

PRODUKCJA BIOMASY NADZIEMNEJ ORAZ POBRANIE MAKROSKŁADNIKÓW PRZEZ ZBOŻA OZIME W ZALEŻNOŚCI OD SPOSOBU UPRAWY ROLI*

IRENA MALECKA¹, ANDRZEJ BLECHARCZYK, ZUZANNA SAWINSKA, TOMASZ PIECHOTA,
MARZENA DYTMAN-HAGEDORN

Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań

Synopsis. Badania przeprowadzono na glebie płowej o składzie granulometrycznym piasków gliniastych lekkich i mocnych. Czynnikiem badawczym było siedem wariantów uprawy roli pod pszenicę ozimą i pszenżyto ozime: 1) uprawa tradycyjna trwale stosowana (podorywka + bronowanie, orka siewna na głębokość 25 cm, uprawa przedsiewna – kultywator z wałem strunowym), 2) uprawa uproszczona trwale stosowana (agregat ścierniskowy na głębokość 8–10 cm), 3) siew bezpośredni stosowany przemiennie z uprawą uproszczoną, 4) siew bezpośredni przez 2 lata przerywany rokiem uprawy uproszczonej, 5) siew bezpośredni przez 3 lata przerywany rokiem uprawy tradycyjnej (orkowej), 6) siew bezpośredni przez 5 lat przerywany rokiem uprawy tradycyjnej (orkowej), 7) siew bezpośredni trwale stosowany. W doświadczeniu oznaczono biomasę nadziemną roślin (sucha masa) i zawartość podstawowych mikropierwiastków (N, P, K) w fazach GS 31, GS 61 i GS 89. Uproszczona uprawa roli trwale stosowana nie wpływała na zmniejszenie plonu biomasy nadziemnej w okresie wegetacji pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego oraz pobranie makroskładników w porównaniu do tradycyjnej uprawy roli. Rośliny pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego uprawiane w siewie bezpośrednim charakteryzowały się mniejszą biomasą nadziemną oraz nagromadzeniem makroskładników w porównaniu do tradycyjnej i uproszczonej uprawy roli. Sposoby uprawy roli w niewielkim stopniu różnicowały zawartość makroskładników w biomacie nadziemnej pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego. Wyższe wartości indeksu odżywienia azotem roślin pszenicy ozimej w fazie GS 31 i GS 61 zanotowano w siewie bezpośrednim niż w pozostałych obiektach uprawowych. W odniesieniu do pszenżyta ozimego wyższe wartości indeksu stwierdzono w fazie GS 31 w uproszczonej uprawie roli stosowanej corocznie, natomiast w GS 61 w tradycyjnej uprawie roli. Sposoby uprawy roli nie wpływały istotnie na indeks zbioru i indeks pobrania azotu zbóż ozimych.

Słowa kluczowe: sposoby uprawy roli, zboża ozime, biomasa, pobranie makroskładników

WSTĘP

Aktualnie uważa się, że przyszłościowym systemem rolnictwa jest rolnictwo zrównoważone, które zmierza do powiązania rozwoju gospodarczego z ochroną zasobów naturalnych i globalną równowagą ekosystemów [Holland 2004, Morris i in. 2010]. Realizowanie idei rolnictwa zrównoważonego odbywa się między innymi poprzez stosowanie technologii i środków produkcji, które nie degradują środowiska i sprzyjają zwiększeniu żyzności gleby, pozyskiwaniu plonów o wysokich standardach jakościowych oraz osiągnięciu ekonomicznej opłacalności produkcji. Nowe rozwiązania w technologii uprawy roślin opierają się między innymi

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: malecka@up.poznan.pl

* Badania finansowane ze środków MNiSW jako projekt badawczy nr N N310 025939

na zmniejszaniu intensywności uprawy roli w płodozmianie, wprowadzaniu bezorkowych systemów uprawowych, a nawet na całkowitym zaniechaniu mechanicznego oddziaływania na glebę i stosowaniu tzw. siewu bezpośredniego. Rezultaty dotychczasowych badań dotyczących omawianego zagadnienia są niejednoznaczne, ponieważ zależą one od wielu agronomicznych i środowiskowych czynników, jak również długości okresu trwania doświadczenia [Grandy i in. 2006, Mestelan i in. 2006, Tebrügge 2001]. Notowano zarówno zmniejszenie [Blecharczyk i in. 2004, Camara i in. 2003], jak i zwiększenie [De Vita i in. 2007], a niekiedy również podobny poziom plonowania w bezorkowych systemach uprawowych w porównaniu do tradycyjnej uprawy roli [Anken i in. 2004, Małecka i in. 2004, Soane i in. 2012].

Opracowania naukowe wskazują, że przyczynami obniżania poziomu plonowania roślin w systemach bezorkowych mogą być między innymi: ograniczenie dostępności azotu dla roślin, wynikające z wolniejszej mineralizacji i wyższej immobilizacji [Soane i in. 2012], niższej temperatury gleby w okresie wiosennym, zwiększenia gęstości objętościowej i zwężłości gleby zwłaszcza w pierwszych latach prowadzenia badań [Hryńczuk i Weber 2005, Husnjak i in. 2002, McVay i in. 2006] utrudniających wschody i rozwój systemu korzeniowego roślin, a w konsekwencji obserwuje się wolniejszy przyrost biomasy nadziemnej roślin i akumulację składników w porównaniu z tradycyjną uprawą roli [Camara i in. 2003, Soane i in. 2012]. Korzyści z wprowadzenia systemów bezorkowych są jednak bardzo wyraźne, gdyż nie tylko zmniejszają nakłady energii i robocizny o około 35% [Dzienia i in. 2006], ale również pozytywnie oddziałują na środowisko glebowe i mogą w znacznym stopniu przyczynić się do utrzymania równowagi w środowisku naturalnym [Derpsh 2007, Grandy i in. 2006, Holland 2004, Martin i in. 2008].

Brak jest również jednomyślności, co do długości (lat) stosowania określonego wariantu uprawy bezorkowej. Niektórzy autorzy twierdzą, że pozytywne zmiany w środowisku glebowym w systemach bezorkowych, które mogą sprzyjać lepszemu rozwojowi i plonowaniu roślin, zaczynają być widoczne po 5 latach stosowania tych rozwiązań, a utrwalają się dopiero po 10 latach, tak więc powinny być trwale stosowane [Derpsh 2007]. Panuje również pogląd, że przerwanie stosowania uprawy bezorkowej uprawą tradycyjną, płużną przynosi korzystne efekty, gdyż ogranicza występowanie chwastów, chorób i szkodników, a tym samym obniża nakłady na stosowanie pestycydów [Yiridoe i in. 2000].

Celem podjętych badań było poznanie wpływu różnych sposobów uprawy roli pod pszenicę ozimą i pszenżyto ozime na produkcję biomasy nadziemnej oraz zawartość i pobranie azotu, fosforu i potasu.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2011–2013 w oparciu o statyczne doświadczenie polowe założone w 1999 roku w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym Brody (52°26' N, 16°17' E) należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Doświadczenie założono jako jedno-czynnikowe, w czterech powtórzeniach polowych. Zlokalizowano je na glebie zakwalifikowanej, zgodnie z obowiązującą systematyką, do rzędu gleby płowoziemne, podtypu gleb płowych typowych, rodzaju glina zwałowa i gatunku piasków gliniastych lekkich i mocnych. Według międzynarodowej klasyfikacji WRB glebę zaliczono do *Albic Luvisols*, a według Soil Taxonomy do *Typic Hapludalfs*, pod względem uziarnienia *loamy sand underlined by loam* [Marcinek i Komisarek 2011]. Glebę pola doświadczalnego zaliczono do klasy bonitacyjnej IIIb-IVa, kompleksu żytniego bardzo dobrego. Zboża ozime uprawiano w 4-polowym zmianowaniu: groch, pszenica ozima, jęczmień jary, pszenżyto ozime. Wielkość poletek wynosiła 25 m².

Schemat doświadczenia dla pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego obejmował 7 wariantów upraw roli:

1. uprawa tradycyjna trwale stosowana (podorywka + bronowanie, orka siewna na głębokość 25 cm, uprawa przedsiewna – kultywator z wałem strunowym),
2. uprawa uproszczona trwale stosowana (agregat ścierniskowy na głębokość 8–10 cm),
3. siew bezpośredni stosowany przemiennie z uprawą uproszczoną,
4. siew bezpośredni przez 2 lata przerywany rokiem uprawy uproszczonej,
5. siew bezpośredni przez 3 lata przerywany rokiem uprawy tradycyjnej (orkowej),
6. siew bezpośredni przez 5 lat przerywany rokiem uprawy tradycyjnej (orkowej),
7. siew bezpośredni trwale stosowany.

W latach realizacji badań 2011, 2012, 2013 na obiektach 3-6 stosowano następujące warianty uprawy roli: obiekt 3 – uprawa uproszczona, siew bezpośredni, uprawa uproszczona; obiekt 4 – uprawa uproszczona, siew bezpośredni, siew bezpośredni; obiekt 5 – uprawa tradycyjna, siew bezpośredni, siew bezpośredni; obiekt 6 – uprawa tradycyjna, siew bezpośredni, siew bezpośredni.

Do siewu w uproszczonej uprawie roli i siewie bezpośrednim użyto siewnika o redlicach talerzowych firmy Great Plains (USA), natomiast siew w uprawie płużnej został wykonany siewnikiem tradycyjnym. Pszenicę ozimą odmiany Turkis oraz pszenżyto ozime odmiany Witon wysiewano w obsadzie 400 ziaren na 1 m². Corocznie jesienią stosowano nawożenie mineralne w dawce na 1 ha: P – 35 kg i K – 66 kg. Nawożenie azotem stosowano wiosną w dwóch dawkach: 90 kg N·ha⁻¹ po ruszeniu wegetacji i 30 kg N·ha⁻¹ w fazie strzelania w źdźbło. W okresie wegetacji roślin stosowano herbicydy w celu ograniczenia zachwaszczenia, a ponadto fungicydy przeciwko chorobom grzybowym i retardanty wzrostu zapobiegające wyleganiu. W uproszczonej uprawie roli i siewie bezpośrednim dodatkowo stosowano preparat Roundup 360 SL z siarczanem amonu 3–4 tygodnie przed siewem zbóż. Zabiegi opryskiwania preparatami wykonywano opryskiwaczem ciągnikowym AGP 340 o pojemności zbiornika 350 l.

Biomasa nadziemną roślin (sucha masa) określono w fazach GS 31, GS 61 i GS 89, ścinając całe rośliny z dwóch miejsc z powierzchni 0,25 m² każdego poletka. Zawartość podstawowych makropierwiastków (N, P, K) w materiale roślinnym oraz plonie końcowym (ziarno i słoma) oznaczano metodami stosowanymi w stacjach chemiczno-rolniczych (N metodą Kjeldahla, P – metodą kolorymetryczną i K – metodą fotometrii płomieniowej).

Uzyskane wyniki poddano ocenie statystycznej z zastosowaniem analizy wariancji dla doświadczeń czynnikowych ortogonalnych z wykorzystaniem programu STATPAKU. Istotność zróżnicowania wyników oceniano testem Fishera-Snedecora na poziomie istotności $p = 0,05$, natomiast badanie istotności różnic pomiędzy średnimi szacowano testem Tukeya.

Warunki pogodowe dotyczące okresu prowadzenia doświadczenia opracowano na podstawie danych zebranych w Stacji Meteorologicznej w Brodach. Rozkład temperatur powietrza oraz sumy opadów za lata 2011–2013 przedstawiono w tabeli 1. W okresie prowadzenia badań warunki pogodowe były zróżnicowane. W sezonie 2010/2011 wegetacja jesienna odbywała się w dość sprzyjających warunkach termiczno-wilgotnościowych. Grudzień, a szczególnie luty były miesiącami mroźnymi, jednak obecność pokrywy śnieżnej sprzyjało dobremu przezimowaniu ozimin. Wiosna była ciepła ale sucha. Opady od lutego do czerwca kształtowały się poniżej średnich wieloletnich, a szczególnie suchy był kwiecień i maj.

W sezonie 2011/2012 jesień była ciepła, ale sucha. Warunki pogodowe nie sprzyjały dobremu przezimowaniu zbóż, ponieważ przełom stycznia i lutego był mroźny, a rośliny nie były przykryte śniegiem, co niewątpliwie przyczyniło się do przeredzenia plantacji, szczególnie pszenicy ozimej. Wegetacja wiosenna przebiegała natomiast w sprzyjających warunkach termicznych, a szczególnie opadowych.

Tabela 1. Warunki pogodowe w latach badań
 Table 1. Weather conditions in research years

Miesiące <i>Months</i>	Temperatura – <i>Temperature</i> (°C)				Opady – <i>Precipitations</i> (mm)			
	Lata – <i>Years</i>			średnio <i>mean</i> 1961–2010	Lata – <i>Years</i>			średnio <i>mean</i> 1961–2010
	2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013		2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013	
IX	12,4	15,3	14,3	13,3	93,0	46,0	30,0	48,9
X	6,2	9,5	8,2	8,6	7,5	18,2	47,6	42,0
XI	4,4	3,2	4,8	3,6	133,8	0,6	54,8	45,3
XII	-5,6	3,4	-1,5	0,0	74,1	45,7	16,5	48,4
I	0,5	0,9	-1,9	-1,6	31,1	73,9	42,6	40,1
II	-3,2	-3,5	-0,2	-0,5	60,4	47,9	26,1	32,5
III	3,1	5,7	-2,5	2,9	25,0	20,0	12,0	40,4
IV	11,7	8,8	8,0	7,9	13,9	22,9	15,4	38,0
V	14,1	14,8	14,4	13,2	34,0	77,2	69,8	57,4
VI	18,6	16,0	17,3	16,6	52,6	163,0	125,3	61,8
VII	17,9	19,2	20,1	18,2	175,4	197,6	67,3	77,5
VIII	18,8	18,7	19,1	17,5	34,5	60,1	51,5	67,5

Ostatni rok badań charakteryzował się korzystnym przebiegiem temperatury i opadów w okresie wegetacji jesiennej zbóż ozimych. W miesiącach zimowych (grudniu i styczniu) panowały ujemne temperatury. Wyjątkowo zimnym miesiącem był marzec, gdyż średnia temperatura wynosiła $-2,5^{\circ}\text{C}$. Pomimo tak niekorzystnych warunków termicznych nie obserwowano wymarznienia zbóż ozimych, ponieważ rośliny przykryte były śniegiem. Warunki zimowe panujące w marcu przyczyniły się natomiast do znacznego opóźnienia prac wiosennych i spowodowały skrócenie wegetacji roślin. Rozwój roślin w okresie wiosennym przebiegał w sprzyjających warunkach termicznych i wilgotnościowych. Reasumując najmniej korzystny dla wzrostu i rozwoju zbóż ozimych był pierwszy rok badań, najlepszy natomiast sezon wegetacyjny 2012/2013.

WYNIKI I DYSKUSJA

Do najczęściej stosowanych metod charakteryzujących rozwój roślin w okresie wegetacji jest analiza wielkości wytworzonej biomasy oraz zawartości i pobrania makroskładników [Austin i in. 1977, Fotyma i Pecio 1999, Greenwood i in. 1990, Kemanian i in. 2007].

Sposoby uprawy roli modyfikowały biomasę nadziemną roślin w podobny sposób we wszystkich latach badań, dlatego analizę przeprowadzono na wartościach średnich z lat 2011–2013 (tab. 2). W fazie strzelania w źdźbło odnotowano największy plon biomasy nadziemnej pszenicy ozimej w tradycyjnej ($2,90 \text{ t s.m.}\cdot\text{ha}^{-1}$) i uproszczonej ($2,88 \text{ t s.m.}\cdot\text{ha}^{-1}$) uprawie roli trwale stosowanych. Na niższym poziomie (od $2,74$ do $2,78 \text{ t s.m.}\cdot\text{ha}^{-1}$), lecz statystycznie nie potwierdzonym, kształtował się plon biomasy nadziemnej pszenicy ozimej w obiektach, na których stosowano siew bezpośredni trwale bądź przemiennie z uproszczoną uprawą roli (obiekt 7,

Tabela 2. Biomasa zbóż ozimych w t s.m.·ha⁻¹ (średnio 2011–2013)
 Table 2. Dry matter of winter cereals in t DM·ha⁻¹ (mean of 2011–2013)

Roślina Crop	Sposoby uprawy roli Tillage methods	Faza rozwojowa – Growth stage				
		GS 31	GS 61	GS 89		
				ziarno grain	słoma straw	ziarno + słoma grain + straw
Pszenica ozima Winter wheat	1*	2,90	8,24	6,00	5,85	11,85
	2	2,88	8,45	6,03	5,55	11,58
	3	2,77	8,09	5,76	5,39	11,15
	4	2,74	7,50	5,49	5,09	10,58
	5	2,40	7,28	5,62	5,28	10,90
	6	2,55	7,77	5,68	5,38	11,06
	7	2,78	7,97	5,58	5,09	10,67
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,17	0,62	0,44	0,48	0,78
Pszennyto ozime Winter triticale	1	2,82	8,44	5,98	6,28	12,26
	2	2,91	8,34	6,04	6,15	12,19
	3	2,58	7,61	5,62	5,47	11,09
	4	2,58	7,28	5,43	5,29	10,72
	5	2,36	7,02	5,22	5,00	10,22
	6	2,43	7,33	5,38	5,24	10,62
	7	2,35	7,27	5,58	5,30	10,88
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,18	0,59	0,39	0,43	0,82

*1 – uprawa tradycyjna (płużna) – conventional tillage (ploughing)

2 – uprawa uproszczona – reduced tillage

3 – siew bezpośredni 1 rok/uprawa uproszczona 1 rok – no-tillage one year/reduced tillage one year

4 – siew bezpośredni 2 lata/uprawa uproszczona 1 rok – no-tillage two years/reduced tillage one year

5 – siew bezpośredni 3 lata/uprawa płużna 1 rok – no-tillage three years/ploughing tillage one year

6 – siew bezpośredni 5 lat/uprawa płużna 1 rok – no-tillage five years/ploughing tillage one year

7 – siew bezpośredni – no-tillage

3 i 4). Najniższy plon biomasy nadziemnej wyprodukowała pszenica ozima uprawiana w obiektach 5 i 6, na których stosowany jest siew bezpośredni przerywany jednoroczną uprawą płużną po 3 lub 5 latach (2,40 i 2,55 t s.m.·ha⁻¹). Stosowanie siewu bezpośredniego w sposób trwały obniżyło plon biomasy nadziemnej pszenicy ozimej jedynie o 4,1%, natomiast w przypadku przerywania go jednoroczną uprawą płużną po 3 lub 5 latach niżka zwiększyła się do poziomu, odpowiednio 17,2 i 12,1%, w porównaniu do tradycyjnej uprawy roli.

W fazie kłoszenia również największą biomasą nadziemną charakteryzowała się pszenica ozima w tradycyjnej (8,24 t s.m.·ha⁻¹) i uproszczonej uprawie roli (8,24 t s.m.·ha⁻¹) trwale stosowanych. Na zbliżonym poziomie kształtował się plon w obiektach 3 i 7. Najniższy plon biomasy nadziemnej wytworzyła pszenica uprawiana w obiektach 4, 5 i 6. Należy jednak zauważyć, iż różnice w plonie biomasy nadziemnej pszenicy ozimej w fazie kłoszenia uległy zmniejszeniu.

Produkcja biomasy była mniejsza o 3,3% w siewie bezpośrednim trwale stosowanym, o 11,7% w obiekcie, na którym siew bezpośredni przerywano po 3 latach jednoroczną uprawą płuzną oraz o 5,7% w siewie bezpośrednim przerywanym po 5 latach jednoroczną uprawą płuzną w odniesieniu do uprawy tradycyjnej.

W fazie dojrzałości pełnej różnice w plonie suchej masy ziarna pomiędzy obiektami uprawowymi były niewielkie i w większości nie potwierdzone statystycznie. Stwierdzono jedynie istotną różnicę pomiędzy obiektem czwartym a tradycyjną i uproszczoną uprawą roli stosowaną w sposób trwały. Nieznacznie większe zróżnicowanie odnotowano w plonie słomy. W siewie bezpośrednim stosowanym corocznie (obiekt 7) plon słomy pszenicy ozimej był niższy w porównaniu do tradycyjnej i uproszczonej uprawy roli (obiekt 1 i 2), odpowiednio o 13,0 i 8,3%. W obiektach, gdzie siew bezpośredni przerywano uprawą uproszczoną, bądź płuzną plon słomy kształtował się na niższym poziomie, w zakresie 7,8–13,0%, w odniesieniu do tradycyjnej uprawy roli. Łączny plon suchej masy ziarna i słomy pszenicy ozimej w siewie bezpośrednim stosowanym trwale był mniejszy o 10,0 i 7,9% w porównaniu, odpowiednio do tradycyjnej i uproszczonej uprawy roli stosowanych corocznie.

Siew bezpośredni, niezależnie od częstotliwości jego stosowania przyczynił się do istotnego obniżenia plonu biomasy nadziemnej pszenżyta ozimego, przedstawionej w suchej masie, w odniesieniu do plonu wytworzonego w obiekcie z tradycyjną i uproszczoną uprawą roli stosowaną w sposób trwały. W fazie strzelania w źdźbło zmniejszenie to mieściło się w zakresie od 8,5 do 16,7% i od 11,3 do 19,2% w porównaniu, odpowiednio do tradycyjnej i uproszczonej uprawy roli. W fazie kłoszenia obniżki te mieściły się w granicach, odpowiednio 9,8–16,8% i 8,8–15,8%, natomiast w fazie dojrzałości pełnej łączny plon suchej masy ziarna i słomy zmniejszył się odpowiednio o 9,5–16,6% i o 9,0–16,2%. W odniesieniu do plonu biomasy nadziemnej pszenżyta ozimego nie obserwowano tendencji malejącej zniżek plonu wraz z zaawansowaniem rozwoju roślin.

Rozwój i plonowanie roślin nie wykazują jednoznacznych reakcji na stosowany system uprawy roli, ponieważ zależą one od wielu czynników. Należą do nich między innymi warunki glebowe, klimatyczne, następstwo roślin, dobór pestycydów, czy rodzaj zastosowanych maszyn do uprawy roli i siewu [De Vita i in. 2007, Husnjak i in. 2002]. Zaobserwowane zwiększenie gęstości objętościowej i zwięzłości gleby w systemach bezorkowych, zwłaszcza w pierwszych latach prowadzenia badań [Hryńczuk i Weber 2005, Husnjak i in. 2002, McVay i in. 2006] mogą utrudniać wschody i rozwój systemu korzeniowego roślin, co może prowadzić do wolniejszego przyrostu biomasy nadziemnej roślin w porównaniu z tradycyjną uprawą roli [Camara i in. 2003, Soane i in. 2012].

Sposoby uprawy roli w niewielkim stopniu różnicowały zawartość makroskładników w biomacie nadziemnej pszenicy ozimej (tab. 3). Odnotować można jednak w większości przypadków nieco większą koncentrację składników w biomacie nadziemnej pszenicy uprawianej w obiektach, na których stosowano bezorkowe warianty uprawy roli, szczególnie siewu bezpośredniego trwale stosowanego (obiekty 2–7) w odniesieniu do pszenicy uprawianej tradycyjnie (obiekt 1). Pobranie makroskładników przez pszenicę ozimą w biomacie nadziemnej wynika z plonu wytworzonej biomasy i zawartości w niej makroskładników. W fazie strzelania w źdźbło (GS 31) stwierdzono istotnie największe pobranie azotu przez pszenicę ozimą w siewie bezpośrednim stosowanym corocznie, najmniejsze natomiast w tradycyjnej uprawie roli trwale stosowanej oraz w obiektach 5 i 6, na których siew bezpośredni przerywany jest po 3 i 5 latach 1-roczną uprawą płuzną. Pobranie tego składnika przez rośliny pszenicy uprawianej trwale w siewie bezpośrednim było o 25,9% większe niż w tradycyjnej uprawie roli. Również w odniesieniu do fosforu i potasu ich pobranie było większe w siewie bezpośrednim (obiekt 7) niż w uprawie płuznej (obiekt 1), odpowiednio o 13,1 i 7,8%. Pobranie tych składników przez

Tabela 3. Zawartość i pobranie N, P i K w roślinach pszenicy ozimej (średnio 2011–2013)

Table 3. Content and uptake of N, P and K of winter wheat (mean of 2011–2013)

Makroelementy Macronutrients	Sposoby uprawy roli Tillage methods	Faza rozwojowa – Growth stage								
		GS 31		GS 61		GS 89				
		zawartość content (%)	pobranie uptake (kg·ha ⁻¹)	zawartość content (%)	pobranie uptake (kg·ha ⁻¹)	zawartość content (%)		pobranie uptake (kg·ha ⁻¹)		
						ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw	ziarno + słoma grain + straw
N	1*	2,03	59,0	1,41	115,9	2,04	0,57	122,3	33,5	155,8
	2	2,36	67,9	1,58	133,8	2,20	0,57	132,9	31,5	164,4
	3	2,36	65,5	1,60	129,3	2,12	0,58	121,9	31,2	153,1
	4	2,31	63,4	1,65	123,7	2,11	0,58	116,1	29,4	145,5
	5	2,35	56,5	1,65	120,4	2,08	0,60	117,0	31,6	148,6
	6	2,40	61,1	1,61	125,2	2,05	0,57	116,7	30,8	147,5
	7	2,68	74,3	1,78	141,5	2,26	0,63	126,1	31,9	158,0
	NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,19	5,3	0,09	10,5	0,20	0,05	10,7	2,7	10,6
P	1	0,30	8,47	0,23	18,8	0,31	0,06	18,6	3,5	22,1
	2	0,33	9,58	0,24	20,1	0,32	0,06	19,4	3,5	22,9
	3	0,36	9,87	0,24	19,4	0,34	0,07	19,4	3,7	23,1
	4	0,33	8,96	0,25	18,7	0,34	0,07	18,5	3,7	22,2
	5	0,34	8,22	0,24	17,5	0,35	0,08	19,5	4,0	23,5
	6	0,34	8,65	0,24	19,0	0,32	0,07	18,4	3,8	22,2
	7	0,34	9,58	0,25	20,0	0,33	0,09	18,5	4,4	22,9
	NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,03	0,78	r.n.	1,3	0,03	0,01	r.n.	0,3	r.n.
K	1	2,55	73,9	1,50	123,3	0,43	0,92	25,9	54,0	79,9
	2	2,73	78,5	1,54	130,2	0,45	0,90	27,0	50,0	77,0
	3	2,63	72,8	1,61	129,9	0,45	0,95	26,0	51,5	77,5
	4	2,63	72,2	1,58	118,2	0,46	0,96	25,0	49,0	74,0
	5	2,58	62,0	1,56	113,6	0,46	0,90	26,1	47,7	73,8
	6	2,84	72,3	1,58	123,0	0,44	0,86	24,9	46,3	71,2
	7	2,87	79,7	1,66	132,4	0,45	1,02	25,3	51,8	77,1
	NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,18	6,3	0,1	10,1	r.n.	0,09	1,9	4,1	6,1

*objaśnienia jak w tabeli 2 – explanations as in table 2

r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

rośliny pszenżyta w uproszczonej uprawie roli (obiekt 2) kształtowało się na zbliżonym poziomie jak w siewie bezpośrednim (obiekt 7).

W fazie kłoszenia (GS 61) największe pobranie azotu, fosforu i potasu w biomacie nadziemnej pszenicy ozimej wykazano również w uproszczonej uprawie roli i siewie bezpośrednim trwale stosowanych (obiekt 2 i 7). Uprawa pszenicy ozimej w tradycyjnej uprawie roli (obiekt 1) spowodowała obniżenie pobrania tych składników, w porównaniu do uprawy w siewie bezpośrednim (obiekt 7), odpowiednio o 18,1; 6,0 i 6,9%.

W fazie dojrzałości pełnej łączne pobranie azotu w ziarnie i słomy pszenicy ozimej stwierdzono najwyższe w uproszczonej uprawie roli trwale stosowanej (obiekt 2), jakkolwiek na zbliżonym poziomie kształtowało się również w siewie bezpośrednim (obiekt 7) i w uprawie płuźnej (obiekt 1) i wynosiło ono odpowiednio 164,4; 158,0 i 155,8 kg·ha⁻¹. W odniesieniu do pobrania fosforu w ziarnie i słomie przez pszenicę nie odnotowano istotnego wpływu sposobów uprawy roli. Pobranie potasu w ziarnie i słomie w niewielkim stopniu modyfikowane było poprzez stosowane sposoby uprawy roli. Mniejsze pobranie potasu przez rośliny pszenicy ozimej stwierdzono w obiektach 4, 5 i 6. Jak wyniku z powyższej analizy, zauważyć można tendencję negatywnego oddziaływania przerywania siewu bezpośredniego uproszczoną bądź pluźną uprawą roli na pobieranie składników w odniesieniu do siewu bezpośredniego stosowanego w sposób trwały.

Nie odnotowano większej regularności w kierunku oddziaływania sposobów uprawy roli na zawartość makroskładników w biomacie nadziemnej pszenżyta ozimego, a ich pobranie wynikało głównie z różnic w wytworzonej biomacie (tab. 4). W fazie strzelania w źdźbło największe pobranie azotu w biomacie nadziemnej stwierdzono w uproszczonej uprawie roli (80,7 kg·ha⁻¹). Na niższym poziomie było ono w tradycyjnej uprawie roli (obiekt 1) i siewie bezpośrednim (obiekt 7), odpowiednio o 16,4 i 19,8%, najmniejsze natomiast stwierdzono w obiektach, gdzie siew bezpośredni był przerywany uprawą uproszczoną lub pluźną (obiekty 4, 5 i 6). W fazie kłoszenia gromadzenie azotu w biomacie nadziemnej pszenżyta ozimego wahało się od 92,8 do 132,3 kg·ha⁻¹, natomiast w fazie dojrzałości pełnej łączne pobranie azotu w ziarnie i słomie wynosiło od 126,4 do 160,6 kg·ha⁻¹; było ono najwyższe w uproszczonej uprawie roli i siewie bezpośrednim stosowanych w sposób trwały. Nie odnotowano większej regularności w pobraniu fosforu w biomacie nadziemnej przez pszenżyto ozime w zależności od przyjętego sposobu uprawy roli. W odniesieniu do potasu odnotować można, we wszystkich analizowanych fazach rozwojowych, większe jego pobranie w tradycyjnej i uproszczonej uprawie roli trwale stosowanych w porównaniu do pozostałych rozwiązań uprawowych. W odniesieniu do siewu bezpośredniego trwale stosowanego było większe, odpowiednio o 35,6 i 34,2%.

Opracowania naukowe wskazują, że jedną z negatywnych stron uprawy bezorkowej jest ograniczenie dostępności azotu dla roślin, wynikające z wolniejszej mineralizacji i wyższej immobilizacji. W konsekwencji obserwuje się, szczególnie w początkowym okresie wegetacji, wolniejszy przyrost biomasy nadziemnej roślin i akumulację składników w bezorkowych systemach w porównaniu z tradycyjną uprawą roli [Angas i in. 2006, Golik i in. 2005, Stanisławska-Głubiak i in. 2011]. Ponadto współdziałanie immobilizacji azotu, niższej temperatury oraz większej zwięzłości gleby w siewie bezpośrednim ogranicza rozwój systemu korzeniowego, co prowadzi również do mniejszego pobrania składników pokarmowych. W późniejszych fazach rozwojowych roślin można obserwować większe pobranie azotu przez rośliny, w siewie bezpośrednim niż w tradycyjnej uprawie roli, na skutek szybszej mineralizacji, wynikającej z większej aktywności biologicznej i szybkości obiegu pierwiastków [Melaj i in. 2003, Soon i Clayton 2002].

Do oceny stanu zaopatrzenia roślin w azot zastosowano zależność pomiędzy nagromadzeniem suchej masy a zawartością azotu, która zdaniem wielu autorów ma duże znaczenie

Tabela 4. Zawartość i pobranie N, P i K w roślinach pszenżyta ozimego (średnio 2011–2013)
 Table 4. Content and uptake of N, P and K of winter triticale (mean of 2011–2013)

Makropierwiastki Macronutrients	Sposoby uprawy roli Tillage methods	Faza rozwojowa – Growth stage								
		GS 31		GS 61		GS 89				
		zawartość content (%)	pobranie uptake (kg·ha ⁻¹)	zawartość content (%)	pobranie uptake (kg·ha ⁻¹)	zawartość content (%)		pobranie uptake (kg·ha ⁻¹)		
						ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw	ziarno + słoma grain + straw
N	1*	2,39	67,5	1,53	128,9	1,92	0,50	115,0	31,7	146,7
	2	2,77	80,7	1,30	108,3	2,12	0,53	127,7	32,9	160,6
	3	2,45	63,2	1,52	115,5	2,05	0,48	115,3	26,4	141,7
	4	2,33	60,0	1,82	132,3	2,10	0,53	113,9	28,1	142,0
	5	2,36	55,7	1,32	92,8	1,99	0,45	104,0	22,4	126,4
	6	2,39	58,1	1,54	113,1	2,13	0,52	114,9	27,4	142,3
	7	2,75	64,7	1,36	98,9	2,32	0,55	129,5	29,4	158,9
	NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,19	4,9	0,13	10,3	0,18	0,03	10,1	2,2	12,1
P	1	0,37	10,5	0,28	24,1	0,40	0,09	23,9	5,4	29,3
	2	0,41	11,9	0,29	24,5	0,41	0,08	24,8	5,0	29,8
	3	0,40	10,2	0,31	23,2	0,37	0,07	21,0	4,1	25,1
	4	0,40	10,3	0,30	21,7	0,37	0,08	20,3	4,5	24,8
	5	0,40	9,5	0,26	18,3	0,35	0,08	18,4	4,1	22,5
	6	0,38	9,1	0,28	20,3	0,38	0,09	20,4	4,5	24,9
	7	0,58	13,5	0,28	20,6	0,37	0,08	20,7	4,3	25,0
	NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,03	0,9	0,02	1,8	0,02	r.n.	1,9	0,3	2,1
K	1	2,87	81,0	1,63	137,4	0,53	0,86	32,0	54,0	86,0
	2	3,00	87,4	1,66	138,1	0,52	0,87	31,3	53,8	85,1
	3	3,04	78,3	1,80	137,2	0,49	0,81	27,8	44,5	72,3
	4	2,90	74,8	1,77	129,0	0,51	0,83	27,5	44,1	71,6
	5	2,96	69,8	1,68	117,7	0,49	0,71	25,7	35,5	61,2
	6	2,80	68,0	1,75	128,5	0,54	0,62	29,0	32,5	61,5
	7	2,97	69,8	1,64	119,5	0,52	0,65	29,0	34,4	63,4
	NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,21	5,9	0,12	11,7	0,04	0,06	2,1	3,2	5,9

*objaśnienia jak w tabeli 2 – explanations as in table 2
 r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

w ocenie odżywienia roślin [Fotyma i Pecio 1999, Greenwood i in. 1990]. Indeks odżywienia roślin azotem (NNI) oraz indeks plonowania i pobrania azotu, średnio za okres badawczy dla analizowanych faz rozwojowych, przedstawiono w tabeli 5. Wyższe wartości indeksu odżywienia azotem roślin pszenicy ozimej zanotowano, w obu fazach rozwojowych, w siewie bezpośrednim niż w pozostałych obiektach uprawowych. W odniesieniu do pszenżyta ozimego wyższe wartości indeksu stwierdzono w fazie strzelania w źdźbło w uproszczonej uprawie roli stosowanej corocznie, natomiast w fazie kłoszenia w tradycyjnej uprawie roli oraz dodatkowo dla pszenżyta uprawianego na obiekcie 4. Należy ponadto stwierdzić, iż zdecydowana większość wartości indeksu odbiega od wartości optymalnej 1,0, będącej wskaźnikiem optymalnego zaopatrzenia roślin w azot, a najwyższa wartość wynosiła 0,88 dla pszenicy ozimej w fazie kłoszenia, uprawianej trwale w siewie bezpośrednim.

Tabela 5. Indeks odżywienia azotem (NNI), indeks plonowania oraz pobrania azotu (średnio 2011–2013)

Table 5. Nitrogen nutrition index (NNI), harvest and uptake nitrogen index (mean of 2011–2013)

Roślina <i>Crop</i>	Sposoby uprawy roli <i>Tillage methods</i>	Indeks odżywienia azotem <i>Nitrogen nutrition index</i>		Indeks zbioru <i>Harvest index</i> (%)	Indeks pobrania azotu <i>Nitrogen harvest index</i> (%)
		GS 31	GS 61		
Pszenica ozima <i>Winter wheat</i>	1*	0,61	0,71	50,6	78,5
	2	0,70	0,81	52,1	80,8
	3	0,69	0,80	51,6	79,6
	4	0,67	0,79	51,9	79,8
	5	0,64	0,78	51,6	78,8
	6	0,67	0,79	51,4	79,1
	7	0,78	0,88	52,3	79,8
	NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,04	0,05	r.n.	r.n.
Pszenżyto ozime <i>Winter triticale</i>	1	0,71	0,60	48,8	78,4
	2	0,65	0,76	49,5	79,5
	3	0,71	0,64	50,7	81,4
	4	0,66	0,58	50,6	80,2
	5	0,67	0,57	51,1	82,3
	6	0,63	0,64	50,7	80,7
	7	0,70	0,61	51,3	81,5
	NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,05	0,05	r.n.	r.n.

*objaśnienia jak w tabeli 2 – *explanations as in table 2*

r.n. – różnica nieistotna – *non significant differences*

Wyliczony indeks zbioru, średnio za lata badań, był zbliżony dla wszystkich sposobów uprawy roli i wahał się w zakresie od 50,6 do 52,3% dla pszenicy ozimej oraz od 48,8 do 51,3% dla pszenżyta ozimego. Był on korzystniejszy dla pszenicy ozimej niż dla pszenżyta ozimego.

Indeks pobrania azotu, obrazujący stosunek pobranego azotu w ziarnie do pobrania azotu w całej biomasy (ziarno + słoma) nie był również istotnie zróżnicowany w zależności od sposobu uprawy roli. Nieznacznie niższy indeks pobrania azotu, dla obu roślin zbożowych zanotowano w tradycyjnej uprawie roli: 78,4% dla pszenżyta ozimego oraz 78,5% dla pszenicy ozimej. Na obiektach, na których stosowano różne warianty uprawy bezorkowej indeks zwiększył się do poziomu 79,5–82,3% dla pszenżyta ozimego oraz 78,8–80,8% dla pszenicy ozimej. Brak wyraźnego wpływu systemów uprawy roli na indeks plonu ziarna i indeks pobrania azotu potwierdzają również doniesienia innych autorów [Cantero-Martinez i in. 2003, Golik i in. 2005]. Niektórzy autorzy wskazują, że powyższe parametry są w ujemnej korelacji z wytworzoną biomasa i koncentracją azotu w ziarnie [Debaeke i in. 1996].

WNIOSKI

1. Uproszczona uprawa roli trwale stosowana nie wpływa na zmniejszenie plonu biomasy nadziemnej w okresie wegetacji pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego oraz pobranie makroskładników w porównaniu do tradycyjnej uprawy roli.
2. Rośliny pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego uprawiane w siewie bezpośrednim charakteryzowały się mniejszą biomasa nadziemną oraz nagromadzeniem makroskładników w porównaniu do tradycyjnej i uproszczonej uprawy roli.
3. Odnotowano tendencję negatywnego oddziaływania przerywania siewu bezpośredniego uproszczoną bądź płużną uprawą roli na produkcję biomasy i pobieranie makroskładników, w odniesieniu do siewu bezpośredniego stosowanego corocznie.
4. Sposoby uprawy roli w niewielkim stopniu różnicowały zawartość makroskładników w biomasy nadziemnej pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego.
5. Wyższe wartości indeksu odżywienia azotem roślin pszenicy ozimej w fazie GS 31 i GS 61 zanotowano w siewie bezpośrednim niż w pozostałych obiektach uprawowych. W odniesieniu do pszenżyta ozimego wyższe wartości indeksu stwierdzono w fazie GS 31 w uproszczonej uprawie roli stosowanej corocznie, natomiast w fazie GS 61 w tradycyjnej uprawie roli.
6. Sposoby uprawy roli nie wpływały istotnie na indeks zbioru i indeks pobrania azotu zbóż ozimych.

PIŚMIENNICTWO

- Angás P., Lampurlanés J., Cantero-Martinez C. 2006. Tillage and N fertilization effect on N dynamics and barley yield under semiarid Mediterranean conditions. *Soil Till. Res.* 87: 59–71.
- Anken T., Weisskopf P., Zihlmann U., Forrer H., Jansa J., Perhacova K. 2004. Long-term tillage systems effects under moist cool conditions in Switzerland. *Soil Till. Res.* 78: 171–183.
- Austin R.B., Ford M.A., Edrich J.A., Blackwell R.D. 1977. The nitrogen economy of winter wheat. *J. Agric. Sci.* 88: 159–167.
- Blecharczyk A., Małecka I., Sawinska Z. 2004. Reakcja pszenicy ozimej na wieloletnie stosowanie siewu bezpośredniego. *Fragm. Agron.* 21(2): 125–137.
- Camara K.M., Payne W.A., Rasmussen P.E. 2003. Long-term effects of tillage, nitrogen, and rainfall on winter wheat yields in the Pacific Northwest. *Agron. J.* 95: 828–835.

- Cantero-Martinez C., Angas P., Lampurlanés J. 2003. Growth, yield and water productivity of barley (*Hordeum vulgare* L.) affected by tillage and N fertilization in Mediterranean semiarid, rainfed conditions of Spain. *Field Crops Res.* 84: 341–357.
- De Vita P., Di Paolo E., Fecondo G., Di Fonzo N., Pisante M. 2007. No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. *Soil Till. Res.* 92: 69–78.
- Debaeke Ph., Aussenac Th., Fabre J.L., Hilaire A., Pujol B., Thuries L. 1996. Grain nitrogen content of winter bread wheat (*Triticum aestivum* L.) as related to crop management and to the previous crop. *Europ. J. Agron.* 5: 273–286.
- Derpsch R. 2007. The no-tillage revolution in South America. *Proc. Farm Tech.*, Edmonton, Alberta 24–26 January 2007: 54–68.
- Dzienia S., Zimny L., Weber R. 2006. Najnowsze kierunki w uprawie roli i technice siewu. *Fragm. Agron.* 23(2): 227–241.
- Fotyma E., Pecio A. 1999. Zależność pomiędzy zawartością azotu a nagromadzeniem suchej masy przez zboża. *Pam. Puł.* 114: 93–100.
- Golik S.I., Chidichimo H.O., Sarandón S.J. 2005. Biomass production, nitrogen accumulation and yield in wheat under two tillage systems and nitrogen supply in the Argentine Rolling Pampa. *World J. Agric. Sci.* 1: 36–41.
- Grandy A.S., Robertson G.P., Thelen K.D. 2006. Do productivity and environmental trade-offs justify periodically cultivating no-till cropping systems? *Agron. J.* 98: 1377–1383.
- Greenwood D., Lemaire G., Gosse G., Cruz P., Draycott A., Neeteson J. 1990. Decline in percentage N of C3 and C4 crops with increasing plant mass. *Ann. Bot.* 66: 425–436.
- Holland J.M. 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agric. Ecosyst. Environ.* 103: 1–25.
- Hryńczuk B., Weber R. 2005. Uproszczenia w uprawie roli a niektóre jej właściwości fizyczne. *Rocz. Glebozn.* 56(1–2): 77–83.
- Husnjak S., Filipović D., Košutić S. 2002. Influence of different tillage systems on soil physical properties and crop yield. *Rostl. Vyr.* 48: 249–254.
- Kemanian A.R., Stöckle C.O., Huggins D.R. 2007. Estimating grain and straw nitrogen concentration in grain crops based on aboveground nitrogen concentration and harvest index. *Agron. J.* 99: 158–165.
- Małecka I., Blecharczyk A., Sawinska Z. 2004. Wpływ sposobów uprawy roli i nawożenia azotem na plonowanie pszenżyta ozimego. *Ann. UMCS, Sect. E Agricultura* 59(1): 259–267.
- Marcinek J., Komisarek J. (red.) 2011. *Systematyka Gleb Polski*. Rocz. Glebozn. 62(3): ss. 193.
- Martin D., De Andres E., Walter I., Zambrana E., Tenorio J. 2008. Soil CO₂ emissions under different management systems. *Proc. 10th Congress ESSA Multi-functional Agriculture*. Bologna, Italy, 15–19 September 2008: 845–846.
- Martin-Rueda I., Munoz-Guerra L.M., Yunta F., Esteban E., Tenorio J.L., Lucena J.J. 2007. Tillage and crop rotation effects on barley yield and soil nutrients on a Calcicortidic Haploxeralf. *Soil Till. Res.* 92: 1–9.
- McVay K.A., Budde J.A., Fabrizzi K., Mikha M.M., Rice C.W., Schlegel A.J., Peterson D.E., Sweeney D.W., Thompson C. 2006. Management effects on soil physical properties in long-term tillage studies in Kansas. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 70: 434–438.
- Melaj M.A., Echeverria H.E., López S.C., Studdert G., Andrade F., Bárbaro N.O. 2003. Timing of nitrogen fertilization in wheat under conventional and no-tillage system. *Agron. J.* 95: 1525–1531.
- Mestelan S., Smeck N., Durkalski J., Dick W. 2006. Changes in soil profile properties as affected by 44 years of continuous no-tillage. *Proc. 17th ISTRO Conf.* Kiel, Germany 28 August – 3 September 2006: 1135–1140.
- Morris N.L., Miller P.C.H., Orson J.H., Froud-Williams R.J. 2010. The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment – A review. *Soil Till. Res.* 108: 1–15.
- Soane B.D., Ball B.C., Arvidsson J., Basch G., Moreno F., Roger-Estrade J. 2012. No-till in northern, western, and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil Till. Res.* 118: 66–87.

- Soon Y., Clayton G. 2002. Eight years of crop rotation and tillage effects on crop production and N fertilizer use. *Can. J. Soil Sci.* 81: 165–172.
- Stanisławska-Głubiak E., Korzeniowska J., Kubsik K., Gałka B. 2011. Wpływ zerowej metody uprawy roli na tempo przyrostu biomasy i pobieranie składników mineralnych przez pszenicę ozimą. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 565: 293–302.
- Tebrügge F. 2001. No-tillage vision- protection of soil, water and climate and influence on management and farm income. *Proc. I World Congress on conservation agriculture*. Madrid, 1–5 October 2001, 1: 303–316.
- Yiridoe E.K., Vyn T.J., Weersink A., Hooker D.C., Swanton C. 2000. Farm-level profitability analysis of alternative tillage systems on clay soils. *Can. J. Plant Sci.* 80: 65–73.

I. MAŁECKA, A. BLECHARCZYK, Z. SAWINSKA, T. PIECHOTA, M. DYTMAN-HAGEDORN

DRY MATTER PRODUCTION AND MACRONUTRIENTS UPTAKE OF WINTER CEREALS AS INFLUENCED BY TILLAGE METHODS

Summary

This study performed on a soil that is classified according to WRB as *Albic Luvisols* developed on *loamy sand underlined by loam*. The evaluation included the effect of seven tillage methods for dry matter production of winter wheat and winter triticale: 1) conventional tillage, 2) reduced tillage and no-tillage, 3) no-tillage one year/reduced tillage one year, 4) no-tillage two years/reduced tillage one year, 5) no-tillage three years/ploughing tillage one year, 6) no-tillage five years/ploughing tillage one year, 7) no-tillage. At GS 31 and GS 61 of winter cereals the above ground dry matter and macronutrients accumulation were the highest in conventional and reduced tillage. Reduction of soil tillage intensity up to no-tillage mostly leads decrease of winter cereals dry matter biomass and macronutrients uptake in vegetation period. The average macronutrients concentration of dry matter of winter wheat and winter triticale was similar for seven tillage methods. The nitrogen nutrition index of winter wheat was higher under no-tillage than under alternative tillage methods in GS 31 and GS 61. The winter triticale nitrogen nutrition index was the highest under reduced tillage in GS 31 and under conventional tillage in GS 61. No differences in harvest index and nitrogen harvest index were observed between tillage methods.

Key words: tillage methods, winter cereals, dry matter, macronutrients uptake

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 18.10.2013

Do cytowania – *For citation*:

Małecka I., Blecharczyk A., Sawinska Z., Piechota T., Dytman-Hagedorn M. 2013. Produkcja biomasy nadziemnej oraz pobranie makroskładników przez zboża ozime w zależności od sposobu uprawy roli. *Fragm. Agron.* 30(4): 84–96.