

PLONOWANIE MIĘDZYPLONU W STANOWISKU PO BOBIKU
ORAZ ZAWARTOŚĆ WĘGLA ORGANICZNEGO W GLEBIE
W ZALEŻNOŚCI OD PRZEBIEGU POGODY

Bogdan Kulig, Wiesław Szafranski, Tadeusz Zajac

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków
e-mail: rrbkulig@cyf-kr.edu.pl

Streszczenie. Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1999-2001 na czarnoziemie zdegradowanym. Wysiewano 3 gatunki w czlonie zmianowania: bobik formę o szczytowym kwiatostanie i tradycyjną – wsiewkę lub poplon ścierniskowy rzodkwi oleistej – pszenicę ozimą lub jarą. Badano wpływ zaoranej biomasy międzyplonu na zawartość węgla organicznego w glebie. Próbkę gleby do oznaczenia zawartości węgla organicznego z warstwy 0-30 cm, pobrano w terminach: 1 dekada listopada, 1 dekada marca, 2 dekada maja, 1 dekada czerwca. Badania wykazały, że międzyplony są ważnym elementem zmianowania, szczególnie w przypadku pozostawiania przez roślinę przedplonową (bobik) dużych ilości azotu. Przyorana biomasa wsiewki i poplonu ścierniskowego zwiększa zawartość węgla organicznego, polepsza właściwości gleby a w rezultacie przyczynia się do wzrostu plonu rośliny następczej. Mulczowanie nie wpłynęło istotnie na zawartość węgla organicznego w warstwie 0-30 cm w porównaniu z jesiennym przyoraniem biomasy poplonu.

Słowa kluczowe: międzyplon, plon, węgiel organiczny

WSTĘP

W ostatnich latach proponuje się rozszerzenie arealu uprawy międzyplonów w tych gospodarstwach, w których bilans materii organicznej jest ujemny [8,9]. Tradycyjna uprawa z poplonami na zaoranie jest znana od dawna, natomiast mniej prac dotyczy wpływu biomasy międzyplonów pozostawionych jako mulcz pod zboża jare. Z niektórych badań wynika, że przyoranie przed zimą biomasy poplonowej z roślin krzyżowych i strączkowych wpływa korzystniej na plon zbóż jarych, niż wymieszanie mulczu z glebą bezpośrednio przed siewem [1,2,10]. Bobik pozostawia dużo resztek poźniwnych, które bardzo szybko ulegają rozkładowi i część tych składników w okresie jesień – wczesna wiosna może być wymyta

w głębsze warstwy gleby [4]. Wskazana jest więc uprawa poplonów po bobiku pod warunkiem zastosowania roślin o krótkim okresie wegetacji, a pozytywny efekt tej uprawy zwykle jest związany z warunkami klimatycznymi. Uprawa roślin na zielony nawóz może być bowiem ryzykowna w latach o suchym okresie letnio-jesiennym [12].

Wśród różnorodnych czynników mogących wpływać na zmiany zawartości węgla organicznego w glebie wymienia się najczęściej warunki meteorologiczne, gatunki uprawianych roślin oraz poziom nawożenia organicznego i mineralnego [7]. Korzystne następcze oddziaływanie resztek roślinnych zależy głównie od tempa i ilości uwalnianych z niej składników, a to wiąże się bezpośrednio ze stosunkiem C/N. Biomasa roślin motylkowych rozkłada się bowiem szybciej niż masa organiczna gatunków niemotylkowych [5].

Celem pracy było określenie plonowania rzodkwi oleistej uprawianej w stanowisku po dwóch morfotypach bobiku oraz wpływu zaoranej biomasy na zawartość węgla organicznego w glebie.

METODYKA BADAŃ

Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 1999-2001 na glebie kompleksu I. Zakres zawartości przyswajalnych form składników pokarmowych w glebie przedstawiono w tabeli 1. W doświadczeniu o członie zmianowania: bobik – wsiewka – pszenica ozima, w 2 dekadzie lipca wsiewano w bobik nasiona rzodkwi oleistej w ilości $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Nasiona bobiku zbierano w 3 dekadzie sierpnia, natomiast słomę pozostawiono na poletkach. Przed orką siewną pod pszenicę ozimą wykonano pomiar masy części nadziemnej roślin rzodkwi z powierzchni $0,25 \text{ m}^2$ (4 powtórzenia x obiekty) w dwóch terminach: 15-20 września i 5-10 października. W doświadczeniu o członie zmianowania: bobik – międzyplon ścierniskowy – pszenica jara, po zbiorze nasion bobiku wykonano wysiew nasion rzodkwi w ilości: $25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ w 3 dekadzie sierpnia. Biomasa międzyplonu (połowa doświadczenia) zaorano jesienią, natomiast na wiosnę resztki roślinne (mulcz) wymieszano z glebą za pomocą glebogryzarki. W 1 dekadzie listopada pobrano próbki roślin poplonu do oznaczenia zawartości suchej masy i azotu – metodą Kjeldahla. Próbki gleby do oznaczenia zawartości węgla organicznego z warstwy 0-30 cm, pobrano w terminach: 1 dekada listopada, 1 dekada marca, 2 dekada maja, 1 dekada czerwca. Oznaczenie zawartości węgla organicznego wykonano metodą Tiurina. Doświadczenie polowe zakładano corocznie metodą losowanych podbloków, a istotność różnic pomiędzy średnimi oceniano testem Tukey'a, przy $\alpha = 0,05$.

Tabela 1. Niektóre chemiczne i fizyczne właściwości gleby (w latach 1999-2001)
Table 1. Some chemical and physical properties of the soil (in years 1999-2001)

Warstwy Layers (cm)	Zawartość Content of C (%)	Zawartość Content of N (%)	pH w KCl pH in KCl	P ₂ O ₅ mg·kg ⁻¹	K ₂ O mg·kg ⁻¹	Mg mg·kg ⁻¹	Gęstość Bulk density (g·cm ⁻³)
0-30	0,80-1,49	0,14-0,21	5,72-6,10	127-210	108-175	47-107	1,41-1,50
30-80	0,80-1,05	0,09-0,14	5,44-5,60	30-62	38-52	53-58	1,44-1,56

WYNIKI I DYSKUSJA

Warunki pluwiotermiczne przedstawiono w tabeli 2. W okresie wschodów i początkowego rozwoju wsiewki korzystny rozkład opadów wystąpił w lipcu 2001 roku. Z kolei intensywne opady w lipcu 2000 roku powodowały powolne zasychanie liści u rośliny ochronnej – bobiku i tym samym znaczne zacielenie wschodzących roślin rzodkwi oleistej. Dla wzrostu i rozwoju roślin rzodkwi uprawianej w poplonie najmniej korzystnym okazał się okres od 3 dekady sierpnia do 2 dekady września 1999 roku, z uwagi na małe i nierównomiernie rozłożone opady. Wrzesień i początek października 2001 roku pod względem opadów i temperatury były z kolei bardzo korzystne dla intensywnego wzrostu roślin.

Tabela 2. Rozkład opadów i temperatury powietrza w okresie wegetacji badanych roślin
Table 2. The range of rainfall and air temperature during the vegetation season of plants

Lata Years	Lipiec – July		Sierpień – August			Wrzesień – September			Październik – October		
	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Opady – Rainfall (mm)											
1999	14,1	15,2	14,7	17,3	9,1	16,7	0,0	33,6	58,1	19,1	6,9
2000	55,0	128,0	12,9	6,1	22,3	1,9	33,1	0,0	1,1	0,0	7,6
2001	43,8	79,9	61,5	0,5	15,2	19,0	40,0	54,0	8,0	0,2	11,0
Temperatura – Temperature (°C)											
1999	20,6	19,9	20,8	16,7	15,5	17,1	15,1	17,1	12,0	5,5	9,0
2000	15,1	17,2	18,1	21,8	17,1	13,6	11,8	10,5	13,4	14,1	10,6
2001	22,3	21,2	21,2	21,7	19,5	13,8	12,0	10,8	14,9	11,7	8,7

Wsiewka rzodkwi oleistej plonowała najniżej w pierwszym roku badań (tab. 3) oraz prawie dwukrotnie lepiej w latach 2000, 2001 o czym decydował sprzyjający rozkład opadów w drugiej połowie sierpnia. Znotowano wyższy plon suchej masy roślin rzodkwi oleistej wsiewanej w rośliny bobiku samokończącego, ponieważ rośliny tej formy morfologicznej stwarzają lepsze warunki dla wzrostu i rozwoju wsiewki niż bobik tradycyjny. Samokończące odmiany bobiku

charakteryzują się niższymi roślinami oraz do dwóch tygodni krótszym okresem wegetacji, co warunkuje lepsze siedlisko dla proponowanej wsiewki. W tym przypadku młode rośliny rzodkwi oleistej już na początku sierpnia otrzymywały więcej światła, niż na poletkach z bobikiem tradycyjnym. Wyniki te są zgodne z badaniami przeprowadzonymi w podobnych warunkach siedliskowych przez Szafrąńskiego i Kuliga [11] oraz Gondka i Zajęca [3]. Termin zaorania nadziemnej biomasy wsiewki decydował nie tylko o jej plonie, który był wyższy o 790 kg suchej masy na hektar, ale również o zawartości azotu. W częściach nadziemnych roślin rzodkwi oleistej, zawartość tego składnika wahała się od 2,45 do 3,63% w s.m. dla pierwszego terminu oraz od 2,00 do 2,38% dla orki wykonanej w październiku (tab. 4). Podobnie jak w przypadku plonu suchej masy części nadziemnej o poziomie zawartości azotu w zaoranej biomacie decydował również morfotyp rośliny ochronnej. W tym przypadku wyższą zawartość (o 0,17%) tego składnika zanotowano w biomacie roślin wsiewanych w bobik tradycyjny.

Tabela 3. Plon suchej masy ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) zaoranej części nadziemnej wsiewki

Table 3. Yield of dry matter (kg ha^{-1}) of ploughed aboveground biomass of undersown

Typ bobiku Field bean type	Termin zaorania Date of ploughing	Lata – Years			Średnia Mean	NIR _(0,05) LSD _(0,05)
		1999	2000	2001		
Samokończący	14-18.09	1775	2550	3219	2515	
With top	8-12.10	1940	3604	4100	3215	
inflorescence	Średnia – Mean	1858	3077	3660	2865	214
Tradycyjny	14-18.09	1405	2225	2120	1917	
Traditional	8-12.10	1622	2908	3877	2802	
	Średnia – Mean	1513	2566	2999	2360	
Średnia	14-18.09	1590	2388	2670	2216	
Mean	8-12.10	1781	3256	3988	3008	196
	Średnia – Mean	1686	2822	3329		273

Zawartość węgla organicznego była istotnie mniejsza w maju w porównaniu z terminem listopadowym w drugim roku badań (tab. 5). Gleba pobrana w 2 dekadzie maja charakteryzowała się większą zasobnością tego składnika niż późną jesienią w pierwszym i trzecim roku doświadczenia. Stanowisko po bobiku samokończącym charakteryzowało się większą zawartością C-organicznego niż po bobiku tradycyjnym. Proponowana wsiewka rzodkwi oleistej w bobik nie powodowała istotnej zmiany w zasobności gleby w ten pierwiastek. W badaniach przeprowadzonych przez Kowalińskiego i in. [6] uprawa bobiku w monokulturze powodowała wzrost zawartości C ogółem, a zaorana biomasa poplonów hamowała rozwój chorób podstawy źdźbła zbóż.

Tabela 4. Zawartość azotu (% s.m.) w biomacie nadziemnej wsiewki
Table 4. Nitrogen contents (% d.m.) in aboveground biomass of undersown

Typ bobiku Field bean type	Termin zaorania Date of ploughing	Lata – Years			Średnia Mean	NIR _(0,05) LSD _(0,05)
		1999	2000	2001		
Samokończący With top	14-18.09	2,45	2,75	3,47	2,89	
inflorescence	8-12.10	2,22	2,00	2,02	2,08	
	Średnia – Mean	2,33	2,38	2,75	2,49	r.n. – n.s.
Tradycyjny Traditional	14-18.09	2,66	2,67	3,63	2,99	
	8-12.10	2,38	2,26	2,36	2,33	
	Średnia – Mean	2,52	2,47	3,00	2,66	
Średnia Mean	14-18.09	2,55	2,71	3,55	2,94	
	8-12.10	2,30	2,13	2,19	2,20	0,235
	Średnia – Mean	2,43	2,42	2,87		r.n. – n.s.

Tabela 5. Zawartość węgla organicznego (%) w warstwie gleby 0-30 cm
Table 5. Organic carbon contents (%) in the soil layer 0-30 cm

Obiekty – Treatments		Termin pobrania prób – Date of sampling		Średnia Mean
		1 dekada listopada 1 st decade of November	2 dekada maja 2 nd decade of May	
Lata Years	1999/2000	1,028	1,077	1,052
	2000/2001	0,936	0,855	0,895
	2001/2002	0,918	0,984	0,951
	NIR _(0,05) – LSD _(0,05)		0,035	0,025
Samokończący – With top inflorescence		0,999	1,002	1,000
Bobik tradycyjny – Traditional field bean		0,923	0,941	0,932
	NIR _(0,05) – LSD _(0,05)		r.n. - n.s.	0,020
Kontrola – Control		0,944	0,966	0,955
Wsiewka – Undersown		0,990	0,969	0,980
	NIR _(0,05) – LSD _(0,05)		r.n. - n.s.	r.n. - n.s.

Po roślinach późno schodzących z pola, a do takich zaliczamy bobik, pewne plony można uzyskać jedynie z roślin poplonowych o krótkim okresie wegetacji 65-70 dni (gorczyca, rzodkiew). Nasiona tych roślin do skiełkowania potrzebują mało wody, a do przyrostu masy wykorzystują zasoby wilgoci z mgieł i rosy [12]. W analizowanych badaniach wykonano podorywkę oraz siew nasion poplonu w terminie 28-30.08, stąd plony biomasy zmierzone w 1 dekadzie listopada kształtowały się na średnim poziomie (tab. 6).

Tabela 6. Plon suchej masy ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) i zawartość azotu (% s.m.) międzyplonu ścierniskowego
Table 6. Yield of dry matter (kg ha^{-1}) and nitrogen contents (% d.m.) of stubble catch crop

Typ bobiku Field bean type	s.m. – d.m. ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)			Średnia Mean	% N			Średnia Mean
	1999	2000	2001		1999	2000	2001	
Tradycyjny Traditional	2568	3272	3990	3277	2,60	2,61	3,25	2,82
Samokończący With top inflorescence	3244	3286	3587	3372	2,30	2,36	2,91	2,52
Średnia – Mean	2906	3279	3788		2,45	2,48	3,08	
NIR _(0,05) – LSD _(0,05)		305		r.n. – n.s.		0,39		0,26

Najwyższy plon biomasy rzodkwi zaorano w 2001 roku, na poziomie 3700 kg s. m., o czym decydowały sprzyjające warunki pogodowe w miesiącach wrzesień i październik. Podobnie w badaniach Nowakowskiego i in. [8] stwierdza się duże różnice w plonowaniu rzodkwi w zależności od lat uprawy, natomiast nie zaobserwowano istotnych różnic w zawartości suchej masy. Według Wojciechowskiego [12] o powodzeniu uprawy międzyplonów ścierniskowych decyduje przede wszystkim przebieg warunków pogodowych we wrześniu i październiku. Jak donosi Duer [1] na uwagę zasługuje również mniejsza masa chwastów występujących w zasiewach rzodkwi, co mogłoby potwierdzać wydzielanie biologicznie aktywnych substancji przez ten gatunek. W niniejszych badaniach uprawa międzyplonu ścierniskowego w stanowisku po bobiku tradycyjnym i samokończącym nie różnicowała plonu suchej masy zaoranej części nadziemnej rzodkwi. Miała natomiast wpływ na zawartość azotu w biomase nadziemnej roślin (tab. 6). Istotnie wyższą zawartość zanotowano w roślinach rzodkwi uprawianej w stanowisku po bobiku tradycyjnym w porównaniu z formą samokończącą.

W naszych badaniach nie tylko lata badań miały istotny wpływ na zawartość węgla organicznego w warstwie ornej, ale również istotny był termin pobrania prób gleby (tab. 7). Na początku czerwca wyraźnie wyższą zawartość tego składnika zanotowano w pierwszym i trzecim roku badań w porównaniu do terminu marcowego. Sposób postępowania z biomasa międzyplonów ścierniskowych tj. orka przedzimowa lub mulczowanie nie wpłynęło znacząco na zawartość węgla, przy czym istotnie wyższą zasobność gleby w ten pierwiastek notowano w 1 dekadzie czerwca. Według Orzecha i in. [9] pozostawienie na polu w formie mulczu gorzycy białej przyczyniło się do zmniejszenia ciężaru objętościowego warstwy uprawnej gleby jak również większej akumulacji próchnicy spowodowanej słabszą jej mineralizacją. Gonddek i Zajac [3] podają, że przyoranie biomasy różnych roślin poplonowych nie różnicowało w ciągu jednego sezonu wegetacyjnego zawartości węgla organicznego w glebie. W naszych badaniach stanowisko po międzyplonie

charakteryzowało się wyższą zawartością węgla organicznego w glebie w porównaniu do kontroli już po siedmiu miesiącach od wprowadzenia biomasy do gleby. Bobik tradycyjny pozostawiał stanowisko o niższej zawartości węgla niż morfotyp samokończący, co wynikało prawdopodobnie z różnego tempa rozkładu resztek poźniwnych i słomy.

Tabela 7. Zawartość węgla organicznego (% s.m.) w warstwie gleby 0-30 cm

Table 7. Organic carbon contents (% d.m.) in the soil layer 0-30 cm

Obiekty – Treatments	Termin pobrania prób – Sampling date		Średnia Mean	
	1 dekada marca	1 dekada czerwca		
	1 st decade of March	1 st decade of June		
Lata	2000	1,003	1,170	1,087
Years	2001	0,885	0,929	0,907
	2002	0,930	1,033	0,981
NIR _(0,05) – LSD _(0,05)		0,024		0,017
Biomasa poplonu zaorana jesienią Catch crop biomass ploughed in autumn		0,939	1,033	0,986
Biomasa poplonu inkorporowana wiosną Catch crop biomass incorporated in spring		0,940	1,055	0,997
NIR _(0,05) – LSD _(0,05)		0,034		r.n. – n.s.
Kontrola – Control				0,969
Międzyplon – Stubble catch crop				1,012
NIR _(0,05) – LSD _(0,05)				0,020
Bobik samokończący – Field bean with top inflorescence				1,011
Bobik tradycyjny – Traditional field bean				0,973

WNIOSKI

1. Plonowanie wsiewki uprawianej na zielony nawóz zależy od terminu zaorania, od ilości opadów w sierpniu oraz od rośliny ochronnej. Forma samokończąca okazała się zdecydowanie lepsza jako roślina ochronna dla rzodkwi oleistej niż bobik tradycyjny.

2. Wprowadzona do gleby biomasa wsiewki nie różnicowała zawartości węgla organicznego w glebie w ciągu jednego sezonu wegetacyjnego, natomiast stwierdzono różnicę w zawartości tego składnika między terminem pobrania prób.

3. Rzodkiew oleista uprawiana w międzyplonie ścierniskowym plonowała podobnie w stanowisku po obu morfotypach bobiku. Zaorana biomasa międzyplonu powodowała wzrost zawartości C-organicznego w warstwie ornej na początku czerwca w porównaniu z kontrolą.

PIŚMIENNICTWO

1. **Duer I.:** Mulching effect of catch crop on barley yield, soil water and nitrogen storage (in Polish). *Frag. Agron.*, 1, 29-43, 1996.
2. **Francis G. S., Bartley K. M., Tabley F. T.:** The effect of winter cover crop management on nitrate leaching losses and crop growth. *Journal of Agr. Sci., Cambridge*, 131, 299-308, 1998.
3. **Gondek K., Zajac T.:** Fractional composition of humus of degraded chernozem according to plant species ploughed under (in Polish). *Acta Agr. et Silv. ser. Agr.*, (in press) 2003.
4. **Haunz F. X., Maidl F. X., Fischbeck G.:** Stickstoff-Fixierung von Körnerleguminosen und deren Bedeutung für den N-Umsatz einer Fruchtfolge. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.*, 1, 22-24, 1988.
5. **Jensen E. S.:** The release and fate of nitrogen from catch-crop materials decomposing under field conditions. *Journal of Soil Sci.*, 43, 335-345, 1992.
6. **Kowaliński S., Drozd J., Licznar M.:** Przemiany związków próchnicznych w glebie pod różnymi roślinami uprawnymi w monokulturze i zmianowaniu w świetle dziesięcioletnich doświadczeń. *Rocz. Glebozn.*, 37, 2-3, 169-185, 1986.
7. **Niemyska-Lukaszuk J., Mazur K.:** Effect of intensive mineral fertilization on the composition of humus compounds in a heavy soil (in Polish). *Rocz. Glebozn.*, 37, 2-3, 295-309, 1986.
8. **Nowakowski M., Gutmański L., Kostka-Gościński D.:** Yielding and antinematode acting of new cultivars of oleiferous radish, white mustard and tansy phacelia cultivated as catch crop (in Polish). *Oilseed Crops*, t. XVII/1, 215-221, 1996.
9. **Orzech K., Wanic M., Nowicki J.:** Mass of harvest residues and humus content depending on different cultivation systems on medium soil (in Polish). *Frag. Agron.*, 2, 191-197, 2002.
10. **Szafrański W., Kulig B.:** Spring wheat yielding and content of soil mineral N depending on the timing of ploughing-in catch crop biomass, and nitrogen fertilization (in Polish). *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Sesja Nauk.*, 76, 267-272, 2001.
11. **Szafrański W., Kulig B.:** Yielding of winter wheat grown in stands after field bean and field bean with undersown depending on sowing date, with regard to mineral nitrogen contents in the soil (in Polish). *Acta Agr. et Silv. ser. Agr.*, 39, 73-83, 2001.
12. **Wojciechowski W.:** Stubble catch crops as a factor preventing negative effects of cereal abundance in crop rotation system (in Polish). *Postępy Nauk Rolniczych*, 5, 29-36, 1998.

YIELDING OF CATCH CROP CULTIVATED AFTER FIELD BEAN
AND ORGANIC CARBON CONTENTS IN THE SOIL
DEPENDENT ON WEATHER CONDITIONS

Bogdan Kulig, Wiesław Szafrański, Tadeusz Zajac

Department of Crop Production, University of Agriculture
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków
email: rrbkulig@cyf-kr.edu.pl

Abstract. The experiment was carried out in 1999-2001 on degraded chernozem developed from loess. Three species were sown in a crop rotation link: field bean with top inflorescence and traditional – undersown or stubble catch crop – winter or spring wheat. These experiments investigated the effects of undersown and stubble catch crop management on the accumulation of soil organic carbon. Soil was sampled from layer 0-30 cm, at the following dates: 1st decade of November, 1st decade of March, 2nd decade of May and 1st decade of June. The research proved that the undersown

and stubble catch crops might be an important component of crop rotation, particularly in case of the residues a lot of mineral nitrogen from previous crop (field bean) in the sites for wheat. Ploughing down of the undersown and stubble catch crop increase organic carbon contents, improve the soil condition, and as a result increase yield of subsequent crop. Surface plant biomass mulching and soil cultivation before spring wheat sowing not differentiated organic carbon contents in the 0-30 cm layer.

Key words : catch crop, yield, organic carbon