

ANDRZEJ BISKUPSKI, STANISŁAW WŁODEK, JAN PABIN

## WPLYW RÓŻNYCH SYSTEMÓW UPRAWY ROLI I MULCZOWANIA GLEBY NA PLONOWANIE ROŚLIN I WYBRANE WSKAŹNIKI ARCHITEKTURY ŁANU

### THE INFLUENCE OF DIFFERENT SYSTEMS OF TILLAGE AND MULCHING OF SOIL ON YIELDING OF CROPS AND SELECTED INDICES OF CANOPY ARCHITECTURE

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy  
w Puławach, Zakład Herbolgii i Technik Uprawy Roli

*Abstract:* The research aimed at determining the influence of different systems of tillage and straw management on yielding and selected indices of canopy architecture (MTZ, LAI, MTA) with plants grown in crop rotation. The mode of tillage exerted a significant influence on as well the yielding as the leaf area index of winter triticale and oats. The best results were obtained on the traditional tillage. The kind of mulch brought about differences in yielding and LAI in only winter triticale. The best results were obtained for the first and third kind of mulch. No significant influence of the cultivation systems or mulch on the weight of 1000 grains and mean foliage tip angle was found. Proved has been high positive correlation between the yield of crops and the weight of 1000 grains, and negative dependence between leaf area (LAI) and yield of crops, weight of 1000 grains (MTZ) and foliage tip angle (MTA).

*Słowa kluczowe:* sposoby uprawy roli, mulczowanie, plon ziarna, masa 1000 ziarn (MTZ), wskaźnik powierzchni liści (LAI), średni kąt ustawienia liści (MTA).

*Key words:* modes of tillage, mulch, grain yield, weight of 1000 grains (MTZ), leaf area index (LAI), mean tip angle (MTA).

## WSTĘP

Względy organizacyjne, ekonomiczne, a także ochrona gleby i środowiska wymagają ograniczenia tradycyjnej uprawy roli (czyli uprawy płużnej) na rzecz uprawy bezorkowej. Ma ona zapewnić wzrost opłacalności produkcji roślinnej przez zmniejszenie nakładów na uprawę. Obniżenie kosztów uzyskać można poprzez zmniejszenie głębokości uprawy lub ograniczenie zabiegów uprawowych aż do całkowitego ich wyeliminowania, jak ma to miejsce w przypadku siewu bezpośredniego [Viselga, Kamiński 2001].

Pozostawienie mulczu z pociętej słomy przy stosowaniu uprawy konserwującej obniża koszty produkcji, jednak długotrwały proces rozkładu słomy oraz zmianowanie z udziałem zbóż sprzyjają nadmiernemu przyrostowi warstwy mulczu [Hermanz i in. 1995; Vilde 1999]. Aby rozwiązać ten problem, potrzebne są pewne działania zmierzające do przyspieszenia rozkładu mulczu słomianego i do tworzenia się z niego próchnicy. Można tego dokonać poprzez mieszanie słomy z wierzchnią warstwą gleby, a także nawożenie azotowe (RSM) aplikowane bezpośrednio na pozostawioną sieczkę ze słomy i stosowanie do mulczowania zielonej masy z międzyplonu w połączeniu ze słomą.

Współczesne techniki pomiarowe pozwalają na wykonanie szybkich pomiarów powierzchni (LAI) i kąta nachylenia (MTA) liści, czyli wybranych wskaźników architektury łanu. Wymienione wskaźniki opisują w szerszy sposób zmiany zachodzące w łanie oraz pozwalają z pewnym wyprzedzeniem określić plon roślin [Czerednik, Nalborczyk 2000; Faber 2000; Igras, Kubsik 1999; Podolska, Ruszkowski 1991].

Celem badań było określenie wpływu różnych sposobów uprawy i zagospodarowania słomy na plonowanie oraz wybrane wskaźniki architektury łanu (MTZ, LAI, MTA) roślin uprawianych w zmianowaniu.

## MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w latach 2003–2005 w Jelczu-Laskowicach w glebie wytworzonej z piasku gliniastego mocnego podścielonego gliną lekką. Doświadczenie polowe, dwuczynnikowe zakładano metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Pierwszym czynnikiem były różne techniki uprawy, drugim zaś rodzaje mulczu.

Obiekty uprawowe przedstawiają się następująco:

I czynnik – techniki uprawy roli: UT – orka pługiem, siew siewnikiem zwykłym; UU – brona talerzowa lub kultywator, siew siewnikiem zwykłym; UZ – siew bezpośredni.

II czynnik – rodzaje mulczu: 1. Sieczka ze słomy uprawianej w danym roku rośliny + 30 kg N · ha<sup>-1</sup> (RSM) zaraz po zbiorze; 2. Sieczka ze słomy uprawianej w danym roku rośliny + 30 kg N · ha<sup>-1</sup> (RSM) zaraz po zbiorze + siew międzyplonu gorczycy; 3. Sieczka ze słomy uprawianej w danym roku rośliny + 30 kg N · ha<sup>-1</sup> (RSM) zaraz po zbiorze + talerzówka mieszająca słomiany mulcz z glebą; 4. Słoma usuwana z pola (bez mulczu) + 30 kg N · ha<sup>-1</sup> (RSM) zaraz po zbiorze; 5. Słoma usuwana z pola (jak w punkcie 4) + siew międzyplonu gorczycy.

Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 480 m<sup>2</sup>. Roślinami w doświadczeniu były: pszenica ozima, pszenżyto jare oraz owies. Wskaźnik powierzchni liści (LAI) oraz średni kąt nachylenia liści (MTA) określono wykonując pomiary miernikiem LAI-2000 firmy LI-COR (USA) w fazie początku kłoszenia w czterech powtórzeniach. Pomiary wykonano pomiędzy godziną 6 a 7 rano. Temperatura powietrza w okresie pomiarów wynosiła: w 2003 roku 17,1°C, 2004 – 16,3°C i w 2005 – 11,4°C, natomiast wilgotność odpowiednio: 93%, 71% i 57%. Wyniki poddano analizie statystycznej obliczając NIR za pomocą analizy wariancji. Ponadto dla materiału badawczego utworzono macierz współczynników korelacji liniowej prostej.

Układ temperatur w okresie badawczym był wyraźnie zróżnicowany (tab. 1). Okres wegetacyjny roślin był najcieplejszy w roku 2003, w którym średnie temperatury były wyższe nie tylko od temperatur z okresu badawczego, ale również z wielolecia. Różnice pomiędzy latami odnotowano także w ilości i rozkładzie opadów. Największe sumy opadów wykazano w drugim i trzecim roku badań, jednak rozkład opadów, zwłaszcza w czerwcu był nierównomierny. Miesiącem o największej ilości opadów był lipiec w 2005 roku. W tym samym roku w kwietniu i czerwcu wystąpiły niedobory opadów, a rozkład tych opadów był również niekorzystny.

TABELA 1. Średnia miesięczna i roczna temperatura powietrza (T) [°C] oraz miesięczne i roczne sumy opadów (O) [mm] w Jelczu -Laskowicach  
 TABLE 1. Monthly and yearly means of air temperature [°C] and monthly and yearly sums of precipitation [mm] in Jelcz-Laskowice

Rok Year	Miesiąc – Month												Wartość roczna Yearly value
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2003 T	-2,3	-4,0	3,0	7,5	15,7	19,7	19,7	19,8	14,0	5,5	5,1	1,4	8,8
2003 O	37,9	4,9	16,2	19,6	57,7	27,6	77,7	56,5	27,5	50,6	27,3	41,2	444,7
2004 T	-3,7	1,1	3,9	9,4	12,9	17,0	18,5	19,6	14,1	10,5	4,6	1,2	9,1
2004 O	39,5	46,4	63,6	24,4	37,3	43,7	55,3	47,9	27,1	49,6	72,2	16,2	523,2
2005 T	1,9	-2,1	1,3	9,3	14,4	17,0	19,9	19,0	14,8	9,7	2,7	0,2	8,9
2005 O	39,6	52,1	12,3	20,3	86,2	22,4	123,9	34,8	16,9	4,3	31,2	99,3	543,1
1956–2000 T	-1,5	-0,3	3,2	8,0	13,3	16,6	18,2	17,5	13,5	8,8	3,7	0,1	8,4
1956–2000 O	27,2	25,5	31,3	37,6	61,3	71,4	80,0	67,7	47,6	38,4	38,3	34,3	560,5

## WYNIKI I DYSKUSJA

Nie wykazano istotnego wpływu stosowanych upraw i rodzaju mulczu na wielkość plonowania pszenicy ozimej (tab. 2). Na niskie plonowanie tej rośliny miała prawdopodobnie wpływ mała ilość oraz nierównomierny rozkład opadów w okresie wegetacji. Stwierdzono natomiast istotny wpływ rodzaju uprawy na plonowanie pszenżyta jarego. Najwyższe plony uzyskano po zastosowaniu uprawy tradycyjnej, a najniższe po uprawie uproszczonej i siewie bezpośrednim. Zastosowane różne warianty mulczowania wpływały istotnie tylko na plonowanie pszenżyta jarego.

TABELA 2. Plon ziarna [t · ha<sup>-1</sup>] w latach 2003–2005  
 TABLE 2. Grain yield [t · ha<sup>-1</sup>] in the years 2003–2005

	Pszenica ozima – 2003 Winter wheat				Pszenżyto jare – 2004 Spring triticale				Owies – 2005 Oats			
	System uprawy – Tillage system											
	UT*	UU	UZ	śred. mean	UT	UU	UZ	śred. mean	UT	UU	UZ	średnia mean
1*	2,40	2,25	2,85	2,50	4,57	3,61	3,41	3,86	2,38	2,37	2,35	2,37
2	2,49	2,70	2,39	2,53	4,68	4,08	4,46	4,41	2,34	2,39	2,23	2,32
3	2,37	2,17	2,24	2,26	4,62	4,51	4,49	4,54	2,27	2,23	2,36	2,29
4	2,45	2,36	2,89	2,57	4,56	4,06	4,00	4,21	2,18	2,39	2,30	2,29
5	2,76	2,64	3,04	2,81	4,62	4,46	4,46	4,51	2,38	2,27	2,21	2,29
Średnia – mean	2,49	2,42	2,68	2,53	4,61	4,14	4,16	4,31	2,31	2,33	2,29	2,31
NIR, LSD 0,05												
Uprawa -Tillage (u)	r.n.**				0,440				0,110			
Mulcz - mulch (m)	r.n.				0,688				r.n.			

\* opis w rozdziale Materiał i metody – description in the chapter: Material and Methods

\*\* różnice nieistotne – not significant differences

TABELA 3. Masa [g]1000 ziarn (MTZ) w latach 2003–2005  
TABLE 3. Weight [g] of 1,000 grains (MTZ) in the years 2003–2005

	Pszenica ozima – 2003 Winter wheat				Pszenżyto jare – 2004 Spring triticale				Owies – 2005 Oats			
	System uprawy -- Tillage system											
	UT*	UU	UZ	śred. mean	UT	UU	UZ	śred. mean	UT	UU	UZ	średnia mean
1*	36,5	36,7	36,7	36,6	46,2	45,2	43,7	45,0	29,2	30,4	33,2	30,9
2	37,0	34,4	34,6	35,3	43,0	44,2	46,2	44,5	28,8	33,5	31,6	31,3
3	35,2	36,8	36,3	36,1	45,6	45,5	45,2	45,4	28,8	32,7	31,4	31,0
4	37,1	34,6	37,3	36,3	46,1	43,9	44,5	44,8	30,5	28,8	31,9	30,4
5	35,6	36,3	36,8	36,2	43,7	44,5	45,7	44,6	33,1	30,4	31,6	31,7
Średnia – mean	36,3	35,8	36,3	36,1	44,9	44,7	45,1	44,9	30,1	31,2	31,9	31,1

\* opis w rozdziale Materiał i metody – description in the chapter: Material and Methods

Żadne wyniki badań nie różnią się istotnie – none significant differences

Zdaniem Tebrügge<sup>1</sup> a [1989], uprawa bezpługowa (uproszczona) daje wyniki nie gorsze, a czasem nawet lepsze niż uprawa z użyciem pługa. W swoich badaniach uzyskał on niewielką zwyżkę plonu stosując uprawę uproszczoną zamiast uprawy z użyciem pługa.

W literaturze niemieckiej [Tebrügge 1989; Golisch 1989] podkreśla się, że uproszczenie uprawy ma na celu nie wzrost plonów, ale obniżenie kosztów mechanizacyjnych w produkcji roślinnej. Natomiast Golisch [1989], który jest przeciwnikiem wyeliminowania pługa z uprawy podstawowej, uważa, że na glebach lekkich i średnich, a także cięższych i lessowych pług jest nieodzowny, chociaż na glebach bardzo ciężkich można z niego w niektórych latach zrezygnować.

Ze względu na zastosowane rodzaje uprawy i mulczy w niewielkim stopniu różniły się wartości masy 1000 ziarn pszenicy, pszenżyta i owsa (tab. 3). Średnie wartości wahały się odpowiednio w granicach 35,3–36,6 g, 44,5–45,4 g i 30,4–31,7 g.

TABELA 4. Wskaźnik powierzchni liści (LAI) w latach 2003–2005  
TABLE 4. Leaf area index (LAI) in the years 2003–2005

	Pszenica ozima – 2003 Winter wheat				Pszenżyto jare – 2004 Spring triticale				Owies – 2005 Oats			
	System uprawy – Tillage system											
	UT*	UU	UZ	śred. mean	UT	UU	UZ	śred. mean	UT	UU	UZ	średnia mean
1*	2,28	2,76	2,68	2,57	3,88	3,62	2,34	3,28	4,87	4,76	3,42	4,35
2	2,47	2,52	2,26	2,42	3,41	3,26	2,78	3,15	4,44	4,26	3,37	4,02
3	2,70	2,28	2,14	2,37	3,07	3,25	2,26	2,86	5,74	4,25	3,53	4,51
4	2,47	2,35	2,72	2,51	3,50	2,80	2,54	2,94	4,49	4,37	3,45	4,10
5	2,60	2,11	2,80	2,50	3,72	3,09	2,10	2,97	5,13	5,09	3,98	4,73
Średnia – mean	2,50	2,40	2,52	2,47	3,52	3,20	2,40	3,04	4,93	4,55	3,55	4,34
NIR, LSD 0,05												
Uprawa - Tillage (u)	r.n.**				0,550				0,607			
Mulcz - mulch (m)	r.n.				0,859				r.n.			

\* opis w rozdziale Materiał i metody – description in the chapter: Material and Methods

\*\* różnice nieistotne --- not significant differences

TABELA 5. Średni kąt nachylenia liści (MTA) w latach 2003–2005

TABLE 5. Mean tip angle (MTA) in the years 2003–2005

	Pszenica ozima – 2003 Winter wheat				Pszenżyto jare – 2004 Spring triticale				Owies – 2005 Oats			
	System uprawy – Tillage system											
	UT*	UU	UZ	śred. mean	UT	UU	UZ	śred. mean	UT	UU	UZ	średnia mean
1*	66	64	69	66	59	59	60	59	62	61	61	61
2	62	63	63	63	65	55	63	61	62	62	60	61
3	61	62	71	65	60	59	60	60	58	59	64	60
4	64	67	63	65	61	61	60	61	61	60	58	60
5	71	65	61	66	64	63	66	64	57	57	60	58
Średnia – mean	65	64	65	65	62	59	62	61	60	60	61	60

\* opis w rozdziale Materiał i metody – description in the chapter: Material and Methods

Żadne wyniki badań nie różnią się istotnie – none significant differences

Wskaźnik powierzchni liści charakteryzuje wielkość powierzchni asymilacyjnej zdolnej do absorpcji PAR, od którego zależy fotosynteza, a pośrednio przyrost biomasy [Lepiarczyk i in. 2005]. Wskaźnik ten obecnie może być łatwo oznaczany metodą niedestrukcyjną i wykorzystywany do monitorowania stanu upraw, prognozowania plonu ziarna i wilgotności kłoby oraz produktywności roślin. Teoretycznie im większy jest LAI, tym większa powinna być produkcja biomasy i plonu rolniczego [Czerednik, Nalborczyk 2000]. Jednak przy zbyt dużych wartościach LAI pogarszają się warunki świetlne i zaopatrzenie w CO<sub>2</sub> oraz wzrasta podatność na wyleganie i porażenie chorobami czy szkodnikami. W badaniach wpływu nachylenia liści na pochłanianie promieniowania wykazano, że właśnie ta wartość jest istotna w ogólnej architekturze ładu, ponieważ jest wyznacznikiem przebiegu fotosyntezy. Optymalny LAI dla roślin zbożowych powinien wynosić około 4, a współczynnik  $k = 0,47$  [Czerednik, Nalborczyk 2000].

W przedstawionej pracy wskaźnik powierzchni liści był istotnie zróżnicowany przez systemy uprawy w drugim i trzecim roku badań (pszenżyto, owies), natomiast rodzaj mulczu wpłynął istotnie na badaną cechę tylko w przypadku pszenżyta (tab. 4). Najwyższym wskaźnikiem LAI odznaczało się pszenżyto i owies w uprawie tradycyjnej, najmniejszym zaś po siewie bezpośrednim. Ze względu na zastosowane rodzaje mulczu wysoki wskaźnik LAI dla pszenżyta uzyskano w wariantach pierwszym (siecinka ze słomy rośliny uprawianej w danym roku + 30 kg N · ha<sup>-1</sup> w formie RSM zaraz po zbiorze).

Nie stwierdzono istotnego wpływu rodzaju uprawy i zastosowanego mulczu na średni kąt nachylenia liści w trzyletnim doświadczeniu (tab. 5). Średnie wartości dla pszenicy wahały się od 63 do 66 jednostek, pszenżyta 59–64 jednostek i owsa 58–61 jednostek.

TABELA 6. Współczynniki korelacji

TABLE 6. Correlation coefficients

Cechy – Traits	Plon – Yield	LAI	MTA	MTZ
Plon – Yield	x	-0,29*	-0,09	0,91*
LAI	-0,29*	x	-0,50*	-0,50*
MTA	-0,09	-0,50*	x	-0,01
MTZ	0,91*	-0,50*	-0,01	x

\* istotne – significant (P&lt;0,05)

Analiza korelacyjna danych za okres trzyletni (tab. 6) wykazała istotne ujemne zależności pomiędzy powierzchnią liści a plonem roślin, masą 1000 ziarn i kątem ustawienia liści oraz wysoką, dodatnią korelację pomiędzy plonem roślin a masą 1000 ziarn (0,91). Podobne zależności dla zbóż uzyskali Biskupski i in. [2004] oraz Jończyk [2002].

## WNIOSKI

1. Sposób uprawy wpłynął istotnie na plonowanie oraz wskaźnik powierzchni liści pszenżyta ozimego i owsa. Najlepszą okazała się uprawa tradycyjna.
2. Rodzaj zastosowanego mulczu różnicował plonowanie i LAI tylko pszenżyta ozimego. Najkorzystniejszy okazał się wariant pierwszy i trzeci mulczowania.
3. Nie stwierdzono istotnego wpływu zastosowanych w badaniach rodzajów uprawy i mulczu na masę 1000 ziarn oraz średni kąt nachylenia liści.
4. Wykazano wysoką korelację dodatnią pomiędzy plonem roślin a masą 1000 ziarn oraz ujemną zależność pomiędzy powierzchnią liści a plonem roślin, masą 1000 ziarn i kątem ustawienia liści.

## LITERATURA

- BISKUPSKI A., KAUS A., PABIN J., WŁODEK S. 2004: Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na wskaźnik powierzchni liści (LAI), średni kąt nachylenia liści (MTA) i plon wybranych odmian pszenicy jarej. *Ann.UMCS Lublin – Polonia Sectio E* **59**,2: 649–654.
- CZEREDNIK A., NALBORCZYK E. 2000: Współczynnik wykorzystania napromieniowania fotosyntetycznie aktywnego (RUE) – nowy wskaźnik fotosyntetycznej produktywności roślin w łanie. *Biul. IHAR* **215**: 13–21.
- GOLISCH G. 1989: Pro: Ohne Pflug geht es nicht. Pflug bleibt Schlüsselgerät. *DLZ Landtechnik* **40**, 1: 16–19.
- FABER A. 2000: Efektywność wykorzystania promieniowania świetlnego przez pszenicę ozimą uprawianą na różnych glebach. *Fragm. Agron.* **17**, 4: 46–52.
- HERMANZ J.L., GIRON V.S., CERISOLA C. 1995: Long-term energy use and economic evaluation of three tillage systems for cereal and legume production in central Spain. *Soil Till. Res.* **35**: 183–198.
- IGRAS J., KUBSIK K. 1999: Dynamika zapasów wody w glebach różnych kompleksów w zależności od indeksu powierzchni liści i akumulacji suchej masy pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* **6**, 1: 39–48.
- JOŃCZYK K. 2002: Reakcja wybranych odmian pszenicy ozimej na uprawę w różnych systemach produkcji roślinnej. *Pam. Puł. – Mat. Konf. Puławy.* **130**, 1: 339–345.
- LEPIARCZYK A., KULIG B., STĘPNIAK K. 2005: Wpływ uproszczonej uprawy roli i przedplonu na plonowanie oraz kształtowanie LAI wybranych odmian pszenicy ozimej w płodozmianie zbożowym. *Fragm. Agron.* **86**, 2: 98–105.
- PODOLSKA G., RUSZKOWSKI M. 1991: Studia nad modelem łanu pszenicy ozimej. Wpływ gęstości siewu na strukturę plonu i architekturę łanu. *Fragm. Agron.* **8**, 3: 57–72.
- TEBRÜGGE F. 1989: Kontra: Es geht auch ohne Pflug. Erosion in Schachhalten. *DLZ Landtechnik* **40**, 1: 40–43.
- VILDE A. 1999: Energetic and economic estimation of soil tillage systems. *Fol. Univ. Agric. Stetin* **195**, *Agricultura* **74**: 213–222.
- VISELGA G., KAMIŃSKI J.R. 2001: Nowoczesne technologie uprawy gleby. *Tech. Rol.* **1**: 22–24.

Dr inż. Andrzej Biskupski

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB

Zakład Herbologii i Techniki Uprawy Roli

ul. Orzechowa 61, 50-540 Wrocław

e-mail: biskupand@poczta.onet.pl