

Katedra Ekologii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin
e-mail: sylwia.andruszczak@up.lublin.pl

SYLWIA ANDRUSZCZAK, PIOTR KRASKA,
EWA KWIECIŃSKA-POPPE, EDWARD PAŁYS, JERZY SZYMONA,
BEATA KRUSIŃSKA, KRYSZYNA KISIEL

**Wpływ herbicydów i nawożenia dolistnego
na kształtowanie się wskaźnika powierzchni liściowej (LAI)
i średniego kąta nachylenia liści (MTA)
oplewionej i nagoziarnistej formy owsa**

The influence of herbicides and foliar fertilization on the leaf area index (LAI)
and the mean tip angle (MTA) of husked and naked oat

Streszczenie. Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu chemicznej ochrony roślin, uwzględniającej zastosowanie herbicydu Lintur 70 WG oraz mieszaniny środków Lintur 70 WG i Chwastox Extra 300 SL na kształtowanie się wskaźników LAI i MTA oplewionej (Breton) i nagoziarnistej (Polar) formy owsa w warunkach dolistnego dokarmiania roślin nawozami Insol 3 i FoliCare 18:18:18. Badania przeprowadzono w latach 2010–2012 na średnio ciężkiej rędzinie mieszanej. Ocenę wskaźników LAI i MTA w łanie owsa przeprowadzono 3-krotnie (BBCH 32–34; 55–59; 77–88), wykonując pomiary miernikiem LAI-2000 firmy LI-COR (USA). W fazach strzelania w źdźbło i wiechowania owsa istotnie większym wskaźnikiem pokrycia liściowego odznaczała się forma oplewiona, w okresie dojrzałości mleczno-woskowej zaś istotnie większą wartość LAI stwierdzono w łanie owsa nagoziarnistego. Chemiczna ochrona roślin przed chwastami istotnie zmniejszała wartość wskaźnika powierzchni liściowej w okresie strzelania w źdźbło i jednocześnie zwiększała średni kąt nachylenia liści w pozostałych fazach rozwojowych owsa. Pod wpływem nawozów dolistnych Insol 3 i FoliCare 18:18:18 stwierdzono istotne zwiększenie indeksu LAI w fazach strzelania w źdźbło i wiechowania owsa.

Słowa kluczowe: owies, ochrona chemiczna, Insol 3, FoliCare 18:18:18, LAI, MTA

WSTĘP

Współczesne techniki pomiarowe pozwalają na szybkie i niedestrukcyjne określenie wskaźnika powierzchni liści LAI (leaf area index). Służy on do oceny dynamiki rozwoju

roślin, monitorowania stanu upraw oraz oceny tolerancji roślin uprawnych na działanie środków ochrony roślin [Biskupski i in. 2004, 2007, Gołębiowska i Sekutowski 2007]. Indeks LAI charakteryzuje wielkość powierzchni asymilacyjnej decydującej o przebiegu fotosyntezy, a pośrednio może być wskaźnikiem produktywności roślin [Lepiarczyk i in. 2005]. Ważną cechą opisującą zmiany zachodzące w łanie jest również wskaźnik średniego kąta nachylenia liści względem powierzchni gleby MTA (mean tip angle). Według Feledyn-Szewczyk i Duer [2006] odmiany pszenicy ozimej o bardziej poziomym (horyzontalnym) ustawieniu liści odznaczają się dużą zdolnością zacieniania gleby oraz lepiej konkurują z chwastami niż odmiany o liściach erektoidalnych. Z kolei Biskupski i in. [2004] udowodnili wyraźny związek wartości wskaźnika MTA w łanie pszenicy jarej z wielkością uzyskiwanego plonu ziarna.

Z literatury wynika, że na kształtowanie się wskaźników LAI i MTA w dużym stopniu wpływa poziom agrotechniki, zwłaszcza nawożenie i ochrona roślin przed agrofagami [Oleksey i in. 2009, Andruszczak i in. 2012]. Stąd też podjęto badania mające na celu określenie wpływu wybranych herbicydów oraz nawożenia dolistnego na wskaźnik powierzchni liściowej i średniego kąta nachylenia liści oplewionej i nagoziarnistej formy owsa.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2010–2012 w Gospodarstwie Doświadczalnym Bezek koło Chełma, należącym do Katedry Ekologii Rolniczej Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Doświadczenie założono na średnio ciężkiej rędzinie mieszananej, wytworzonej z opoki kredowej, o składzie granulometrycznym gliny średniej pylastej. Gleba ta zaliczana jest do klasy bonitacyjnej IIIb i kompleksu pszennego wadliwego.

Trzyczynnikowe doświadczenie założono metodą split-plot w 3 powtórzeniach o powierzchni poletek do zbioru 15 m². Czynnikiem pierwszego rzędu były dwie odmiany owsa, tj. nagoziarnista odmiana Polar i oplewiona odmiana Breton. Czynnikiem drugiego rzędu były poziomy chemicznej ochrony przed chwastami, uwzględniające zastosowanie herbicydu Lintur 70 WG lub mieszaniny środków Lintur 70 WG i Chwastox Extra 300 SL. Obiekt kontrolny stanowiły poletka bez chemicznej ochrony przed chwastami. Herbicydy Lintur 70 WG (dikamba 65,9% i triasulfuron 4,1%) i Chwastox Extra 300 SL (MCPA 300 g/l) stosowano w dawkach odpowiednio 150 g/ha i 1,5 l/ha w okresie krzewienia owsa (BBCH 23–29). Trzeci czynnik doświadczenia uwzględniał zastosowanie dolistnego dokarmiania roślin nawozami Insol 3 i FoliCare 18:18:18. Nawożenie dolistne wykonano w okresie krzewienia owsa (BBCH 23–29), strzelania w źdźbło (BBCH 33–39) i na początku wiechowania (BBCH 49–51) w dawkach 1 l/ha (Insol 3) i 20 kg/ha (FoliCare 18:18:18). Obiektem kontrolnym były poletka bez nawożenia dolistnego.

Przedplonem owsa była pszenica ozima. Owies uprawiano zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi dla tego gatunku. Siew wykonano w drugiej dekadzie kwietnia w ilości 500 ziaren na 1 m². Nawożenie mineralne przedstawiało się następująco (w kg na hektar): N 60; P₂O₅ 50; K₂O 50. Nawozy fosforowe w formie superfosfatu potrójnego granulowanego i potasowe w formie 60% soli potasowej oraz połowę dawki azotu w formie

saletry amonowej wysiano przed wiosennym kultywatorowaniem. Pozostałą część azotu wniesiono w fazie strzelania w źdźbło.

W fazach strzelania w źdźbło (BBCH 32–34), wiechowania (BBCH 55–59) i dojrzałości mleczno-woskowej owsa (BBCH 77–85) przeprowadzono ocenę wskaźników powierzchni liściowej i średniego kąta nachylenia liści w łanie owsa, wykonując pomiary miernikiem LAI-2000 firmy LI-COR (USA). Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji i obliczono najmniejsze istotne różnice przy użyciu półprzedziałów ufności Tukeya z 5% ryzykiem błędu. Wyniki przedstawiono jako średnie z trzech lat badań.

WYNIKI I DYSKUSJA

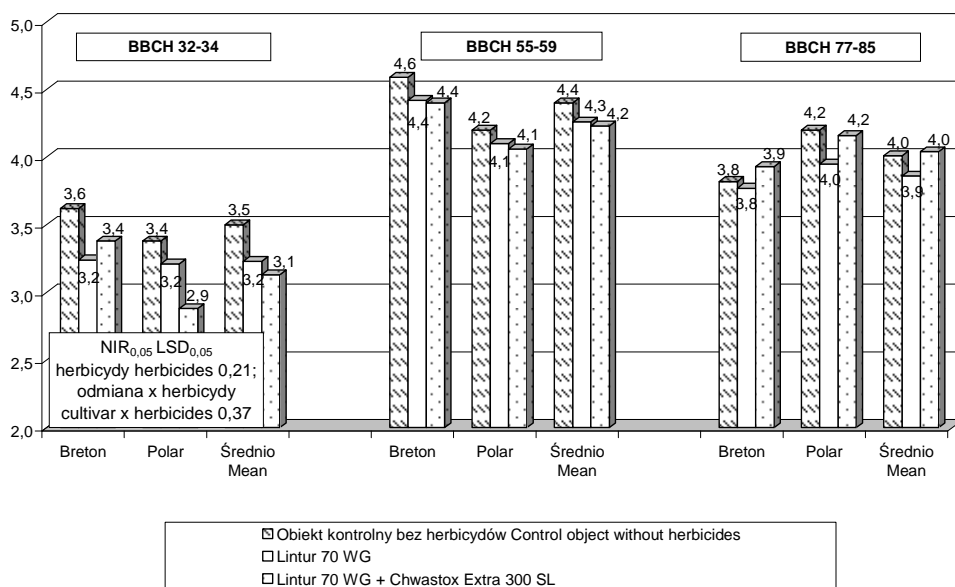
Zdaniem wielu autorów pomiędzy wielkością plonu ziarna zbóż a wartością LAI istnieje ścisły związek – im większy jest indeks LAI, tym większa powinna być produkcja biomasy [Faber i Nieróbca 1999, Lepiarczyk i in. 2005, Oleksy i in. 2009]. Jednak przy zbyt dużych wartościach tego parametru pogarszają się warunki świetlne w łanie oraz wzrasta podatność na porażenie chorobami i szkodnikami [Czerednik i Nalborczyk 2000,

Tabela 1. Indeks powierzchni liściowej (LAI) i średni kąt ustawienia liści (MTA) oplewionej i nagoziarnistej formy owsa (niezależnie od ochrony chemicznej i nawożenia dolistnego)
Table 1. Leaf area index (LAI) and mean tip angle (MTA) of husked and naked oat (independently of chemical protection and foliar fertilization)

Odmiany Cultivars	LAI			MTA		
	Faza rozwojowa owsa (skala BBCH) Development stage of oat (BBCH scale)					
	32–34	55–59	77–85	32–34	55–59	77–85
Breton	3,41	4,47	3,84	55,8	58,6	51,8
Polar	3,16	4,12	4,10	56,0	59,7	51,9
Średnio/ Mean	3,28	4,30	3,97	55,9	59,2	51,8
NIR (0,05)/ LSD (0,05)	0,14	0,12	0,22	r.n.	0,6	r.n.

Biskupski i in. 2007]. U większości zbóż powierzchnia liści w okresie kłoszenia z reguły jest około czterech razy większa niż powierzchnia gruntu, przy czym wartość ta w dużym stopniu jest warunkowana cechami genetycznymi i czynnikami siedliskowymi [Jamieson i in. 1995, Andruszczak i in. 2012]. Według Jaśkiewicz [2007] optymalne wartości wskaźnika LAI w łanie pszenżyta ozimego wynoszą od 3,29 w fazie strzelania w źdźbło do 3,94 w fazie kłoszenia. W warunkach prowadzonych badań wskaźnik LAI w łanie owsa wahał się w granicach 3,16–4,47, osiągając najmniejsze wartości w fazie strzelania w źdźbło, największe zaś w okresie wyrzucania wiechy (tab. 1). Zaznaczyć należy jednak, że porównywane odmiany owsa różniły się istotnie pod względem ocenianej cechy. W obydwu wymienionych fazach rozwojowych istotnie większym wskaźnikiem pokrycia liściowego odznaczała się forma oplewiona owsa, w okresie dojrzałości mleczno-woskowej zaś istotnie większą wartość LAI stwierdzono w łanie owsa nagoziarnistego. O istotnym wpływie odmiany na wielkość wskaźnika LAI w łanie zbóż donoszą Oleksy i in. [2009] oraz Andruszczak i in. [2012]. Z kolei w badaniach Biskupskiego i in. [2004] wykazano, że powierzchnia liści pszenicy jarej była w znacznym stopniu ujemnie skore-

lowana z kątem ustawienia liści. Oznacza to, że odmiany o większym wskaźniku LAI charakteryzowały się jednocześnie mniejszym kątem nachylenia liści względem powierzchni gleby. Zdaniem Feledyn-Szewczyk i Duer [2005] długi okres trwania ulistnienia oraz bardziej poziome ustawienie liści sprzyjają większemu zacienieniu gleby i mogą decydować o lepszych zdolnościach konkurencyjnych odmian w stosunku do chwastów. W badaniach własnych mniejszym kątem nachylenia liści względem powierzchni gleby odznaczała się oplewiona odmiana Breton w porównaniu z formą nagoziarnistą, jednak potwierdzone statystycznie istotne różnice w wartości MTA pomiędzy odmianami stwierdzono jedynie w okresie wierzchołkowej (tab. 1).



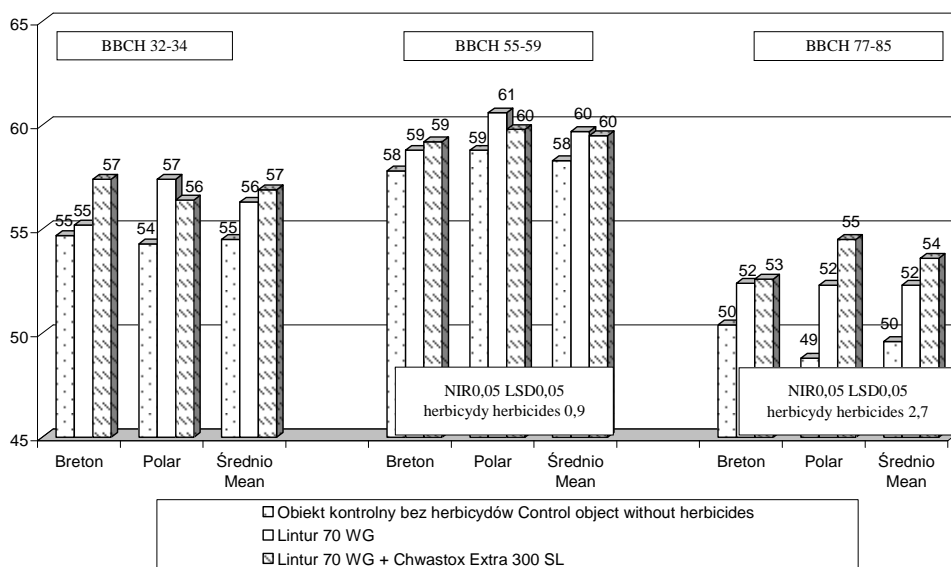
Rys. 1. Wpływ herbicydów na indeks powierzchni liściowej (LAI) oplewionej i nagoziarnistej formy owsa (niezależnie od nawożenia dolistnego)

Fig. 1. The influence of herbicides on leaf area index (LAI) of husked and naked oat (independently of foliar fertilization)

W fazie strzelania w źdźbło porównywane w doświadczeniu poziomy chemicznej ochrony roślin przed chwastami istotnie różnicowały wskaźnik LAI w łanie owsa (rys. 1). Niezależnie od odmiany i nawożenia dolistnego indeks powierzchni liściowej w obiektach herbicydowych osiągał mniejsze wartości niż w wariancie kontrolnym, bez herbicydów. Wynikało to zapewne stąd, że poletka opryskiwane herbicydami odznaczały się mniejszym zachwaszczeniem niż obiekty kontrolne bez ochrony chemicznej, powodując zmniejszenie ogólnej powierzchni asymilacyjnej roślin w łanie i w rezultacie spadek wartości LAI. Warto zaznaczyć, że odmiany owsa wykazywały indywidualną reakcję na oceniane środki chemiczne. W łanie owsa oplewionego istotne zmniejszenie indeksu LAI stwierdzono jedynie w warunkach stosowania herbicydu Lintur 70 WG, w łanie owsa nagoziarnistego zaś istotne różnice w odniesieniu do poletek kontrolnych stwierdzono w obiekcie z mieszaniną środków Lintur 70 WG i Chwastox Extra 300 SL. W pozostałych fazach rozwojowych chemiczna ochrona roślin przed chwastami nie miała istotnego

wpływu na wartość LAI, chociaż w okresie wyrzucania wiechy zaznaczyła się tendencja zmniejszenia indeksu powierzchni liściowej pod wpływem stosowanych herbicydów. Podobną tendencję obserwowali Andruszczak i in. [2009] w łanie pszenicy ozimej, z kolei Oleksy i in. [2009] wykazali wyraźną zależność wskaźnika LAI od poziomu agrotechniki. W technologii intensywnej pszenica ozima w fazach kłoszenia i zawiązywania ziarna wytwarzała większą powierzchnię liści niż w standardowej agrotechnice. Różnice te wyniosły odpowiednio 14% i 23% i były statystycznie istotne.

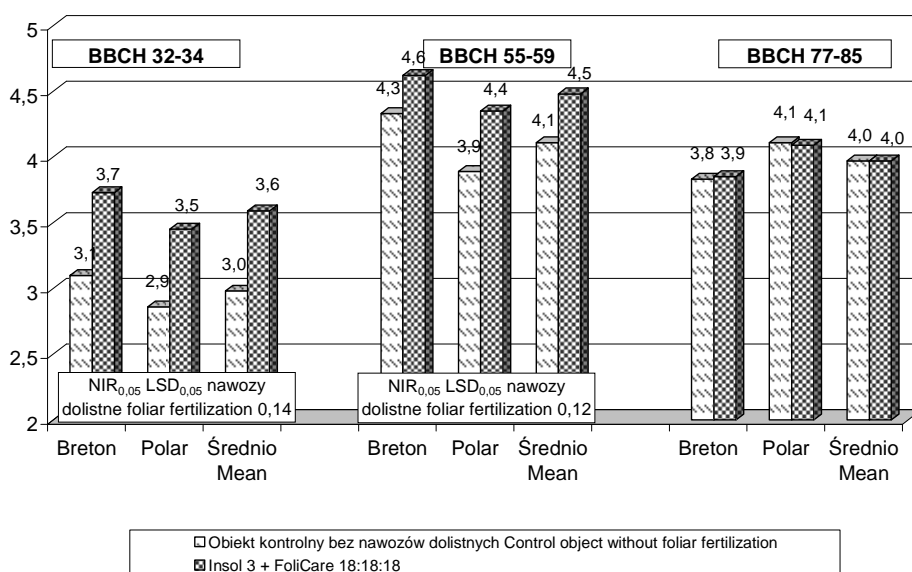
Niezależnie od nawożenia dolistnego średni kąt nachylenia liści owsa w warunkach stosowania herbicydów osiągał większe wartości niż w obiekcie kontrolnym (rys. 2). W okresie strzelania w źdźbło opisana zależność miała charakter tendencji. W fazie wyrzucania wiechy uzyskane różnice w wartości MTA pomiędzy obiektami herbicydowymi a obiektem kontrolnym były statystycznie istotne, natomiast w fazie dojrzałości mleczno-woskowej istotne zwiększenie kąta nachylenia liści stwierdzono jedynie w warunkach stosowania mieszanki herbicydów.



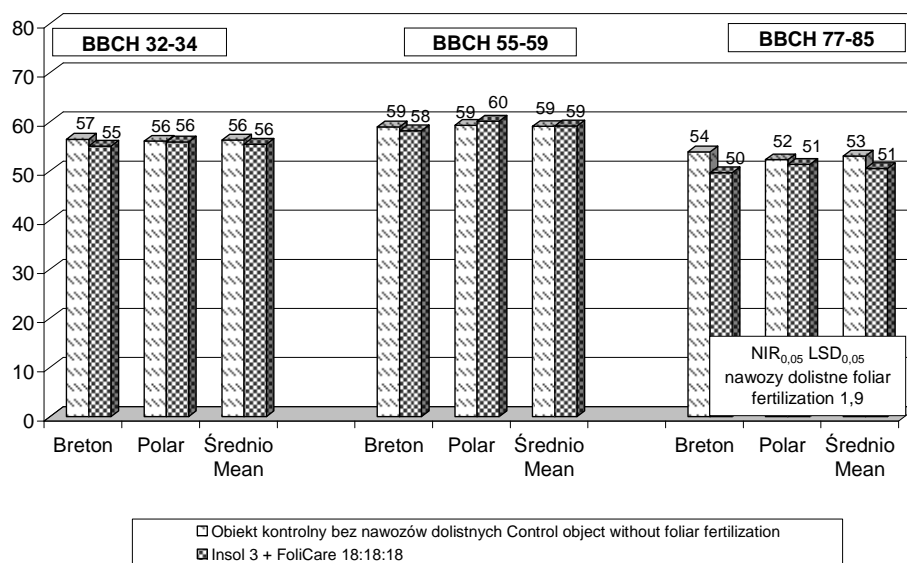
Rys. 2. Wpływ herbicydów na średni kąt nachylenia liści (MTA) oplewionej i nagoziarnistej formy owsa (niezależnie od nawożenia dolistnego)

Fig. 2. The influence of herbicides on mean tip angle (MTA) of husked and naked oat (independently of foliar fertilization)

W przeprowadzonych badaniach nawozy dolistne Insol 3 i FoliCare 18:18:18 korzystnie wpływały na indeks powierzchni liściowej w łanie owsa (rys. 3). Niezależnie od odmiany i ochrony herbicydowej, w fazach strzelania w źdźbło i wiechowania wartości LAI w obiektach nawożonych dolistnie były istotnie większe niż w obiekcie kontrolnym odpowiednio o 20,0% i 9,8%. Jednocześnie w okresie dojrzałości mleczno-woskowej pod wpływem nawożenia dolistnego stwierdzono istotne zmniejszenie średniego kąta nachylenia liści (rys. 4). W badaniach Andruszczak i in. [2009] nawozy dolistne Insol 3 i FoliCare 18:18:18 stosowane w pszenicy ozimej nie różnicowały w sposób istotny wskaźników LAI i MTA. Odmienna reakcja zbóż na ten czynnik może wynikać z uwarunkowań genetycznych i zróżnicowanych potrzeb poszczególnych gatunków i odmian



Rys. 3. Wpływ nawożenia dolistnego na indeks powierzchni liściowej (LAI) oplewonej i nagoziarnistej formy owsa (niezależnie od ochrony chemicznej)
 Fig. 3. The influence of foliar fertilization on leaf area index (LAI) of husked and naked oat (independently of the chemical protection)



Rys. 4. Wpływ nawożenia dolistnego na średni kąt nachylenia liści (MTA) oplewonej i nagoziarnistej formy owsa (niezależnie od ochrony chemicznej)
 Fig. 4. The influence of foliar fertilization on mean tip angle (MTA) of husked and naked oat (independently of the chemical protection)

zbóż w stosunku do mikroelementów w momencie opryskiwania roślin. Biskupski i in. [2004, 2007] stwierdzili, że zwiększone nawożenie azotem oddziaływało dodatnio na wskaźnik LAI w pszenicy jarej. Z kolei Jaśkiewicz [2007] wykazała korzystny wpływ wzrastających dawek NPK na indeks powierzchni liściowej w pszenicy ozimym.

WNIOSKI

1. W warunkach przeprowadzonego doświadczenia największy wpływ na wartość wskaźnika LAI miały odmiany. W fazach strzelania w źdźbło i wiechowania owsa istotnie większym wskaźnikiem pokrycia liściowego odznaczała się forma oplewiona, w okresie dojrzałości mleczo-woskowej zaś istotnie większą wartość LAI stwierdzono w łanie owsa nagoziarnistego.

2. Bardziej poziomym ustawieniem liści względem powierzchni gleby cechowała się odmiana Breton, jednak statystycznie istotne różnice w wartości MTA w odniesieniu do odmiany Polar stwierdzono jedynie w okresie wiechowania.

3. Zastosowanie herbicydu Lintur 70 WG lub mieszaniny środków Lintur 70 WG i Chwastox Extra 300 SL zmniejszyło istotnie wartość LAI w fazie strzelania w źdźbło i jednocześnie zwiększyło średni kąt nachylenia liści w pozostałych ocenianych fazach rozwojowych owsa.

4. Pod wpływem nawozów dolistnych Insol 3 i FoliCare 18:18:18 stwierdzono istotne zwiększenie indeksu LAI w fazach strzelania w źdźbło i wiechowania owsa. Jednocześnie w okresie dojrzałości mleczo-woskowej wskaźnik MTA w łanie owsa w obiektach nawożonych dolistnie osiągał istotnie mniejsze wartości niż w wariantach kontrolnym, bez nawozów.

PIŚMIENNICTWO

- Andruszczak S., Kraska P., Pałys E., Kwiecińska-Poppe E., 2009. Wpływ zróżnicowanych dawek herbicydów oraz nawożenia dolistnego na plonowanie pszenicy ozimej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 542, 53–58.
- Andruszczak S., Kwiecińska-Poppe E., Kraska P., Pałys E., 2012. Wpływ niektórych środków ochrony roślin na kształtowanie powierzchni liści i kąta ich nachylenia u wybranych odmian ozimych pszenicy orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.). Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 52 (1), 163–166.
- 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. Annales UMCS, sec. E, Agricultura 59 (2), 649–654.
- Biskupski A., Kaus A., Włodek S., Pabin J., 2007. Zróżnicowane nawożenie azotem a plonowanie i wybrane wskaźniki architektury łanu kilku odmian pszenicy jarej. Inż. Rol. 91 (3), 29–36.
- Faber A., Nieróbca P., 1999. Prognozowanie plonu pszenicy ozimej na podstawie indeksu powierzchni liści. Fragm. Agron. 16 (1), 59–68.
- Feledyn-Szewczyk B., Duer I., 2005. Konkurencyjność kilku odmian pszenicy ozimej uprawianej w ekologicznym systemie produkcji w stosunku do chwastów. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 45 (1), 126–133.

- Gołębiowska H., Sekutowski T., 2007. Ocena selektywności herbicydów stosowanych w monokulturze kukurydzy z wykorzystaniem wskaźników powierzchni liści (LAI) i kąta nachylenia liści (MTA). *Inż. Rol.* 91 (3), 51–58.
- Jamieson P.D., Martin R.J., Francis G.S., Wilson D.R., 1995. Drought effects on biomass production and radiation-use efficiency in barley. *Field Crop Res.* 43, 77–86.
- Jaśkiewicz B., 2007. Wskaźnik pokrycia liściowego (LAI) pszenżyta ozimego w zależności od jego obsady i nawożenia NPK. *Acta Agrophys.* 10 (2), 373–382.
- Lepiarczyk A., Kulig B., Stępnia K., 2005. Wpływ uproszczeń uprawy roli i przedplonu na plonowanie oraz kształtowanie LAI wybranych odmian pszenicy ozimej w płodozmianie zbożowym. *Fragm. Agron.* 2 (86), 98–105.
- Oleksy A., Szmiąg A., Kołodziejczyk M., 2009. Plonowanie oraz kształtowanie się powierzchni liści wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od poziomu agrotechniki. *Fragm. Agron.* 26 (4), 120–131.

Summary. The aim of this study was to estimate the influence of chemical plant protection including the use of herbicide Lintur 70 WG or a mixture of Lintur 70 WG and Chwastox Extra 300 SL on the leaf area index (LAI) and the mean tip angle (MTA) of husked (Breton cultivar) and naked (Polar cultivar) oat in conditions of foliar fertilization by means of Insol 3 and FoliCare 18:18:18. The field experiment was carried out in 2010–2012 on rendzina soil. The LAI and MTA indexes were evaluated three times in a canopy of oat (BBCH 32–34; 55–59; 77–88) by means of LAI-2000 meter, firm LI-COR (USA). During the phase of shooting and heading a significantly higher leaf area index was shown by husked oat while at the stage of milky-wax maturity higher LAI index was observed in the canopy of naked oat. Chemical plant protection significantly decreased LAI index at the phase of shooting and increased the mean tip angle of oat during the phases of heading and milky-wax maturity. At the shooting and heading stages the LAI index was significantly higher than in the control without fertilizers in the objects where foliar fertilizers Insol 3 and FoliCare 18:18:18 were used.

Key words: oat, chemical protection, Insol 3, FoliCare 18:18:18, LAI, MTA