

ZAWARTOŚĆ I AKUMULACJA MAKROSKŁADNIKÓW W BIOMASIE ROŚLIN NIEMOTYLKOWATYCH UPRAWIANYCH W MIĘDZYPLONIE ŚCIERNISKOWYM

Edward Wilczewski, Zbigniew Skinder

Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

Streszczenie. Celem przeprowadzonych badań było określenie akumulacji składników nawozowych w biomacie roślin niemotylkowatych uprawianych w międzyplonie ścierniskowym. Badania polowe wykonano w latach 1996-1998 w Stacji Badawczej Wydziału Rolniczego ATR w Mochełku koło Bydgoszczy, na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego. Przedmiotem badań było pięć gatunków roślin niemotylkowatych: gorczyca biała, rzodkiew oleista, rzepak ozimy, słonecznik zwyczajny i facelia błękitna, uprawianych w międzyplonie ścierniskowym po pszenicy ozimej. W badaniach stosowano trzy warianty nawożenia roślin: gnojowicą bydlęcą, słomą pszenną z dodatkiem nawozów mineralnych oraz wyłącznie nawozami mineralnymi. Badania wykazały duże zdolności roślin niemotylkowatych do akumulacji makroskładników niewykorzystanych przez rośliny uprawiane w przedplonie. Wszystkie badane rośliny zakumulowały w swojej biomacie znacznie więcej azotu i potasu niż wniesiono w postaci nawozów. Zasadnicza masa pobranych składników pokarmowych była gromadzona w biomacie nadziemnej roślin uprawianych w międzyplonie ścierniskowym. Największymi zdolnościami akumulacji składników mineralnych wykazała się rzodkiew oleista.

Słowa kluczowe: międzyplon ścierniskowy, słonecznik, rzodkiew oleista, facelia błękitna, gnojowica bydlęca, słoma pszenna

WSTĘP

Badania wykonane w Polsce w okresie ostatnich dwudziestu lat wskazują na szereg korzyści wynikających z uprawy roślin w międzyplonach ścierniskowych [Deryło i Pałowski 1992, Duer 1996, Parylak 1998, Jaskulski i in. 2000, Skinder i Wilczewski 2004]. Autorzy podkreślają dobroczynny wpływ międzyplonów na właściwości fizyczne, chemiczne [Thorup-Kristensen 1994, Duer 1996, Parylak 1998] i biologiczne gleby [Deryło i Pałowski 1992]. Wprowadzenie międzyplonów ścierniskowych do podo-

zmianów zbożowych przyczynia się z reguły do istotnej zwyczajki plonów ziarna lub poprawy jego jakości.

Bardzo ważną rolą międzyplonów ścierniskowych jest zakumulowanie i zabezpieczenie przed stratami składników mineralnych, niewykorzystanych w okresie wegetacji zbóż ozimych. Przyczynia się to do zmniejszenia zagrożenia ekologicznego oraz poprawy zaopatrzenia roślin następczych w składniki pokarmowe. W badaniach Duer [1996] ilość N-NO₃ w glebie po zakończeniu wegetacji roślin międzyplonowych była o około 30% mniejsza niż na glebach bez międzyplonu. Runowska-Hryńczuk i in. [1998] wskazują na dużą wartość roślin z rodziny *Brassicaceae*, które cechują się nie tylko szybkim wzrostem i niewysoką ceną nasion, ale także stosunkowo wolną mineralizacją ich masy organicznej w glebie i stopniowym udostępnianiem roślinom następczym zawartych w niej składników.

Celem przeprowadzonych badań było określenie możliwości akumulacji składników mineralnych w biomacie roślin niemotylikowatych uprawianych w międzyplonie ścierniskowym.

MATERIAŁ I METODY

W latach 1996-1998 w Stacji Badawczej Wydziału Rolniczego ATR w Mochelku koło Bydgoszczy (17°51' długości geograficznej i 53°13' szerokości geograficznej północnej) wykonano ściśle doświadczenia polowe metodą równoważnych podbloków, w czterech powtórzeniach.

Doświadczenia polowe przeprowadzono na glebie płowej, wytworzonej z piasku gliniastego mocnego, należącej do kompleksu żytniego bardzo dobrego, o bardzo wysokiej zasobności w przyswajalny fosfor (8,8 mg P w 100 g), wysokiej zawartości potasu (16,0 mg K w 100 g) oraz średniej magnezu (6,28 mg Mg w 100 g). Odczyn gleby w 1 M KCl wynosił 5,84.

Czynnikami doświadczenia były:

1) sposób nawożenia międzyplonów ścierniskowych:

- obiekt I – gnojowica bydłowa,
- obiekt II – słoma + nawożenie mineralne (kg·ha⁻¹): 80 N, 60 P₂O₅, 80 K₂O,
- obiekt III – nawożenie mineralne (kg·ha⁻¹): 80 N, 60 P₂O₅, 80 K₂O;

2) gatunek rośliny uprawianej w międzyplonie ścierniskowym:

- gorczyca biała 'Nakielska',
- rzodkiew oleista 'Adagio',
- rzepak ozimy 'Bolko',
- słonecznik zwyczajny 'Wielkopolski',
- facelia błękitna 'Stala'.

W obiekcie I dawkę gnojowicy ustalano na podstawie zawartości N, którą oznaczano w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Bydgoszczy. Średnia zawartość składników nawozowych wynosiła: 0,21% N, 0,064% P₂O₅ i 0,25% K₂O w świeżej masie, a zawartość suchej masy – 4,19%. Dawka azotu z gnojowicy odpowiadała dawce wnoszonej w postaci nawozu mineralnego w obiekcie III, przy uwzględnieniu równoważnika nawozowego na poziomie 50%. Gnojowica zaspokajała również nawożenie fosforo-potasowe na poziomie dawek zastosowanych w obiekcie III (60 kg·ha⁻¹ P₂O₅ i 80 kg·ha⁻¹ K₂O).

W obiekcie II pozostała po omłocie pszenicy ozimej słomę rozdrobniono i uzupełniono dawką 5 kg N na tonę słomy.

Powierzchnia poletek do siewu wynosiła 15 m², a do zbioru 12 m². Międzyplon ścierniskowy wysiewano po zbiorze pszenicy ozimej. Rośliny zbierano po 75-78 dniach od daty siewu.

Po wysiewie nawozów mineralnych i rozlaniu gnojowicy wykonywano talerzowanie, a następnie orkę na głębokość około 12 cm. Przed siewem glebę doprawiano agrematem uprawowym.

Parametry siewu międzyplonów:

- a) rozstawa rzędów, cm:
 - gorczyca, rzodkiew, rzepak, facelia – 12,5,
 - słonecznik – 19,0;
- b) głębokość siewu, cm:
 - gorczyca, rzodkiew, rzepak, facelia – 2,0,
 - słonecznik – 5,0;
- c) ilość wysiewu, kg·ha⁻¹:
 - rzepak – 8,
 - gorczyca, rzodkiew – 12,
 - słonecznik – 30,
 - facelia – 10.

Nasiona roślin uprawianych w międzyplonie ścierniskowym wysiewano siewnikiem poletkowym OYORD, w terminie 6-12 sierpnia.

Przy zbiorze roślin określano plon świeżej masy oraz pobrano po 0,5 kg biomasy nadziemnej międzyplonów z każdego poletka do oznaczenia zawartości makroskładników (N, P, K, Ca, Mg) i ustalenia plonu suchej masy. Masę resztek pozbiorowych określono na podstawie monolitów glebowych o wymiarach 25 x 25 x 25 cm. W pobranych próbach resztek pozbiorowych oznaczono również zawartość makroelementów. Wyniki obejmujące plon suchej masy międzyplonów przedstawiono we wcześniejszej pracy [Wilczewski 2004]. Na podstawie plonu suchej masy i zawartości składników mineralnych obliczono ich akumulację w biomase międzyplonów.

Analizę wariancji dla modelu 'Split – Block' przeprowadzono za pomocą programu komputerowego AWAR, opracowanego przez IUNG w Puławach. Istotność różnic określono półprzedziałem ufności Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Badane rośliny uprawiane w międzyplonie ścierniskowym zawierały zróżnicowaną ilość azotu w biomase nadziemnej (tab. 1). Najbogatsze w ten składnik okazały się rzodkiew oleista (3,06-3,47%), rzepak ozimy (2,97-3,25%) i gorczyca biała (2,90-3,17%). Najmniej azotu w suchej masie biomasy nadziemnej pozostawiała facelia błękitna (2,37-2,79%). Średnia zawartość azotu w słoneczniku była istotnie wyższa niż w facelii, lecz istotnie niższa w porównaniu z rzodkwią oleistą.

W badaniach Boguszewskiego i in. [1972] również największą zawartością azotu charakteryzowała się rzodkiew oleista, zaś najmniejszą słonecznik, który w tych warunkach (gleba piaszczysta, słabo gliniasta, zalegająca na piasku luźnym) ustępował pod

tym względem facelii. Jednak słonecznik przewyższał facelię plonem zielonki i składników pokarmowych (N, P i K).

Tabela 1. Zawartość N, P, K, Ca i Mg w suchej masie części nadziemnych międzyplonów ścierniskowych, średnie z lat 1996-1998, %

Table 1. Content of N, P, K, Ca and Mg in the dry matter of overground parts of stubble intercrops, 1996-1998 means, %

Składnik Element	Wariant nawożenia Fertilisation variant	Międzyplon – Intercrop					
		Gorczyca biała White mustard	Rzodkiew oleista Radish	Rzepak ozimy Winter rape	Słonecznik zwyczajny Sunflower	Facelia błękitna Tansy phacelia	Średnia Mean
N	I	2,95 aA	3,06 bA	2,97 aA	2,65 bAB	2,37 bB	2,80 b
	II	3,17 aA	3,06 bA	3,23 aA	3,17 aA	2,51 abB	3,03 a
	III	2,90 aB	3,47 aA	3,25 aAB	2,90 abB	2,79 aB	3,06 a
	Średnia – Mean	3,01 AB	3,20 A	3,15 AB	2,91 B	2,56 C	–
P	I	0,39 aB	0,56 aA	0,45 aAB	0,54 aAB	0,53 aAB	0,49 a
	II	0,39 aB	0,54 aAB	0,48 aAB	0,57 aA	0,49 aAB	0,49 a
	III	0,39 aB	0,56 aA	0,49 aAB	0,54 aAB	0,55 aAB	0,51 a
	Średnia – Mean	0,39 B	0,55 A	0,47 AB	0,55 A	0,52 A	–
K	I	3,46 aAB	4,25 aA	3,10 aB	4,13 aA	3,96 aA	3,78 a
	II	3,39 aBC	4,16 aAB	3,17 aC	4,38 aA	3,90 aABC	3,80 a
	III	3,48 aBC	4,18 aAB	3,20 aC	4,32 aA	3,88 aABC	3,81 a
	Średnia – Mean	3,44 BC	4,20 A	3,16 C	4,28 A	3,91 AB	–
Mg	I	0,20 aAB	0,22 aAB	0,16 aB	0,25 aA	0,20 aAB	0,21 a
	II	0,20 aAB	0,19 aB	0,16 aB	0,27 aA	0,20 aAB	0,20 a
	III	0,22 aA	0,21 aAB	0,14 aB	0,25 aA	0,22 aA	0,21 a
	Średnia – Mean	0,21 AB	0,21 AB	0,15 B	0,26 A	0,21 AB	–
Ca	I	1,58 aA	1,48 aAB	1,19 aB	1,44 aAB	1,66 aA	1,47 a
	II	1,53 aA	1,57 aA	1,12 aB	1,56 aA	1,63 aA	1,48 a
	III	1,49 aAB	1,43 aAB	1,02 aC	1,31 aBC	1,72 aA	1,39 a
	Średnia – Mean	1,53 A	1,49 A	1,11 B	1,44 A	1,67 A	–

I – nawożenie gnojowicą bydlęcą – fertilized with cattle slurry

II – nawożenie słomą oraz nawozami mineralnymi – fertilized with straw and minerals

III – wyłącznie nawozami mineralnymi – fertilized with minerals only

a, b, c – średnie oznaczone tymi samymi dużymi literami w rzędach i małymi w kolumnach nie różnią się istotnie – mean values followed by the same capital letters in rows and lower-case letters in columns are not significantly different

W badaniach własnych średnio najwięcej azotu w biomase nadziemnej zakumulowały rzodkiew oleista i gorczyca biała, zaś najmniej słonecznik i rzepak (tab. 2). Różnice pomiędzy gatunkami wynikały przede wszystkim z różnic w poziomie plonowania badanych roślin. Wyniki te są bardzo zbliżone do uzyskanych w badaniach Thorup-Kristensen [1994], która wykazała szczególnie dużą przydatność roślin z rodziny *Brassicaceae* (rzodkwi pastewnej, gorzycy białej) do ochrony gleby przed zagrożeniem wymywaniem azotu mineralnego w okresie jesienno-zimowym, gdyż rośliny te mają największą zdolność gromadzenia tego składnika.

W badaniach własnych stwierdzono również istotny wpływ sposobu nawożenia międzyplonów na zawartość procentową azotu (tab. 1). Przy czym poszczególne gatun-

ki reagowały odmiennie; zielonka z rzodkwi oleistej i facelii błękitnej była najbogatsza w ten składnik po nawożeniu wyłącznie nawozami mineralnymi. Dla słonecznika najlepsze pod tym względem okazało się nawożenie z użyciem słomy pszennej, zaś gorczyca i rzepak nie reagowały zmianą zawartości azotu w biomase nadziemnej pod wpływem stosowanych sposobów nawożenia.

Tabela 2. Akumulacja N, P, K, Ca i Mg w częściach nadziemnych międzyplonów ścierniskowych, średnie z lat 1996-1998, kg·ha⁻¹

Table 2. Accumulation of N, P, K, Ca and Mg in overground parts of stubble intercrops, 1996-1998 means, kg·ha⁻¹

Składnik Element	Wariant nawożenia Fertilisation variant	Międzyplon – Intercrop					Średnia Mean
		Gorczyca biała White mustard	Rzodkiew oleista Radish	Rzepak ozimy Winter rape	Słonecznik zwyczajny Sunflower	Facelia błękitna Tansy phacelia	
N	I	128 aAB	138 aA	92 aBC	74 aC	94 aBC	105 a
	II	129 aA	123 aA	84 aB	76 aB	104 aAB	103 a
	III	133 aAB	163 aA	115 aBC	87 aC	111 aBC	122 a
	Średnia – Mean	130 AB	141 A	97 C	79 C	103 BC	–
P	I	16,6 aBC	24,9 aA	13,6 aC	14,7 aC	20,4 aAB	18,0 a
	II	16,4 aAB	21,5 aA	12,5 aB	14,4 aB	20,5 aA	17,1 a
	III	17,8 aBC	25,8 aA	17,1 aBC	15,8 aC	21,4 aAB	19,6 a
	Średnia – Mean	16,9 BC	24,1 A	14,4 C	15,0 C	20,8 AB	–
K	I	151 aAB	195 aA	97 aC	112 aBC	158 aA	143 a
	II	137 aAB	164 aA	82 aC	106 aBC	161 aA	130 a
	III	160 aAB	195 aA	115 aB	131 aB	156 aAB	151 a
	Średnia – Mean	149 AB	185 A	98 C	116 BC	158 A	–
Mg	I	8,6 aAB	9,8 aA	4,6 aC	6,7 aBC	7,5 aAB	7,4 a
	II	8,3 aA	7,5 aA	4,1 aB	6,6 aAB	8,2 aA	6,9 a
	III	10,0 aA	9,5 aA	4,4 aB	7,4 aA	8,6 aA	8,0 a
	Średnia – Mean	9,0 A	8,9 A	4,4 C	6,9 B	8,1 AB	–
Ca	I	68,8 aA	65,7 aA	38,2 aA	42,3 aA	65,0 aA	56,0 a
	II	65,7 aA	66,1 aA	30,0 aB	41,5 aAB	65,3 aA	53,7 a
	III	64,7 aA	65,7 aA	38,5 aA	39,4 aA	68,1 aA	55,3 a
	Średnia – Mean	66,4 A	65,8 A	35,6 B	41,1 AB	66,1 A	–

I, II, III; a, b, c – objaśnienia jak w tabeli 1 – for explanations, see Table 1

Oznaczona w zielonce międzyplonów zawartość fosforu była w badanych gatunkach różna (tab. 1). Najbogatsza w ten składnik była zielonka słonecznika zwyczajnego, rzodkwi oleistej i facelii błękitnej. Istotnie najmniejszą zawartość fosforu stwierdzono w gorczycy białej.

Najwięcej fosforu w zielonce zgromadziła rzodkiew oleista (24,1 kg·ha⁻¹) i facelia błękitna (20,8 kg·ha⁻¹), zaś najmniej słonecznik zwyczajny (15,0 kg·ha⁻¹) i rzepak ozimy (14,4 kg·ha⁻¹) (tab. 2).

Rośliny uprawiane w międzyplonie ścierniskowym akumulowały bardzo dużo potasu (tab. 1 i 2). Najwięcej tego składnika stwierdzono w biomase nadziemnej rzodkwi oleistej (164-195 kg·ha⁻¹) oraz facelii błękitnej (156-161 kg·ha⁻¹), najmniej w rzepaku ozimym (82-115 kg·ha⁻¹) i słoneczniku zwyczajnym (106-131 kg·ha⁻¹). Akumulacja tak

dużych ilości potasu wynikała zarówno z wysokich plonów suchej masy, jak również z dużej koncentracji tego składnika w częściach nadziemnych badanych roślin. Najbogatszy w potas był słonecznik zwyczajny (średnio 4,28%) i rzodkiew oleista (średnio 4,20%), najuboższy – rzepak ozimy (średnio 3,16%). Różnice zostały potwierdzone statystycznie. Tak wysoka zawartość tego składnika wynika ze zbioru międzyplonów przed zakończeniem wegetacji roślin, a tym samym przed przekazaniem części składników pokarmowych do korzeni oraz powtórnie do gleby. W badaniach Boguszewskiego i in. [1972] zawartość potasu w suchej masie słonecznika przekraczała nawet 6%. Również Koter i Krawczyk [1977] stwierdziły wysoką zawartość potasu w suchej masie międzyplonów ścierniskowych. Autorki wykazały, że ilość pobranego przez rośliny potasu była znacznie większa od dawki wniesionej w postaci nawozów.

Magnez był składnikiem gromadzonym przez międzyplony w niewielkich ilościach (tab. 1 i 2). Najwięcej tego składnika stwierdzono w gorczycy białej (średnio $9,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), rzodkwi oleistej (średnio $8,9 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) i facelii błękitnej (średnio $8,1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), najmniej w rzepaku (średnio $4,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Słonecznik pomimo najwyższej zawartości magnezu w suchej masie (0,26%) gromadził zaledwie $6,9 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ tego składnika. Stwierdzono istotne różnice zawartości magnezu w suchej masie badanych gatunków roślin. Słonecznik zawierał istotnie więcej tego pierwiastka niż rzepak.

Zawartość wapnia w zielonce rzepaku była istotnie niższa niż w pozostałych gatunkach (tab. 1). Masa zgromadzonego w częściach nadziemnych rzepaku wapnia była o połowę mniejsza niż w facelii, gorczycy i rzodkwi. To duże zróżnicowanie ilości gromadzonego w zielonce wapnia wynikało z faktu, że najbogatsze w ten składnik były rośliny plonujące najwyżej.

Badania nie wykazały istotnego wpływu sposobu nawożenia międzyplonów na zawartość fosforu, potasu, magnezu i wapnia w biomase nadziemnej (tab. 1).

Zawartość procentowa i ilość gromadzonych w resztkach pozbiorowych składników mineralnych (tab. 3 i 4) była znacznie niższa od stwierdzonych w zielonce roślin uprawianych w międzyplonach (tab. 1 i 2). Badane gatunki istotnie różniły się koncentracją poszczególnych składników. Średnia zawartość fosforu, magnezu i wapnia kształtowała się na poziomie uzyskanym przez Batalina [1962] i Deryłę [1990]. Stwierdzono natomiast stosunkowo wysoką zawartość azotu i potasu, zdaniem Batalina [1962] typową dla roślin niemotylikowatych, zbieranych przed osiągnięciem dojrzałości. Szczególnie dużo tych składników zawierają rośliny należące do rodziny *Brassicaceae*, które pod tym względem są zbliżone do roślin motylikowatych i mogą odgrywać ważną rolę w podnoszeniu żyzności gleby.

Sposób nawożenia międzyplonów nie wywarł większego wpływu na zawartość składników w resztkach pozbiorowych. Średnie zawartości potasu, fosforu i magnezu były bardzo zbliżone. Zawartość azotu była najwyższa w obiektach nawożonych słomą pszeną, na których resztki pozbiorowe zawierały średnio o 16,5% więcej tego składnika niż po nawożeniu gnojowicą i o 13,6% więcej niż po zastosowaniu wyłącznie nawożenia mineralnego (tab. 3). Większa koncentracja azotu w obiektach nawożonych słomą pszeną (w porównaniu z pozostałymi) mogła wynikać z mniejszego plonu biomasy międzyplonów. Zawartość wapnia była najmniejsza w resztkach pozbiorowych pochodzących z obiektów nawożonych wyłącznie nawozami mineralnymi. Po nawożeniu słomą pszeną średnia zawartość wapnia była o 14,5% wyższa, zaś w obiektach nawożonych gnojowicą bydłą resztki pozbiorowe zawierały o 15,8% więcej tego składnika niż nawożone wyłącznie mineralnie.

Tabela 3. Zawartość N, P, K, Ca i Mg w suchej masie resztek pozbiorowych międzyplonów ścierniskowych, średnie z lat 1996-1998, %

Table 3. Content of N, P, K, Ca and Mg in the dry matter of post-harvest residue of stubble intercrops, 1996-1998 means, %

Składnik Element	Wariant nawożenia Fertilisation variant	Międzyplon – Intercrop					Średnia Mean
		Gorczyca biała White mustard	Rzodkiew oleista Radish	Rzepak ozimy Winter rape	Słonecznik zwyczajny Sunflower	Facelia błękitna Tansy phacelia	
N	I	1,49 bC	2,39 aA	2,05 cB	1,28 aC	1,40 bC	1,72 b
	II	1,87 aC	2,52 aB	2,85 aA	1,43 aD	1,64 aCD	2,06 a
	III	1,15 cC	2,44 aA	2,52 bA	1,34 aBC	1,47 abB	1,78 b
	Średnia – Mean	1,50 B	2,45 A	2,47 A	1,35 C	1,50 B	–
P	I	0,36 aAB	0,58 aA	0,41 aAB	0,26 aB	0,39 aAB	0,40 a
	II	0,28 aA	0,56 aA	0,47 aA	0,28 aA	0,40 aA	0,40 a
	III	0,28 aB	0,58 aA	0,46 aAB	0,32 aAB	0,34 aAB	0,40 a
	Średnia – Mean	0,31 CD	0,57 A	0,45 B	0,29 D	0,38 BC	–
K	I	1,88 aB	3,24 aA	2,17 bB	1,93 aB	2,15 aB	2,27 a
	II	1,48 bC	3,18 aA	2,38 bB	2,19 aB	2,29 aB	2,30 a
	III	1,53 bC	2,88 bA	2,74 aA	2,17 aB	2,09 aB	2,28 a
	Średnia – Mean	1,63 D	3,10 A	2,43 B	2,10 C	2,18 BC	–
Mg	I	0,12 aB	0,24 aA	0,15 aB	0,13 aB	0,14 aB	0,16 a
	II	0,10 aC	0,18 bA	0,16 aAB	0,16 aAB	0,13 aBC	0,15 a
	III	0,10 aC	0,25 aA	0,16 aB	0,15 aB	0,15 aB	0,16 a
	Średnia – Mean	0,11 C	0,22 A	0,16 B	0,15 B	0,14 BC	–
Ca	I	0,40 aB	0,66 aA	0,38 bB	0,42 aB	0,67 aA	0,51 a
	II	0,34 aC	0,64 abA	0,47 aB	0,34 bC	0,70 aA	0,50 a
	III	0,27 bC	0,58 bA	0,51 aAB	0,31 bC	0,46 bB	0,43 b
	Średnia – Mean	0,34 C	0,63 A	0,45 B	0,36 C	0,61 A	–

I, II, III; a, b, c – objaśnienia jak w tabeli 1 – for explanations, see Table 1

Łączna masa zgromadzonego przez rośliny potasu mieściła się w przedziale od 177,2 kg·ha⁻¹ (słonecznik) do 313,9 kg·ha⁻¹ (rzodkiew) (rys. 1). Stanowiło to od 267 do 428% masy wniesionej w postaci nawozów. Nieco mniejsza była masa zakumulowanego azotu – od 114,6 kg·ha⁻¹ (słonecznik) do 240,1 kg·ha⁻¹ (rzodkiew), co stanowiło od 143 do 300% dawki nawozowej. Zdecydowanie mniejsza była ilość zgromadzonego w biomase roślin fosforu – od 23,0 do 46,6 kg·ha⁻¹ (87,7-177,7% masy wniesionej w nawozach). Wyniki te wskazują na dużą przydatność roślin niemotylikowych, a w szczególności rzodkwi oleistej, do zagospodarowywania składników pokarmowych niewykorzystanych przez rośliny uprawiane w plonie głównym, narażonych na wypłukanie do głębszych warstw profilu glebowego.

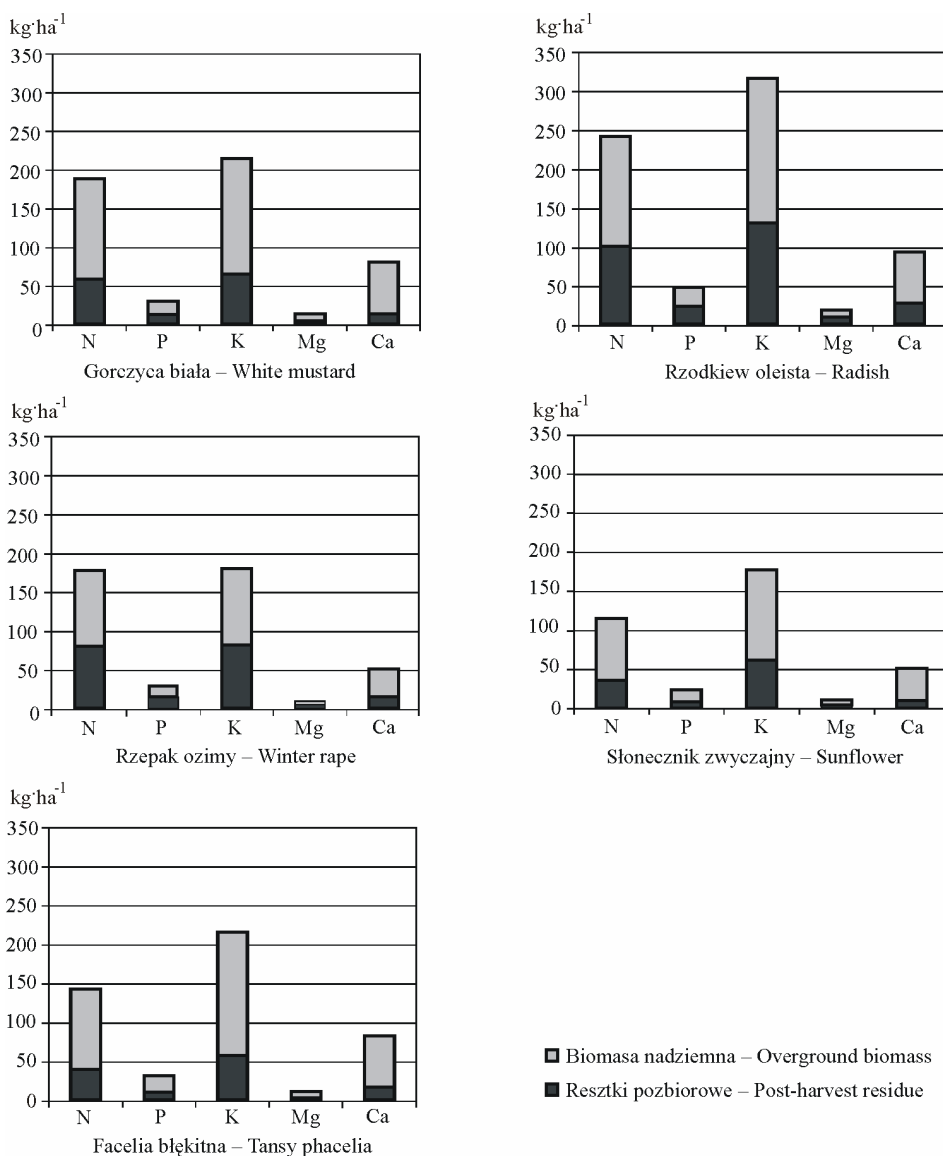
Na duże znaczenie ekologiczne rzodkwi wskazują również badania duńskie, w których stwierdzono znaczne możliwości tej rośliny do odzyskiwania składników pokarmowych, nawet w sytuacji, gdy znajdowały się one w głębszej warstwie profilu glebowego (1-2,5 m) [Kristensen i Thorup-Kristensen 2004].

Tabela 4. Akumulacja N, P, K, Ca i Mg w resztkach pozbiorowych międzyplonów ścierniskowych, średnie z lat 1996-1998, kg·ha⁻¹Table 4. Accumulation of N, P, K, Ca and Mg in post-harvest residue of stubble intercrops, 1996-1998 means, kg·ha⁻¹

Składnik Element	Wariant nawożenia Fertilisation variant	Międzyplon – Intercrop					
		Gorczyca biała White mustard	Rzodkiew oleista Radish	Rzepak ozimy Winter rape	Słonecznik zwyczajny Sunflower	Facelia błękitna Tansy phacelia	Średnia Mean
N	I	55,8 aAB	90,0 aA	65,9 aAB	32,9 aB	38,6 aB	56,6 a
	II	73,7 aAC	103,7 aA	89,1 aA	38,2 aC	40,0 aC	68,9 a
	III	43,0 aBC	103,5 aA	83,8 aAB	35,8 aC	37,7 aC	60,8 a
	Średnia – Mean	57,5 BC	99,1 A	79,6 AB	35,6 C	38,8 C	–
P	I	13,8 aB	22,0 aA	12,8 aB	7,5 aB	10,8 aB	13,4 a
	II	11,7 aB	21,8 aA	14,9 aAB	7,9 aB	9,8 aB	13,2 a
	III	10,5 aB	23,6 aA	15,5 aB	8,7 aB	8,7 aB	13,4 a
	Średnia – Mean	12,0 B	22,5 A	14,4 B	8,0 B	9,8 B	–
K	I	72,4 aA	126,0 aA	71,3 aA	57,9 aA	61,2 aA	77,8 a
	II	62,0 aAB	130,9 aA	78,2 aAB	63,9 aAB	56,0 aB	78,2 a
	III	58,7 aB	129,7 aA	93,8 aAB	61,7 aAB	53,7 aB	79,5 a
	Średnia – Mean	64,4 B	128,9 A	81,1 AB	61,2 B	57,0 B	–
Mg	I	4,5 aB	9,0 abA	4,7 aB	3,1 aB	3,7 aB	5,0 a
	II	4,1 aB	7,7 bA	5,1 aAB	4,0 aB	3,3 aB	4,8 a
	III	3,5 aB	10,2 aA	5,3 aB	3,6 aB	3,7 aB	5,3 a
	Średnia – Mean	4,0 B	9,0 A	5,0 B	3,6 B	3,6 B	–
Ca	I	14,9 aA	25,5 aA	12,5 aA	11,6 aA	19,3 aA	16,8 a
	II	13,8 aA	26,6 aA	15,4 aA	9,6 aA	17,0 aA	16,5 a
	III	10,1 aAB	27,1 aA	17,3 aAB	8,4 aB	11,7 aB	14,9 a
	Średnia – Mean	12,9 AB	26,4 A	15,1 AB	9,9 B	16,0 AB	–

I, II, III; a, b, c – objaśnienia jak w tabeli 1 – for explanations, see Table 1

Badane gatunki roślin, uprawiane jako międzyplony ścierniskowe, zasadniczą masę składników mineralnych akumulują w biomase nadziemnej (rys. 1). Gatunkiem, który proporcjonalnie najmniej składników gromadził w resztkach pozbiorowych, była facelia błękitna. W biomase podziemnej tej rośliny stwierdzono od 19,5% łącznej masy zakumulowanego wapnia do 32% fosforu. Wynikało to z niższego w porównaniu z roślinami z rodziny *Brassicaceae* plonu resztek pozbiorowych. Największym udziałem składników zgromadzonych w resztkach pozbiorowych cechował się rzepak (od 29,8% wapnia do 53,5% magnezu). Powodem takiego rozmieszczenia składników w biomase międzyplonów mogły być sprzyjające warunki wodne w okresie wzrostu i rozwoju roślin. Zdaniem Batalina [1962] dobre zaopatrzenie w wodę sprzyja intensywnemu rozwojowi biomasy nadziemnej i zmniejszeniu dopływu składników do korzeni. Dlatego w zależności od tego, czy w okresie wegetacyjnym rośliny mają dostateczną ilość wody, czy też jej niedobór lub nadmiar, odpowiednio kształtuje się stosunek ich masy podziemnej do nadziemnej, a w konsekwencji również rozmieszczenie zgromadzonych w tej biomase składników.



Rys. 1. Łączna akumulacja składników mineralnych w częściach nadziemnych i resztkach pozbiorowych międzyplonów, kg·ha⁻¹

Fig. 1. Total accumulation of minerals in the overground parts and post-harvest residue of intercrops, kg·ha⁻¹

WNIOSKI

1. Badane rośliny niemotylikowate, uprawiane w międzyplonie ścierniskowym, akumulowały w swojej biomase znacznie więcej azotu (143-300%) i potasu (267-428%)

niż wniesiono w postaci nawozów przed siewem nasion. Świadczy to o możliwości wykorzystania ich do ochrony gleby przed utratą niewykorzystanych przez rośliny przedplonowe składników.

2. Rzodkiew oleista istotnie przewyższa pozostałe gatunki pod względem możliwości akumulacji w swej biomase wszystkich badanych pierwiastków.

3. Zasadnicza masa (46,5-83,7%) pobranych przez rośliny uprawiane w międzyplonie składników mineralnych została zakumulowana w ich biomase nadziemnej. Jedyne rzepak ozimy i rzodkiew oleista cechowały się większym (28,6-53,5%) niż inne gatunki udziałem makroelementów zgromadzonych w masie resztek pozbiorowych.

4. Sposób nawożenia międzyplonów nie wpłynął istotnie na ilość akumulowanych przez rośliny składników mineralnych.

LITERATURA

- Batalin M., 1962. Studium nad resztkami późniwnymi roślin uprawnych w łanie. PWRiL Warszawa, Roczn. Nauk Roln. T. 98 D.
- Boguszewski W., Maćkowiak Cz., Drzas K., Świrniak F., 1972. Poplony ścierniskowe z roślin niemotylikowych i ich wartość nawozowa. Pam. Puł. 55, 91-107.
- Deryło S., 1990. Badania nad regenerującą rolą poplonów ścierniskowych w płodozmianach o różnym udziale zbóż. AR Lublin, Rozp. Nauk. 127.
- Deryło S., Pawłowski F., 1992. Wpływ poplonu ścierniskowego na zachwaszczenie pszenicy ozimej i jęczmienia jarego w płodozmianach o różnym udziale zbóż. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sect. E, Agricultura XLVII (2), 7-12.
- Duer I., 1996. Mulczujący wpływ międzyplonu na plonowanie jęczmienia jarego oraz zawartość wody i azotanów w glebie. Fragm. Agron. 1, 29-43.
- Jaskulski D., Tomalak S., Rudnicki F., 2000. Regeneracja stanowiska po pszenicy ozimej dla jęczmienia jarego przez rośliny międzyplonu ścierniskowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 470, 49-57.
- Koter Z., Krawczyk Z., 1977. Plonowanie i skład chemiczny kilku gatunków roślin niemotylikowych uprawianych w poplonie ścierniskowym w zależności od dawki azotu i terminu sprzętu. Pam. Puł. 68, 105-119.
- Kristensen H., Thorup-Kristensen K., 2004. Root growth and nitrate uptake of three different catch crops in deep soil layers. Soil Sci. Soc. Am. J. 68 (2), 529-537.
- Parylak D., 1998. Międzyplony ścierniskowe jako czynnik regeneracyjny w monokulturze pszenicy ozimego uprawianego na glebie lekkiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 460, 711-718.
- Runowska-Hryńczuk B., Hryńczuk B., Weber R., 1998. Wpływ przyorania poplonów ścierniskowych na właściwości chemiczno – biologiczne gleby. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 460, 145-152.
- Skinder Z., Wilczewski E., 2004. Wartość przedplonowa dla jęczmienia jarego roślin niemotylikowych uprawianych w międzyplonie ścierniskowym w warunkach różnego nawożenia. EJPAU, Agronomy 7 (1), www.ejpau.media.pl.
- Thorup-Kristensen K., 1994. The effect of nitrogen catch crop species on the nitrogen nutrition of succeeding crops. Fertilizer Research 37, 227-234.
- Wilczewski E., 2004. Wpływ sposobu nawożenia na plon biomasy roślin niemotylikowych uprawianych w międzyplonie ścierniskowym. Acta Sci. Pol., Agricultura 3(1), 139-148.

CONTENT AND ACCUMULATION OF MACROELEMENTS IN THE BIOMASS OF NON-PAPILIONACEOUS PLANTS GROWN IN STUBBLE INTERCROP

Abstract. The aim of the present research was to define the accumulation of fertilization macroelements in the biomass of non-papilionaceous plants grown in stubble intercrop. The field experiments were carried out over 1996-1998 at the Research Station of the Faculty of Agriculture at Mochełek in the vicinity of Bydgoszcz, on a very good rye complex soil. The research covered five non-papilionaceous plant species: white mustard, radish, winter rape, sunflower and tansy phacelia, grown in stubble intercrop after winter wheat. Three plant fertilization variants were used: cattle slurry, wheaten straw with mineral fertilizers added and mineral fertilizers exclusively. The research showed a high potential of non-papilionaceous plants to accumulate macroelements unused by plants cultivated as a forecrop. All the plants accumulated much more nitrogen and potassium in its biomass than the amount of their intake in a form of fertilizers. The substantial part of the matter of the nutrient uptake was accumulated in the overground biomass of plants cultivated in stubble intercrop. The greatest macroelements accumulation potential was recorded for radish.

Key words: stubble intercrop, sunflower, radish, tansy phacelia, cattle slurry, wheaten straw