaku jarego. Część II. Skład chemiczny nasion, łodyg i korzeni rzepaku jarego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 475, 27 - 32, 2001 b.
4. **Fotyma M., Mercik S.:** Chemia rolna. PWR i L., Warszawa 1992.
5. **Kutera J., Hus S.:** Rolnicze oczyszczanie i wykorzystanie ścieków i gnojowicy. WAR. Wrocław 1998.
6. **Olejniczak J., Adamska E.:** Rośliny oleiste jako źródło ekologicznych nośników energii i komponentów chemicznych. Biul. Branż. Hod. Rośl. i Nas. 3, 23 – 26, 1995.
7. **Rogiński W., Godlewski J.:** Rolnicze wykorzystanie ścieków. Przegląd Tech. Roln. 3, 23 – 24, 1993.
8. **Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa** z dnia 5 listopada 1991 r. w sprawie klasyfikacji wód oraz warunków jakim powinny odpowiadać ścieki wprowadzone do wód lub do ziemi. (Dz. U. Nr 116, poz. 503).
9. **Tulisalo U., Wuori T.:** Wykorzystanie oleju rzepakowego w paliwach silnikowych. Rzepak – stan obecny i perspektywy. Konf. Nauk. „Rzepak – stan obecny i perspektywy”. Radzików, 3 – 4 VI, 98 – 101, 1993.
10. **Wiślicki B., Krzyżanowski R., Pağowski Z.:** Rośliny oleiste z terenów skażonych przez przemysł – surowcem dla proekologicznych paliw i olejów. Konf. Nauk. „Las – Drewno – Ekologia”, Cz. I, Poznań, 20 – 22 VI, 184 – 192, 1995.

INTAKE AND UTILIZATION OF BIOGENIC ELEMENTS BY SPRING RAPE FROM TWO DOSES OF IRRIGATION WITH SEWAGE WATER

M. Ćwintal, M. Wilczek

Department of Crop Production, Agricultural University
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin

Summary. The field experiment was performed in 1997-1999 on peat-bog soil in three meliorated quarters equipped with dykes. Quarter A was a control. Quarter B was irrigated with 400 mm and quarter C with 800 mm of sewage water annually in 10 doses.

The increase of dose from 400 to 800 mm caused significant gains of rape's biomass, better intake and utilization of biogenic elements as well as their higher contents in seeds and hay. Results point out the possibility for spring rape utilization at the 3rd level of municipal waste purification.

Key words: spring rape, irrigation, biogenic elements.