

## WPLYW ZRÓŻNICOWANEGO UDZIAŁU PSZENICY JAREJ W ZMIANOWANIU NA INDEKS POWIERZCHNI LIŚCI (LAI)

*Andrzej Woźniak*

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin  
e-mail: andrzej.wozniak@up.lublin.pl

**Streszczenie.** W latach 2002-2004 oceniono kształtowanie się wartości indeksu powierzchni liści (LAI) pszenicy jarej odmiany Opatka wysiewanej w zmianowaniu o różnym jej udziale w strukturze zasiewów. Oznaczenia wykonano na 3 poziomach rozmieszczenia liści w łanie: górnym, środkowym i dolnym oraz w trzech fazach rozwojowych: kłoszenia (stadium 55-59), kwitnienia (60-65) i dojrzałości młeczej (70-71). Do pomiaru powierzchni liści wykorzystano komputer przenośny ze skanerem i program analizujący liście. Wykazano, że wartość indeksu LAI zależała od zmianowania, fazy rozwojowej oraz rozmieszczenia liści w łanie. Uprawa pszenicy w zmianowaniu D (100% pszenicy) istotnie zmniejszała wartość LAI w każdej fazie rozwojowej, w stosunku do uprawy w zmianowaniach z 25 i 50% jej udziałem w strukturze zasiewów. Największą powierzchnię liści wytworzyła pszenica w fazie kłoszenia, mniejszą w fazie kwitnienia, natomiast istotnie najmniejszą w okresie dojrzałości młeczej ziarniaków.

**Słowa kluczowe:** indeks powierzchni liści (LAI), zmianowanie, faza rozwojowa, położenie liści na roślinie, pszenica jara.

### WSTĘP

Indeks powierzchni liści (LAI) jest podstawowym parametrem struktury łanu (Czerednik i Nalborczyk 2000). Najczęściej określany jest jako stosunek powierzchni organów asymilacyjnych łanu, głównie liści, do powierzchni gruntu (Pietkiewicz 1985, Gregorczyk i Piech 2000). Wartość indeksu LAI zależy od cech genetycznych, a także od czynników siedliskowych i agrotechnicznych (Szmigiel i Oleksy 1997, Szmigiel i in. 1997, Biskupski i in. 2004). Jak podaje Nichiporovich (1972) dla większości gatunków uprawnych LAI wynosi 4-5, lecz dla wysoko produktywnych odmian może być większy. W badaniach Woźniaka i in. (2005) wartość LAI dla pszenicy twardej zależała od przebiegu pogody oraz

jej udziału w zmianowaniu. W fazie kwitnienia wskaźnik LAI wynosił od 1,47 w monokulturze do 2,99 w zmianowaniu norfolkskim. Jak podaje Gontarz (2006) wartość tego wskaźnika dla pszenicy jarej jest większa niż dla pszenicy twardej oraz zależy od przedplonu i poziomu agrotechniki. Wysiew pszenicy w stanowisku po sobie zmniejszał tę wartość, w stosunku do stanowiska po grochu i ziemniaku. Z kolei LAI dla owsa siewnego w fazie wiechowania, oceniona przez Gregorczyka i Piecha (2000), wynosiła w zależności od odmiany 5,20-5,45. Po osiągnięciu fazy kwitnienia powierzchnia liści i wartość LAI zmniejszały się.

W pracach Fabera i Nieróbcy (1999) oraz Gregorczyka i Piecha (1999) wykazano, że wzrost LAI wpływa na wyższe plony ziarna. Jak podają Czerednik i Nalborczyk (2000), Biskupski i in. (2004), Szmigiel (1999) oraz Gontarz (2006) na wskaźnik LAI wpływa nawożenie azotem i ochrona roślin przed agrofagami. Ponadto cecha ta zależy od kierunku i gęstości siewu, a także retardantów (Szmigiel i Oleksy 1997, Szmigiel i in. 1997).

Celem badań była ocena wpływu zróżnicowanego udziału pszenicy jarej odmiany Opatka w zmianowaniu na wartość LAI oznaczoną w różnych fazach rozwojowych.

#### METODY

Ścisłe doświadczenie płodozmianowe prowadzono w latach 2002-2004 w Gospodarstwie Doświadczalnym Uhrusk należącym do AR w Lublinie. Gleba pod doświadczeniem jest rędziną mieszaną o składzie gliny lekkiej słabo spiaszczonej, zaliczoną do kompleksu żytniego bardzo dobrego. Doświadczenie prowadzono metodą losowanych podbloków w 4 powtórzeniach, na poletkach o powierzchni do zbioru 10 m<sup>2</sup>.

Schemat doświadczenia uwzględniał zmianowania z udziałem pszenicy jarej odmiany Opatka:

- A – 25% pszenicy (ziemniak – owies siewny-groch siewny-pszenica jara),
- B – 50% pszenicy (ziemniak-pszenica jara-groch siewny-pszenica jara),
- C – 75% pszenicy (ziemniak-pszenica jara-pszenica jara-pszenica jara),
- D – 100% pszenicy (monokultura).

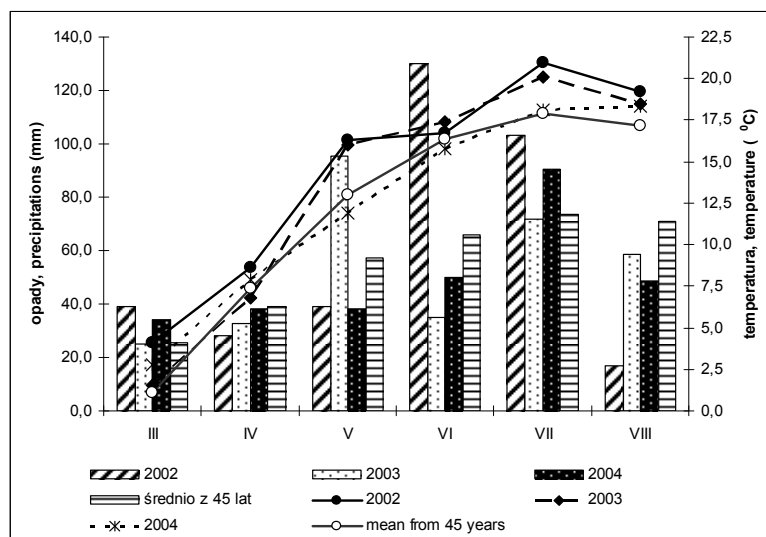
Nawożenie azotem pszenicy wynosiło 140 kg·ha<sup>-1</sup> i przeprowadzono je w trzech terminach: przed siewem (60 kg·ha<sup>-1</sup>), w fazie strzelania w źdźbło (40 kg·ha<sup>-1</sup>) oraz w fazie kłoszenia 40 kg·ha<sup>-1</sup>. Zabiegi pielęgnacyjne polegały na chemicznym niszczeniu chwastów, chemicznej ochronie przed chorobami i szkodnikami oraz zabezpieczeniu roślin przed wyleganiem. Do niszczenia chwastów użyto herbicydów Puma Super 069 EW i Aminopielik M 450 (1+3 l·ha<sup>-1</sup>) w fazie krzewienia pszenicy (stadium 25-28 wg Zadoksa i in. 1974). Do ochrony przed wyleganiem zastosowano na początku strzelania w źdźbło (30-32) Cycocel 460 SL w ilości 1,5 l·ha<sup>-1</sup>. Przeciw chorobom podsuszkowym wykorzystano Alert 375 SC – 1,0 l·ha<sup>-1</sup>, zaś przeciw cho-

robom liści i kłosa w fazie kłoszenia (58-59) Tilt CB 37,5 WP – 1 kg·ha<sup>-1</sup>. W okresie występowania szkodników użyto Fastac 10 EC (0,1 l·ha<sup>-1</sup>).

Uprawa roli pod pszenicę jarą była typowa dla systemu płuznego. Siew pszenicy jarej odmiany Opatka przeprowadzono w pierwszej dekadzie kwietnia, gęstość siewu wynosiła 450 nasion na 1 m<sup>2</sup>. Nawozy fosforowe (80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na 1 ha) i potasowe (120 kg K<sub>2</sub>O) stosowano jesienią przed wykonaniem orki przedzimowej.

LAI mierzono na 3 poziomach rozmieszczenia liści na roślinie: górnym, środkowym i dolnym, które pobrano w fazach: kłoszenia (55-59), kwitnienia (60-65) i dojrzałości mleczej (70-75). Do pomiaru LAI wykorzystano komputer przenośny ze skanerem oraz program analizujący liście. Średni LAI oznaczono na podstawie 30 blaszek liściowych pobranych w wyznaczonych fazach rozwojowych z trzech poziomów łanu i w 4 powtórzeniach. Wartość wskaźnika LAI określono jako stosunek powierzchni liści do powierzchni gruntu (Gregorzczuk i Piech 2000).

Przebieg warunków pogodowych, a zwłaszcza rozkład opadów w latach badań (2002-2004) był zróżnicowany. W 2002 roku w okresie od siewu do zbioru pszenicy (marzec-sierpień) wystąpiły większe opady (o 37,6-57,1 mm) niż w pozostałych latach badań, a także o 23,5 mm, w odniesieniu do okresu wieloletniego (45-lecia). Niedobory opadów stwierdzono w maju 2004 r. i w czerwcu 2003 i 2004 r. Z kolei nadmiar opadów stwierdzono w maju 2003 r. oraz w czerwcu i lipcu 2002 r. W zakresie średnich temperatur powietrza w okresie wegetacji pszenicy wyższe temperatury wystąpiły w 2002 i 2003 r. niż w 2004 r. (rys. 1).



Rys. 1. Przebieg warunków agroklimatycznych w latach 2002-2004 w GD Uhrusk

Fig. 1. Agroclimatic conditions in 2002-2004 at Uhrusk Experimental Station

## WYNIKI

Indeks powierzchni liści (LAI) zależał od udziału pszenicy w zmianowaniu, położenia liści na roślinie oraz fazy rozwojowej. W fazie kłoszenia (stadium 55-59) największą powierzchnię pokrycia liściowego LAI stwierdzono w zmianowaniu A – średnio 4,42, istotnie mniejszą w zmianowaniach B i C odpowiednio o 7,9 i 14,0%, natomiast najmniejszą w zmianowaniu D – aż o 42,7% (tab. 1). Wartość LAI zależała również od położenia liści na roślinie. Liście w górnej i środkowej części charakteryzowały się podobną wartością LAI (1,39-1,43), natomiast w dolnej istotnie mniejszą o 35,9-37,7%. Liście położone w górnej części rośliny uzyskiwały tę samą wartość LAI w zmianowaniach A i B (średnio 1,69), nieco mniejszą w zmianowaniu C (o 15,9%), natomiast istotnie mniejszą w zmianowaniu D (o 46,1%). Liście położone w środkowej części łanu największą powierzchnię wytworzyły w zmianowaniu A (1,73), mniejszą o 16,7% w zmianowaniu B, natomiast najmniejszą w zmianowaniach C i D, odpowiednio o 20,2 i 42,8%.

**Tabela 1.** Indeks powierzchni liści (LAI) pszenicy jarej odmiany Opatka w fazie DC 55-59 (średnio z 2002-2004)

**Table 1.** Leaf area index (LAI) of spring wheat cv. Opatka in growth stage 55-59 (mean from 2002-2004)

Zmianowanie Crop rotation	Położenie liści – Position of leaves			Suma Sum
	górne upper leaves	środkowe central leaves	dolne bottom leaves	
A – 25%	1,69	1,73	1,00	4,42
B – 50%	1,69	1,44	0,94	4,07
C – 75%	1,42	1,38	1,00	3,80
D – 100%	0,91	0,99	0,63	2,53
Średnio Mean	1,43	1,39	0,89	-

NIR ( $p = 0,05$ ) – LSD ( $p = 0,05$ ); Pomędzy zmianowaniami - between crop rotations – 0,25; Pomędzy położeniem liści na roślinie – between positions of leaves on plant – 0,16; zmianowanie x położenie liści na roślinie – crop rotation x position of leaves on plant – 0,33.

W fazie kwitnienia (stadium 60-65) największym pokryciem liściowym charakteryzowała się pszenica w zmianowaniach A i B (3,83-3,94), istotnie mniejszym o 12,2-14,7% w zmianowaniu C, zaś najmniejszym w zmianowaniu D o 37,3-39,1% (tab. 2). W omawianej fazie wskaźnik LAI na trzech poziomach łanu był zbliżony i wynosił od 1,04 do 1,21. Wartość indeksu odmiennie kształ-

towała się w analizowanych zmianowaniach i poziomach łanu. Liście górne wytworzyły mniejszą powierzchnię w zmianowaniu D (średnio o 49,5-55,8%) niż w pozostałych zmianowaniach. Liście położone w środkowej części łanu także wytworzyły mniejszą powierzchnię w zmianowaniach C i D oraz w B, w stosunku do zmianowania A. Różnica ta wynosiła od 25,9 do 43,8%. Liście w dolnej części łanu wytworzyły mniejszą powierzchnię o 31,8% w zmianowaniu D niż w zmianowaniu B.

**Tabela 2.** Indeks powierzchni liści (LAI) pszenicy jarej odmiany Opatka w fazie DC 60-65 (średnio z 2002-2004)

**Table 2.** Leaf area index (LAI) of spring wheat cv. Opatka in growth stage 60-65 (mean from 2002-2004)

Zmianowanie Crop rotation	Położenie liści – Position of leaves			Suma Sum
	górne upper leaves	środkowe central leaves	dolne bottom leaves	
A – 25%	1,13	1,62	1,19	3,94
B – 50%	1,29	1,20	1,35	3,83
C – 75%	1,15	1,11	1,09	3,36
D – 100%	0,57	0,91	0,92	2,40
Średnio Mean	1,04	1,21	1,14	-

NIR ( $p = 0,05$ ) – LSD ( $p = 0,05$ ); Pomiedzy zmianowaniami - between crop rotations – 0,24; Pomiedzy położeniem liści na roślinie – between positions of leaves on plant – r.n.; zmianowanie x położenie liści na roślinie – crop rotation x position of leaves on plant – 0,29.

W fazie dojrzałości mleczej (stadium 70-75) największą wartość indeksu LAI wytworzyła pszenica w zmianowaniach A i C, natomiast istotnie mniejszą w monokulturze (o 38,8-40,0%) i zmianowaniu B (o 9,6-11,4%) – tabela 3. Liście w górnej części łanu wytworzyły istotnie większą powierzchnię LAI w zmianowaniu A niż w zmianowaniach B, C i D. Różnice te wynoszą odpowiednio 26,5; 22,1 i 51,3%. Liście położone w środkowej części wytworzyły większą powierzchnię LAI w zmianowaniach B i C (1,02-1,09), mniejszą o 21,5-26,6% w zmianowaniu A, zaś najmniejszą w zmianowaniu D (o 49,5%). Także liście dolne uzyskały mniejszą powierzchnię LAI w zmianowaniach B i D niż na pozostałych obiektach.

Największą wartość LAI wytworzyła pszenica w fazie kłoszenia (stadium 55-59), mniejszą w fazie kwitnienia (60-65), natomiast istotnie najmniejszą w dojrzałości mleczej (70-75) – tabela 4. W każdej fazie rozwojowej pszenica uprawiana w gorszych warunkach następstwa roślin (zmianowanie D – 100% pszenicy) wy-

tworzyła mniejszą powierzchnię liściową, a tym samym mniejszą wartość indeksu LAI niż w zmianowaniach z 25 i 50% jej udziałem w strukturze zasiewów.

**Tabela 3.** Indeks powierzchni liści (LAI) pszenicy jarej odmiany Opatka w fazie DC 70-75 (średnio z lat 2002-2004)

**Table 3.** Leaf area index (LAI) of spring wheat cv. Opatka in growth stage 70-75 (mean from 2002-2004)

Zmianowanie Crop rotation	Położenie liści – Position of leaves			Suma Sum
	górne upper leaves	środkowe central leaves	dolne bottom leaves	
A – 25%	1,13	0,80	0,88	2,81a
B – 50%	0,83	1,02	0,68	2,54a
C – 75%	0,88	1,09	0,89	2,87a
D – 100%	0,55	0,55	0,62	1,72b
Średnio Mean	0,85c	0,87c	0,77c	–

NIR ( $p = 0,05$ ) – LSD ( $p = 0,05$ ); Pomędzy zmianowaniami – between crop rotations – 0,19; Pomędzy położeniem liści na roślinie – between positions of leaves on plant – r.n.; zmianowanie x położenie liści na roślinie – crop rotation x position of leaves on plant – 0,22.

**Tabela 4.** Indeks powierzchni liści (LAI) pszenicy jarej odmiany Opatka (średnio z 2002-2004)

**Table 4.** Leaf area index (LAI) of spring wheat cv. Opatka (mean from 2002-2004)

Zmianowanie Crop rotation	Faza rozwojowa – Growth stage			Średnio Mean
	DC 55-59	DC 60-65	DC 70-75	
A – 25%	4,42	3,94	2,81	3,72
B – 50%	4,07	3,83	2,54	3,48
C – 75%	3,80	3,36	2,87	3,34
D – 100%	2,53	2,40	1,72	2,21
Średnio Mean	3,70	3,38	2,48	-

NIR ( $p = 0,05$ ) – LSD ( $p = 0,05$ ); Pomędzy zmianowaniami – between crop rotations – 0,81; Pomędzy fazami rozwojowymi – between growth stages – 0,60; Zmianowanie x faza rozwojowa, crop rotation x growth stage – 1,10.

## WNIOSKI

1. Indeks powierzchni liści (LAI) dla pszenicy jarej odmiany Opatka zależał od następstwa roślin w zmianowaniu, fazy rozwojowej oraz położenia liści w łanie.
2. Uprawa pszenicy jarej w zmianowaniu D (100% pszenicy) istotnie zmniejszała wartość indeksu LAI w stosunku do uprawy w zmianowaniu z 25-50% jej udziałem w strukturze zasiewów.
3. Największą wartość LAI wytworzyła pszenica jara w fazie kłoszenia, mniejszą w fazie kwitnienia, natomiast istotnie najmniejszą w fazie dojrzałości mleczej ziarniaków.

## PIŚMIENNICTWO

- Biskupski A., Kus 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, Sec. 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, 13-22.
- Faber A., Nieróbca A., 1999. Prognozowanie plonu pszenicy ozimej na podstawie indeksu powierzchni liści. *Fragm. Agron.*, 1, 59-68.
- Gontarz D., 2006. Plonowanie i jakość technologiczna ziarna pszenica zwyczajnej (*Triticum aestivum* L) i pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) w zależności od przedplonu i poziomu agrotechniki. Rozprawa doktorska, AR Lublin.
- Gregorczyk A., Piech M., 1999. Wskaźnikowa analiza wzrostu owsa nagoziarnistego i oplewionego. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A*, 114 (3-4) 117-128.
- Gregorczyk A., Piech M., 2000. Porównanie dynamiki wzrostu owsa nieoplewionego z oplewionym. *Biul. IHAR*, 215, 201-208.
- Nichiporovich A.A., 1972. Fotosinteticheskaja dejatelnost rastenij i puti powyshenija ich productivnosti. *Izd. Nauka, Moskwa*, 511-526.
- Pietkiewicz S., 1985. Wskaźnikowa analiza wzrostu roślin. *Wiad. Bot.*, 29, 1, 29-42.
- Szmigiel A., 1999. Wpływ technologii uprawy na plonowanie pszenicy ozimej. *Pam. Puł.* 118, 423-429.
- Szmigiel A., Oleksy A., 1997. Wpływ kierunku siewu na powierzchnię asymilacyjną liści oraz plonowanie i zawartość białka w ziarnie pszenżyta jarego. *Biul. Reg. AR Krak.* 314, 26-30.
- Szmigiel A., Kielbasa S., Paradowski R., 1997. Wpływ zagęszczonego siewu i retardantów na architekturę łanu i plonowanie zbóż jarych w warunkach górskich. *Biul. Reg. AR Krak.* 314, 31-34.
- Woźniak A., Gontarz D., Staniszewski M., 2005. Wpływ zmianowania na plonowanie i wartość wskaźnika LAI pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Biuletyn IHAR*, 237/238, 13-21.
- Zadoks J.C., Chang T.T., Konzak C.F., 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14, 415-421.

INFLUENCE OF DIFFERENT SHARE OF SPRING WHEAT IN CROP  
ROTATION ON LEAF AREA INDEX (LAI)

*Andrzej Woźniak*

Department of Soil and Plant Cultivation, University of Life Science in Lublin  
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin  
e-mail: andrzej.wozniak@up.lublin.pl

**Abstract.** The 2002-2004 study evaluated the leaf area index (LAI) of spring wheat in four crop rotations. A computer scanner and suitable software were used to analyse the surface area of leaves. It was shown that the LAI coefficient depended on crop rotations, growth stages and positions of leaves on plant. Cultivation of spring wheat in monoculture diminished the value of the LAI index in relation to crop rotations. Largest surface area was produced by leaves in the stage of earing, smaller in the stage of blooming, and significantly the smallest in the period of milk stage.

**Key words:** leaf area index (LAI), crop rotation, growth stages, position of leaves on plant, spring wheat