

## WPLYW SYSTEMÓW UPRAWY ROLI NA PRODUKCJĘ BIOMASY NADZIEMNEJ JĘCZMIENIA JAREGO ORAZ POBRANIE MAKROSKŁADNIKÓW\*

IRENA MALECKA<sup>1</sup>, ANDRZEJ BLECHARCZYK, ZUZANNA SAWINSKA, TOMASZ PIECHOTA  
*Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań*

**Synopsis.** Czynnikiem badawczym było siedem wariantów uprawy roli pod jęczmień jary: 1) uprawa tradycyjna trwale stosowana (podorywka + bronowanie, orka siewna na głębokość 25 cm, uprawa przed-siewna – 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. Uproszczona uprawa roli trwale stosowana nie wpływała negatywnie na produkcję biomasy nadziemnej oraz pobranie makroskładników przez jęczmień jary w fazie strzelania w źdźbło i kłoszenia w porównaniu do tradycyjnej uprawy roli. W fazie dojrzałości pełnej łączny plon suchej masy ziarna i słomy istotnie wyższy był natomiast w uproszczonej uprawie roli niż w uprawie płuźnej. Siew bezpośredni przyczynił się do obniżenia wytworzonej biomasy nadziemnej jęczmienia jarego oraz pobrania makroskładników w całym okresie wegetacji w porównaniu do tradycyjnej i uproszczonej uprawy roli. Odnotowano tendencję negatywnego oddziaływania przerywania siewu bezpośredniego uproszczoną uprawą roli na produkcję biomasy i pobieranie makroskładników, w odniesieniu do siewu bezpośredniego stosowanego corocznie. Systemy uprawy roli w niewielkim stopniu różnicowały zawartość makroskładników w biomase nadziemnej jęczmienia jarego. Wyższe wartości indeksu odżywienia azotem roślin jęczmienia jarego w fazie strzelania w źdźbło odnotowano w tradycyjnej uprawie roli, natomiast w fazie kłoszenia w uprawie uproszczonej; systemy uprawy roli nie wpływały istotnie na indeks zbioru i indeks pobrania azotu.

**Słowa kluczowe:** systemy uprawy roli, jęczmień jary, biomasa nadziemna, pobranie makroskładników

### WSTĘP

Uprawa roli jest ważnym elementem w agrotechnice roślin uprawnych. Jest ona odpowiedzialna za prawidłowe przygotowanie gleby do siewu i stworzenie optymalnych warunków dla kiełkowania nasion oraz wschodów i rozwoju systemu korzeniowego roślin.

Na przestrzeni lat obserwuje się tendencje odchodzenia od uprawy płuźnej w kierunku różnych rozwiązań uprawy bezorkowej. Nowym założeniem rolnictwa jest intensyfikacja zrównoważona, która powinna mieć na uwadze nie tylko produkcję, ale również poprawę środowiska naturalnego [Aziz i in. 2013, Friedrich i in. 2012, Holland 2004, Grandy i in. 2006]. Według FAO [2011] rolnictwo zachowawcze jest dobrym krokiem w zarządzaniu agroekosystemami, w celu poprawy produkcji i bezpieczeństwa żywności oraz korzystnych zmian w środowisku glebowym. Rolnictwo zachowawcze (zrównoważone) oparte jest na trzech głównych

<sup>1</sup> Adres do korespondencji – *Corresponding address:* malecka@up.poznan.pl

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

zasadach: 1.) zminimalizowanie mechanicznej ingerencji w uprawę roli i przejście w rozwiązania bezorkowe (uprawa uproszczona, pasowa, siew bezpośredni), 2.) ciągle utrzymywanie resztek roślinnych na powierzchni gleby (resztki pozbiorowe, międzyplony), 3.) dywersyfikacja płodozmianów z udziałem gatunków wieloletnich i jednorocznych bobowatych [Friedrich i in. 2012]. Uprawa bezorkowa, a szczególnie siew bezpośredni, prowadzi jednak do wzrostu zagęszczenia układu gleby, szczególnie w pierwszym okresie po wprowadzeniu takich rozwiązań, co może ograniczać wschody polowe roślin, rozwój systemu korzeniowego, produkcję biomasy nadziemnej roślin uprawnych oraz pobranie składników [Boydaś i Turgut 2007, Bengough and Mullins 1990, Camara i in. 2003, Hajabbasi 2001, Soane i in. 2012].

Celem podjętych badań była ocena wpływu różnych sposobów uprawy roli pod jęczmień jary 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 jednoczynnikowe, w czterech powtórzeniach polowych. Glebę pola doświadczalnego zaliczono do rzędu gleby płowoziemne, podtypu gleb płowych typowych, rodzaju glina zwałowa i gatunku piasków gliniastych lekkich i mocnych, klasy bonitacyjnej IIIb–IVa, kompleksu żytniego bardzo dobrego [Marcinek i Komisarek 2011]. Jęczmień jary uprawiano w 4-polowym zmianowaniu: groch, pszenica ozima, jęczmień jary, pszenżyto ozime.

Schemat doświadczenia obejmował 7 wariantów uprawy roli pod jęczmień jary:

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.

Siew jęczmienia jarego w uproszczonej uprawie roli i siewie bezpośrednim wykonano siewnikiem z redlicami talerzowymi firmy Great Plains (USA), natomiast w uprawie płuznej z redlicami stopkowymi. Jęczmień jary odmiany Nadek wysiewano w obsadzie 400 ziaren na 1 m<sup>2</sup>. Corocznie jesienią stosowano nawożenie mineralne w dawce na 1 ha: P – 35 kg i K – 66 kg. Nawożenie azotem stosowano jednorazowo wiosną przed siewem w dawce 90 kg N·ha<sup>-1</sup>. W okresie wegetacji jęczmienia jarego w celu ograniczenia zachwaszczenia stosowano preparaty Lintur 70 WG w dawce 150 g·ha<sup>-1</sup> + Chwastox Extra 300 SL w dawce 1 l·ha<sup>-1</sup>. Przeciwno chorobom grzybowym zastosowano w 2011 roku fungicyd Wirtuoz 520 EC w dawce 1 l·ha<sup>-1</sup>, a w 2012 i 2013 roku preparat Falcon 460 EC w dawce 0,6 l·ha<sup>-1</sup>. Ponadto w pierwszym i ostatnim roku badań zastosowano preparaty przeciwko szkodnikom, Decis 2,5 EC w dawce 0,25 l·ha<sup>-1</sup> w 2011 roku oraz Karate Zeon 050 SC w dawce 0,1 l·ha<sup>-1</sup> w 2013 r. W uproszczonej

uprawie roli i siewie bezpośrednim dodatkowo stosowano preparat Roundup 360 SL z siarczanem amonu wczesną jesienią ( $4,0 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1} + 1,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) oraz wiosną 7–9 dni przed siewem ( $1,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1} + 1,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Zabiegi opryskiwania preparatami wykonywano opryskiwaczem ciągnikowym AGP 340 o pojemności zbiornika 350 l.

Biomasę nadziemną jęczmienia jarego (sucha masa) określono w fazach GS 31, GS 61 i GS 89, ścinając całe rośliny z dwóch miejsc z powierzchni  $0,25 \text{ m}^2$  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 w okresie prowadzenia badań były zróżnicowane (tab. 1). W 2011 roku wiosna była ciepła ale sucha. Opady od lutego do czerwca kształtowały się poniżej średnich wieloletnich, a szczególnie suchy był kwiecień i maj. Z kolei średnia temperatura powietrza

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

Miesiące Months	Temperatura – Temperature (°C)				Opady – Precipitations (mm)			
	Lata – Years			1961– 2010	Lata – Years			1961– 2010
	2011	2012	2013		2011	2012	2013	
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

w tym okresie kształtowała się powyżej średniej z wielolecia. W drugim roku badań wegetacja wiosenna przebiegała w sprzyjających warunkach termicznych oraz opadowych. W lutym i marcu opady były niższe, odpowiednio o 50 i 40%, natomiast w kwietniu przewyższyły średnie z wielolecia o 34%, a w maju i czerwcu były 2,5-krotnie wyższe. W 2013 roku wyjątkowo zimnym miesiącem był marzec, gdyż średnia temperatura dobową wynosiła  $-2,5^\circ\text{C}$ , natomiast w pozostałych miesiącach temperatura przekraczała średnie z wielolecia. Warunki opadowe były dość sprzyjające. Po niedoborach opadowych w marcu i kwietniu, warunki wilgotnościowe uległy poprawie, a szczególnie wilgotnym okazał się czerwiec. Reasumując mniej korzystny dla wzrostu i rozwoju jęczmienia jarego był pierwszy rok badań (2011) w porównaniu do 2012 i 2013 roku.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Analizując biomasę nadziemną jęczmienia jarego, średnio dla lat badań, w poszczególnych fazach rozwojowych można stwierdzić, że uproszczona uprawa roli stosowana trwale nie wpływała negatywnie na wytworzoną biomasę, natomiast siew bezpośredni, niezależnie od częstotliwości jego stosowania, przyczynił się do istotnego obniżenia plonu biomasy nadziemnej jęczmienia jarego w odniesieniu do plonu biomasy uzyskanego w tradycyjnej uprawie roli (tab. 2). W fazie strzelania w źdźbło biomasa w tradycyjnej i uproszczonej uprawie roli, które stosowane były corocznie była podobna (1,99 i 1,98 t s.m.·ha<sup>-1</sup>), natomiast w trwałym siewie bezpośrednim była ona istotnie niższa i wynosiła 1,73 t s.m.·ha<sup>-1</sup>. Obniżka ta wynosiła odpowiednio 12,6 i 13,1% w odniesieniu do tradycyjnej i uproszczonej uprawy roli. Na pozostałych obiektach, na których stosowano przemienne warianty uprawowe biomasa nadziemna kształtowała się na zbliżonym poziomie jak w siewie bezpośrednim stosowanym w sposób trwały.

Tabela 2. Biomasa jęczmienia jarego w t s.m.·ha<sup>-1</sup> (średnio 2011–2013)

Table 2. Biomass of spring barley in t DM·ha<sup>-1</sup> (mean of 2011–2013)

Systemy uprawy roli Tillage systems	Faza rozwojowa – Growth stage				
	GS 31	GS 61	GS 89		
			ziarno grain	słoma straw	ziarno + słoma grain + straw
1*	1,98	5,27	4,07	3,39	7,46
2	1,99	5,22	4,44	3,69	8,13
3	1,85	4,85	4,03	3,17	7,20
4	1,78	4,74	3,65	2,81	6,46
5	1,76	4,66	3,86	3,05	6,91
6	1,87	4,85	3,89	3,10	6,99
7	1,73	4,76	4,10	3,28	7,38
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,11	0,36	0,31	0,30	0,59

\*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

W fazie kłoszenia zależności pomiędzy biomasą nadziemną jęczmienia jarego a sposobami uprawy roli były podobne jak w fazie strzelania w źdźbło, jakkolwiek różnice te uległy zmniejszeniu. W siewie bezpośrednim stosowanym corocznie, jęczmień jary wytworzył mniejszą biomasę niż w uprawie płużnej (obiekt 1) i uproszczonej (obiekt 2), odpowiednio o 9,7 i 8,8%.

W fazie dojrzałości pełnej jęczmienia jarego, plon biomasy nadziemnej (ziarno + słoma) był istotnie największy, w odniesieniu do plonu w pozostałych wariantach uprawowych, w uprosz-

czoney uprawie roli i wynosił 8,13 t s.m.·ha<sup>-1</sup>. W tradycyjnej uprawie roli łączny plon ziarna i słomy był o 8,2% mniejszy, natomiast w siewie bezpośrednim o 9,2%. Na obiektach z przemennym stosowaniem wariantów uprawowych obniżka ta była większa i kształtowała się w zakresie 11,4–20,5%.

Analiza wielkości wytworzonej biomasy oraz zawartości i pobrania makroskładników jest najczęściej stosowaną metodą charakteryzującą rozwój roślin w okresie wegetacji [Fotyma i Pecio 1999, Greenwood i in. 1990, Kemanian i in. 2007]. Badania wielu autorów wskazują na zwiększenie gęstości objętościowej i zwężłości gleby w systemach bezorkowych, szczególnie w siewie bezpośrednim, w którym eliminuje się całkowicie zabiegi uprawowe [Arvidsson i in. 2013, Dzienia i in. 2006, Morris i in. 2010]. Zagęszczony układ gleby może z kolei prowadzić do obniżenia wschodów polowych oraz wolniejszego tempa rozwoju roślin [Soane i in. 2012]. Ponadto w systemach bezorkowych obserwuje się ograniczenie dostępności azotu dla roślin, wynikające z wolniejszej mineralizacji i wyższej immobilizacji, co również może wpływać na wytworzenie mniejszej biomasy nadziemnej roślin uprawnych [Angas i in. 2006, Arshad i Gill 1997, Hansen i in. 2011, Nyborg i in. 1995, Schillinger i in. 1999, Soon i Clayton 2002].

Nie odnotowano większej regularności w kierunku oddziaływania sposobów uprawy roli na zawartość makroskładników w biomase nadziemnej jęczmienia jarego (tab. 3). W fazie kłoszenia zawartość makroskładników kształtowała się w zakresie 2,64–3,02% dla azotu, 0,47–0,55% dla fosforu i 3,57–4,22% dla potasu. W fazie kłoszenia koncentracja składników obniżyła się

Tabela 3. Zawartość i pobranie N, P i K w roślinach jęczmienia jarego (średnio 2011–2013)  
Table 3. Content and uptake of N, P and K of spring barley (mean of 2011–2013)

Makropierwiastki Macronutrients	Systemy uprawy roli Tillage systems	Faza rozwojowa – Growth stage								
		GS 31		GS 61		GS 89				
		zawartość content (%)	pobranie uptake (kg·ha <sup>-1</sup> )	zawartość content (%)	pobranie uptake (kg·ha <sup>-1</sup> )	zawartość content (%)		pobranie uptake (kg·ha <sup>-1</sup> )		
						ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw	ziarno + słoma grain + straw
N	1*	2,88	56,4	1,49	78,5	1,67	0,68	67,9	22,9	90,8
	2	2,64	52,5	1,88	98,4	1,74	0,82	77,5	30,3	107,8
	3	2,88	53,2	1,65	80,1	1,67	0,68	67,4	21,5	88,9
	4	2,81	50,1	1,52	72,1	1,77	0,63	64,5	17,6	82,1
	5	2,87	50,4	1,52	70,7	1,61	0,52	62,2	15,8	78,0
	6	2,65	49,4	1,65	80,1	1,59	0,56	62,0	17,4	79,4
	7	3,02	52,4	1,60	76,2	1,79	0,68	73,2	22,4	95,6
	NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>	0,18	3,8	0,11	6,7	0,11	0,04	5,3	1,9	7,1

Tabela 3. cd.  
Tabele 3. cont.

P	1	0,55	10,7	0,28	14,6	0,38	0,15	15,4	5,1	20,5
	2	0,50	9,9	0,29	15,2	0,38	0,14	16,8	5,1	21,9
	3	0,51	9,4	0,30	14,6	0,38	0,12	15,4	3,8	19,2
	4	0,49	8,7	0,28	13,3	0,39	0,12	14,3	3,5	17,8
	5	0,49	8,6	0,28	12,9	0,38	0,11	14,5	3,4	17,9
	6	0,47	8,7	0,29	14,1	0,37	0,12	14,5	3,8	18,3
	7	0,50	8,6	0,30	14,1	0,40	0,13	16,3	4,3	20,6
	NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>	0,04	0,7	0,02	1,2	0,02	0,01	1,2	0,3	1,6
K	1	3,85	75,3	1,64	86,7	0,48	0,39	19,7	13,1	32,8
	2	3,57	71,0	1,70	88,6	0,49	0,37	21,8	13,8	35,6
	3	3,62	67,0	1,58	76,5	0,48	0,36	19,3	11,4	30,7
	4	3,59	63,9	1,58	74,6	0,49	0,35	18,0	9,9	27,9
	5	3,75	66,0	1,61	75,1	0,48	0,33	18,7	10,1	28,8
	6	3,78	70,4	1,63	79,1	0,48	0,33	18,7	10,1	28,8
	7	4,22	73,1	1,65	78,5	0,49	0,33	20,2	10,8	31,0
	NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>	0,29	5,4	0,12	5,9	0,03	0,02	1,6	0,9	2,5

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

do poziomu 1,49–1,88% dla azotu, 0,28–0,30% dla fosforu i 1,58–1,70% dla potasu. W fazie dojrzałości pełnej jęczmienia zawartość N, P i K w ziarnie wynosiła odpowiednio 1,59–1,79%, 0,37–0,40% i 0,48–0,49%, natomiast w słomie odpowiednio 0,52–0,82%, 0,11–0,15% i 0,33–0,39%.

Immobilizacja azotu w połączeniu z niższą temperaturą oraz zagęszczonym układem gleby ograniczają rozwój systemu korzeniowego, który jest odpowiedzialny nie tylko za rozwój biomasy nadziemnej, ale również za pobranie makroskładników [Angás i in. 2006, Arshad i Gill 1997, Bengough and Mullins 1990, Golik i in. 2005]. Dlatego też często obserwuje się, zdaniem powyższych Autorów, mniejsze pobranie składników w plonie biomasy nadziemnej roślin w siewie bezpośrednim w porównaniu do pobrania w tradycyjnej uprawie roli.

W badaniach własnych pobranie azotu w biomacie nadziemnej jęczmienia jarego w fazie strzelania w źdźbło (GS 31) stwierdzono największe w tradycyjnej uprawie roli trwale stosowanej (56,4 kg·ha<sup>-1</sup>). Na pozostałych bezorkowych obiektach uprawowych pobranie tego składnika przez rośliny jęczmienia jarego kształtowało się na zbliżonym poziomie i było ono niższe, w porównaniu do pobrania w tradycyjnej uprawie roli, od 5,7 do 12,4%. W fazie kłoszenia (GS 61) istotnie największe pobranie azotu w biomacie nadziemnej jęczmienia jarego odnotowano w uproszczonej uprawie roli (98,4 kg·ha<sup>-1</sup>). Pomimo podobnego plonu biomasy uzyskanego w uprawie płuznej, pobranie azotu w tym sposobie uprawy było o 20,2% mniejsze.

Wynikało to z większej koncentracji azotu w biomacie jęczmienia jarego uprawianego w uproszczonej uprawie roli niż w uprawie tradycyjnej. Na pozostałych bezorkowych wariantach uprawowych pobranie tego składnika, w porównaniu do największego, było mniejsze w zakresie od 18,6 do 28,2%. W fazie dojrzałości pełnej jęczmienia jarego, łączne pobranie azotu w ziarnie i słomie było również istotnie największe w uproszczonej uprawie roli (107,8 kg-ha<sup>-1</sup>). W uprawie płuznej było ono mniejsze o 15,8%, natomiast w siewie bezpośrednim trwale stosowanym o 11,3%. Mniejsze pobranie azotu w fazie dojrzałości pełnej przez rośliny jęczmienia jarego uprawianego w siewie bezpośrednim niż w uprawie płuznej, obserwowali również w swoich badaniach Nyborg i in. [1995], uzasadniając to większą immobilizacją azotu w siewie bezpośrednim.

Nie stwierdzono większej regularności w kierunku oddziaływania sposobów uprawy roli na pobranie fosforu w biomacie nadziemnej jęczmienia jarego. Wynikało to przede wszystkim z niewielkiego zróżnicowania koncentracji tego składnika w biomacie jęczmienia pomiędzy obiektami uprawowymi. Jakkolwiek, większe jego pobranie stwierdzono we wszystkich trzech fazach rozwojowych jęczmienia jarego w tradycyjnej i uproszczonej uprawie roli trwale stosowanych oraz dodatkowo w siewie bezpośrednim stosowanym corocznie w fazie dojrzałości pełnej jęczmienia, w porównaniu do pozostałych wariantów uprawowych.

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. Ponadto zauważyć można tendencję większej akumulacji potasu przez rośliny jęczmienia jarego uprawianego w siewie bezpośrednim trwale stosowanym niż w siewie bezpośrednim przerywanym uproszczoną bądź płuzną uprawą roli.

W ocenie stanu odżywienia roślin jęczmienia jarego posłużono się zależnością pomiędzy nagromadzeniem suchej masy a zawartością azotu [Fotyma i Pecio 1999, Greenwood i in. 1990]. Indeks odżywienia roślin jęczmienia jarego azotem w fazie strzelania w źdźbło był nieznacznie wyższy w tradycyjnej uprawie roli, a w fazie kłoszenia w uproszczonej uprawie roli, które stosowane były trwale niż wyliczony dla pozostałych obiektów uprawowych. Większość wartości indeksu odbiegała od wartości 1,0, będącej wskaźnikiem optymalnego zaopatrzenia roślin w azot, a najwyższa wartość wynosiła 0,76 dla jęczmienia jarego w uprawie uproszczonej w fazie kłoszenia.

Wyliczony indeks zbioru oraz indeks pobrania azotu, średnio za lata badań, nie był istotnie zróżnicowany w zależności od przyjętego wariantu uprawowego i wahał się w zakresie od 54,6 do 56,5% (tab. 4). W innych badaniach [Machado i in. 2007] wykazano większą wartość indeksu zbioru dla jęczmienia jarego w uprawie płuznej niż w siewie bezpośrednim. Autorzy wiążą to z wytworzonym większym plonem ziarna jęczmienia jarego w tradycyjnej uprawie roli w porównaniu z siewem bezpośrednim, co nie zostało potwierdzone w badaniach własnych.

Indeks pobrania azotu, obrazujący stosunek pobranego azotu w ziarnie do pobrania azotu w całej biomacie (ziarno + słoma), kształtował się na poziomie od 74,8 do 79,7%. Należy jednak podkreślić, że najniższy indeks pobrania azotu zanotowano w uproszczonej uprawie roli, gdzie końcowy plon biomasy nadziemnej był największy, co jest zgodne ze stwierdzeniami innych autorów, którzy wskazują na ujemną korelację z wytworzoną biomasą [Debaeke i in. 1996, Peltonen-Sainio i in. 2008]. Z kolei zdaniem Bulmana i Smitha [1993] pozytywnej zależności można oczekiwać pomiędzy indeksem pobrania azotu a koncentracją białka w ziarnie jęczmienia jarego, co jest ważne z punktu wartości żywieniowej jęczmienia jarego.

Tabela 4. Indeks odżywienia azotem (NNI), indeks zbioru oraz pobrania azotu (średnio 2011–2013)  
 Table 4. Nitrogen nutrition index (NNI), harvest and uptake nitrogen index (mean of 2011–2013)

Systemy uprawy roli Tillage systems	Indeks odżywienia azotem Nitrogen nutrition index		Indeks zbioru Harvest index (%)	Indeks pobrania azotu Nitrogen harvest index (%)
	GS 31	GS 61		
1*	0,71	0,60	54,6	74,8
2	0,65	0,76	54,6	71,9
3	0,68	0,64	55,9	75,8
4	0,66	0,58	56,5	78,6
5	0,67	0,57	55,9	79,7
6	0,63	0,64	55,7	78,1
7	0,70	0,61	55,6	76,6
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,04	0,05	r.n.	r.n.

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

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

## WNIOSKI

1. Uproszczona uprawa roli trwale stosowana nie wpływała negatywnie na produkcję biomasy nadziemnej oraz pobranie makroskładników przez jęczmień jary w fazie strzelania w źdźbło i kłoszenia w porównaniu do tradycyjnej uprawy roli. W fazie dojrzałości pełnej, łączny plon suchej masy ziarna i słomy wyższy był natomiast w uproszczonej uprawie roli niż w uprawie płuznej.
2. Siew bezpośredni przyczynił się do obniżenia wytworzonej biomasy nadziemnej jęczmienia jarego oraz pobrania makroskładników, w całym okresie wegetacji w porównaniu do tradycyjnej i uproszczonej uprawy roli. Systemy uprawy roli w niewielkim stopniu różnicowały natomiast zawartość makroskładników w biomase nadziemnej jęczmienia jarego.
3. Odnotowano tendencję negatywnego oddziaływania przerywania siewu bezpośredniego uproszczoną bądź płuzną uprawą roli na produkcję biomasy i pobranie makroskładników, w odniesieniu do siewu bezpośredniego stosowanego corocznie.
4. Wyższe wartości indeksu odżywienia azotem roślin jęczmienia jarego w fazie strzelania w źdźbło odnotowano w tradycyjnej uprawie roli, natomiast w fazie kłoszenia w uprawie uproszczonej. Systemy uprawy roli nie wpływały istotnie na indeks zbioru i indeks pobrania azotu.

## PIŚMIENNICTWO

Angás P., Lampurlanés J., Cantero-Martínez C. 2006. Tillage and N fertilization effect on N dynamics and barley yield under semiarid Mediterranean conditions. *Soil Till. Res.* 87: 59–71.



- Arshad M.A., Gill K.S. 1997. Barley, canola and wheat production under different tillage-fallow-green manure combinations on a clay soil in a cold, semiarid climate. *Soil Till. Res.* 43: 263–275.
- Arvidsson J., Westlin A., Sörensson F. 2013. Working depth in non-inversion tillage – Effects on soil physical properties and crop yield in Swedish field experiments. *Soil Till. Res.* 126: 259–266.
- Aziz I., Mahmood T., Islam K.R. 2013. Effect of long term no-till and conventional tillage practices on soil quality. *Soil. Till. Res.* 131: 28–35.
- Bengough A.G., Mullins C.E. 1990. Mechanical impedance to root growth: A review of experimental techniques and root growth responses. *J. Soil Sci.* 41: 341–358.
- Boydaş M.G., Turgut N. 2007. Effect of tillage implements and operating speeds on soil physical properties and wheat emergence. *Turk. J. Agric. For.* 31: 399–412.
- Bulman P., Smith D.L. 1993. Accumulation and redistribution of dry matter and nitrogen by spring barley. *Agron. J.* 85: 1114–1121.
- 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.
- Debaeke P., Aussenac T., 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.
- Dzienia S., Zimny L., Weber R. 2006. Najnowsze kierunki w uprawie roli i technice siewu. *Fragm. Agron.* 23(2): 227–241.
- FAO 2011. What is conservation agriculture? FAO-CA website (<http://www.fao.org>), FAO, Rome.
- Fotyma E., Pecio A. 1999. Zależność pomiędzy zawartością azotu i nagromadzeniem suchej masy przez zboża. *Pam. Puł.* 114: 93–100.
- Friedrich T., Derpsch R., Kassam A. 2012. Overview of the global spread of conservation agriculture (<http://factsreports.revues.org>).
- 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.J., Lemaire G., Gosse G., Cruz P., Draycott A., Neeteson J.J. 1990. Decline in percentage N of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> crops with increasing plant mass. *Ann. Bot.* 66: 425–436.
- Hajabbasi M.A. 2001. Tillage effects on soil compactness and wheat root morphology. *J. Agric. Sci. Technol.* 3: 67–77.
- Hansen E.M., Munkholm L.J., Olesen J.E. 2011. N-utilization in non-inversion tillage systems. *Soil Till. Res.* 113: 55–60.
- Holland J.M. 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: Reviewing the evidence. *Agric. Ecosys. Environ.* 103: 1–25.
- Kemarian 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.
- Machado S., Petrie S., Rhinhart K., Qu A. 2007. Long-term continuous cropping in the Pacific Northwest: tillage and fertilizer effects on winter wheat, spring wheat, and spring barley production. *Soil Till. Res.* 94: 473–481.
- Marcinek J., Komisarek J. (red.) 2011. *Systematyka Gleb Polski. Roczn. Glebozn.* 62(3): ss. 193.
- 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.
- Nyborg M., Solberg E.D., Izaurrealde R.C., Malhi S.S., Molina-Ayala M. 1995. Influence of long-term tillage, straw and N fertilizer on barley, plant-N uptake and soil-N balance. *Soil Till. Res.* 36: 165–174.
- Peltonen-Sainio P., Muurinen S., Rajala A., Jauhainen L. 2008. Variation in harvest index of modern spring barley, oat and wheat cultivars adapted to northern growing conditions. *J. Agric. Sci.* 146: 35–47.
- Schillinger W.F., Cook R.J., Papendick R.I. 1999. Increased dryland cropping intensity with no-till barley. *Agron. J.* 91: 744–752.

- 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.

I. MAŁECKA, A. BLECHARCZYK, Z. SAWINSKA, T. PIECHOTA

### THE EFFECT OF TILLAGE SYSTEMS ON ABOVEGROUND BIOMASS ACCUMULATION OF SPRING BARLEY AND MACRONUTRIENTS UPTAKE

#### Summary

This study performed in years 2011–2013 at Brody Experimental Station (Poznan University of Life Sciences), 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 variants for dry matter production of spring barley: 1) conventional tillage, 2) reduced 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 spring barley the above ground dry matter and macronutrients accumulation were similar in conventional and reduced tillage. Reduction of soil tillage up to no-tillage mostly leads decrease of spring dry matter biomass and macronutrients uptake in all vegetation period. At the fully ripe stage dry matter biomass and macronutrients uptake were the highest under reduced tillage than under conventional tillage. The average macronutrients concentration of dry matter of spring barley was similar for seven tillage methods. The spring barley nitrogen nutrition index was higher under conventional tillage at GS 31 and under reduced tillage at GS 61. No differences in harvest index and nitrogen harvest index were observed between tillage methods.

**Key words:** tillage systems, spring barley, aboveground biomass, macronutrients uptake

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 5.09.2014

Do cytowania – *For citation*:

Małecka I., Blecharczyk A., Sawinska Z., Piechota T. 2014. Wpływ systemów uprawy roli na produkcję biomasy nadziemnej jęczmienia jarego oraz pobranie makroskładników. *Fragm. Agron.* 31(4): 65–74.