

Tadeusz Łoboda^{1, 4}, Mariusz Lewandowski², Jacek Markus³, Stefan Pietkiewicz¹

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

¹Katedra Fizjologii Roślin, ²Katedra Entomologii Stosowanej, ³Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

⁴Politechnika Białostocka, Katedra Produkcji Ekologicznej w Rolnictwie

Wymiana gazowa rzepaku ozimego w okresie żerowania ślodyszka rzepakowego (*Meligethes aeneus* F.)

Gas exchange of winter oilseed rape during pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) feeding

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, ślodyszek, fotosynteza, przewodnictwo szparkowe, WUE

Key words: winter rape, pollen beetle, photosynthesis, stomatal conductance, WUE

Przy pomocy analizatora gazów Li-6200 oznaczono w 1997 r. podstawowe parametry wymiany gazowej u roślin rzepaku nawożonych dwoma dawkami azotu oraz różnie chronionych. Rośliny niechronione wykazały spadek fotosyntezy w porównaniu z chronionymi w wyniku spadku aktywności aparatu fotosyntetycznego. Miały też wyższą transpirację niż rośliny chronione. Rośliny mechanicznie pozbawione kwiatostanów na pędzie głównym wykazały kompensację fotosyntezy. Nawożenie azotowe modyfikowało wymianę gazową niechronionych roślin w okresie żerowania ślodyszka rzepakowego.

During 1997 main gas exchange parameters of the oilseed rape plants fertilized with two rates of nitrogen and differently controlled against pollen beetle were measured using gas analyser Li-6200. Noncontrolled plants showed a decrease in photosynthesis comparing with controlled due to the drop in activity of photosynthetic apparatus. Yet, they were characterised by higher transpiration than controlled. The plants that were mechanically deprived of inflorescences on the main shoot showed compensation of photosynthesis. Nitrogen fertilization modified gas exchange of noncontrolled plants during pollen beetle feeding.

Wstęp

Ślodyszek rzepakowy jest uważany w Polsce za jednego z groźnych szkodników rzepaku, ze względu na uszkodzenia powodowane na pędzie głównym w okresie pąkowania. Straty w plonowaniu występujące z tego powodu szacuje się nawet na 60% (Mrówczyński i in. 1993). Jest to wynikiem wywołanych przez szkodnika istotnych zaburzeń w fizjologii rośliny. Żerujący ślodyszek stanowi znaczny, konkurencyjny wobec organów rośliny akceptor asymilatów wytworzonych w procesie fotosyntezy (Lerin 1987). Z drugiej strony rośliny rzepaku

mogą w pewnych granicach kompensować nagłe zaburzenie ich homeostazy poprzez mobilizację całego organizmu (Szulc 1959) i wówczas nie obserwuje się zmian w plonowaniu. Pietkiewicz i in. (1995, 1996) wykazali, że rośliny na plantacjach niechronionych reagują wyraźnym obniżeniem fotosyntezy i dramatycznym wzrostem transpiracji, a rośliny dekapitowane odznaczają się dużą zdolnością do kompensacji uszkodzeń poprzez wzrost fotosyntezy i ograniczenie transpiracji. Badania te przeprowadzono w nietypowym sezonie o niewielkiej liczebności szkodnika. Zatem zaszła potrzeba potwierdzenia uzyskanych wyników w sezonie o dużym nasileniu występowania słodyszka, takim rokiem okazał się 1997.

Metodyka badań

Badania przeprowadzono na polu doświadczalnym SGGW. Rośliny były prowadzone zgodnie z wymogami agrotechniki rzepaku odmiany Leo, stosowano dwa poziomy nawożenia azotowego, tj. 80 (N1) i 160 (N2) kg N/ha.

Przy pomocy przewoźnego układu do pomiaru wymiany gazowej Li-6200 firmy Li-Cor (USA) w czterech terminach (10.05, 21.05, 4.06, 30.06) w 1997 r. oznaczono na w pełni rozwiniętych liściach pędu głównego (4 powtórzenia) podstawowe parametry wymiany gazowej (intensywność fotosyntezy, przewodność szparkową, międzykomórkowe stężenie CO₂ i intensywność transpiracji) roślin niechronionych, chronionych chemicznie i roślin mechanicznie pozbawionych kwiatostanów na pędzie głównym. Na ich podstawie wyznaczono zewnętrzny fotosyntetyczny współczynnik wykorzystania wody (WUE).

Dane opracowano przy użyciu programu ANOVA.

Wyniki

Na początku maja nie obserwowano jeszcze nalotu słodyszka rzepakowego i wobec tego nie zróżnicowano roślin na poszczególne kombinacje. Po rozpoczęciu żerowania fotosynteza roślin wszystkich kombinacji była podobna 21 maja i 30 czerwca, natomiast 4 czerwca była najwyższa u roślin chronionych, a znacznie niższa u dekapitowanych i niechronionych, co wiązało się z liczebnością słodyszka na pędach głównych wspomnianych kombinacji (tab. 1). W tym okresie na pędzie roślin niechronionych żerowało średnio 5 osobników. O ile w przypadku roślin chronionych wyższa dawka azotu przez cały czas obserwacji stymulowała intensywność fotosyntezy, o tyle w przypadku pozostałych wariantów podwyższała ona fotosyntezę w obu przypadkach po zakończeniu żerowania przez słodyszka, a uzyskane wartości wykazywały tendencję do przybierania maksimum. Podczas pomiarów 4 czerwca wyższe nawożenie azotowe zmniejszało fotosyntezę u roślin

niechronionych i poddanych symulacji, co przypuszczalnie było w dużej mierze efektem preferencji szkodnika do żerowania na roślinach z tych kombinacji. Rośliny niechronione, nawożone wyższą dawką od 21 maja wykazywały niższą fotosyntezę niż rośliny niechronione, nawożone niższą dawką, co potwierdzałoby wspomnianą wyżej preferencję słodyszka.

Tabela 1

Fotosynteza ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) roślin rzepaku ozimego odmiany Leo zależnie od sposobu chronienia plantacji i dawki nawożenia azotem roślin w okresie wiosennej wegetacji 1997 r. (przed nalotem słodyszka 10 maja fotosynteza wynosiła $33,84 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
Photosynthesis of winter oilseed rape cv. Leo depending on the way of insect control and plant nitrogen fertilization during spring vegetation 1997 (before pollen beetle feeding at 10 May photosynthesis was $33,84 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)

Kombinacja Treatment	Termin pomiaru — Time of measurement		
	21 maja 21 May	4 czerwca 4 June	30 czerwca 30 June
N1 chronione — N1 protected	24,26	14,39	26,91
N2 chronione — N2 protected	32,69	27,18	29,22
Chronione średnio — Average protected	28,47	20,79	28,07
N1 dekapitowane — N1 decapitated	24,30	15,74	27,63
N2 dekapitowane — N2 decapitated	29,40	11,99	29,05
Dekapitowane średnio — Average decapitated	26,85	13,86	28,34
N1 niechronione — N1 non protected	29,29	16,72	27,84
N2 niechronione — N2 non protected	26,22	15,94	28,71
Niechronione średnio — Average non protected	27,75	16,33	28,28

NIR_{0,01} dla terminu wynosi 3,36 — LSD_{0,01} for time of measurement 3,36

NIR_{0,05} dla nawożenia wynosi 2,28 — LSD_{0,05} for fertilization 2,28

NIR_{0,01} dla nawożenia × ochrona 3,96 — LSD_{0,01} for fertilization x protection 3,96

Najwyższe przewodnictwo szparkowe zanotowano 21 maja, przy czym najwyższe i o małej zmienności było ono u roślin dekapitowanych (tab. 2). W okresie od 21 maja do 4 czerwca rośliny wszystkich badanych kombinacji wykazywały relatywnie szerokie rozwarście aparatów szparkowych, przy czym najwyższe było ono w pełni żerowania u roślin niechronionych, w tym przypadku niższe nawożenie azotowe zmuszało rośliny do znacznie wyższej przewodności szparkowej. Rośliny niechronione, o niższym nawożeniu azotowym cechowały się natomiast na koniec żerowania najniższą ze wszystkich wariantów przewodnością; średnio najniższą na koniec przewodność stwierdzono u roślin chronionych, natomiast rośliny dekapitowane posiadały wówczas największą przewodność. Wszystkie te wartości były jednak zbliżone do wartości tuż przed żerowaniem (10 maja).

Tabela 2

Przewodnictwo szparkowe ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) roślin rzepaku ozimego odmiany Leo zależnie od sposobu chronienia plantacji i dawki nawożenia azotem roślin w okresie wiosennej wegetacji 1997 r. (przed nalotem słodyszka 10 maja przewodnictwo wynosiło $0,6057 \text{ mol HO}_2\text{m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) — *Stomatal conductance of winter oilseed rape cv. Leo depending on the way of insect control and plant nitrogen fertilization during spring vegetation 1997 (before pollen beetle feeding at 10 May stomatal conductance was $0,6057 \text{ mol HO}_2\text{m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)*

Kombinacja <i>Treatment</i>	Termin pomiaru — <i>Time of measurement</i>		
	21 maja <i>21 May</i>	4 czerwca <i>4 June</i>	30 czerwca <i>30 June</i>
N1 chronione — <i>N1 protected</i>	1,1738	1,0465	0,5892
N2 chronione — <i>N2 protected</i>	3,9450	1,2203	0,6010
Chronione średnio — <i>Average protected</i>	2,5594	1,1334	0,5951
N1 dekapitowane — <i>N1 decapitated</i>	3,2558	1,2496	0,6341
N2 dekapitowane — <i>N2 decapitated</i>	3,3083	1,2058	0,6694
Dekapitowane średnio — <i>Average decapitated</i>	3,2820	1,2277	0,6517
N1 niechronione — <i>N1 non protected</i>	1,0080	1,9480	0,5778
N2 niechronione — <i>N2 non protected</i>	3,7495	1,3248	0,6724
Niechronione średnio — <i>Average non protected</i>	1,3708	1,6364	0,6251

$\text{NIR}_{0,01}$ dla terminu wynosi 0,59 — $\text{LSD}_{0,01}$ for time of measurement 0,59

$\text{NIR}_{0,01}$ dla nawożenia wynosi 0,40 — $\text{LSD}_{0,01}$ for fertilization 0,40

$\text{NIR}_{0,01}$ dla termin \times nawożenie 0,83 — $\text{LSD}_{0,01}$ for time of measurement \times fertilization 0,83

$\text{NIR}_{0,05}$ dla termin \times nawożenie \times ochrona 1,44

$\text{LSD}_{0,05}$ for time of measurement \times fertilization \times protection 1,44

W okresie żerowania najniższe wartości międzykomórkowego stężenia dwutlenku węgla stwierdzano zawsze u roślin chronionych, a najwyższe u roślin niechronionych (tab. 3). Dawka azotowa w niewielkim stopniu wpływała na to stężenie u roślin chronionych, natomiast wyraźnie u roślin z pozostałych wariantów, przy czym u roślin niechronionych jej wpływ był największy. Po zakończeniu żerowania relatywnie najwyższe stężenie międzykomórkowego dwutlenku węgla odnotowano w kombinacji dekapitowanej.

Transpiracja przed rozpoczęciem żerowania była znacznie niższa niż od 21 maja (tab. 4). U roślin chronionych była nieco niższa niż u dekapitowanych i jeszcze niższa niż u roślin niechronionych, które wykazywały średnio najwyższe wartości. W przypadku roślin niechronionych 21 maja, przy niższej dawce azotowej stwierdzono najwyższą intensywność transpiracji w całym doświadczeniu i kombinacja ta przez cały czas pomiarów miała najwyższe straty wody. Wyższa dawka azotu stosowana w przypadku roślin niechronionych wyraźnie obniżała intensywność transpiracji. Średnia transpiracja wzrastała wraz ze wzrostem również roślin i maksimum jej przypadło 30 czerwca.

Tabela 3

Międzykomórkowe stężenie CO₂ (μmol CO₂ mol⁻¹) roślin rzepaku ozimego odmiany Leo zależnie od sposobu chronienia plantacji i dawki nawożenia azotem roślin w okresie wiosennej wegetacji 1997 r. (przed nalotem słodyszka 10 maja międzykomórkowe stężenie CO₂ wynosiło 310 μmol mol⁻¹) — *Intercellular CO₂ concentration of winter oilseed rape cv. Leo depending on the way of insect control and plant nitrogen fertilization during spring vegetation 1997 (before pollen beetle feeding at 10 May intercellular CO₂ concentration was 310 μmol mol⁻¹)*

Kombinacja <i>Treatment</i>	Termin pomiaru — <i>Time of measurement</i>		
	21 maja <i>21 May</i>	4 czerwca <i>4 June</i>	30 czerwca <i>30 June</i>
N1 chronione — <i>N1 protected</i>	316	361	236
N2 chronione — <i>N2 protected</i>	341	338	236
Chronione średnio — <i>Average protected</i>	328	349	236
N1 dekapitowane — <i>N1 decapitated</i>	347	344	249
N2 dekapitowane — <i>N2 decapitated</i>	354	380	247
Dekapitowane średnio — <i>Average decapitated</i>	350	362	248
N1 niechronione — <i>N1 non protected</i>	357	394	245
N2 niechronione — <i>N2 non protected</i>	364	389	238
Niechronione średnio — <i>Average non protected</i>	360	391	242

NIR_{0,01} dla terminu i nawożenia 13,32 — *LSD_{0,01} for time of measurement and protection 13,32*

Tabela 4

Transpiracja (mmol H₂O m⁻² s⁻¹) roślin rzepaku ozimego odmiany Leo zależnie od sposobu chronienia plantacji i dawki nawożenia azotem roślin w okresie wiosennej wegetacji 1997 r. (przed nalotem słodyszka 10-ego maja transpiracja wynosiła 5,32 mmol H₂O m⁻² s⁻¹) — *Transpiration (mmol H₂O m⁻² s⁻¹) of winter oilseed rape cv. Leo depending on the way of insect control and plant nitrogen fertilization during spring vegetation 1997 (before pollen beetle feeding at 10 May transpiration was 5,32 mmol H₂O m⁻² s⁻¹)*

Kombinacja <i>Treatment</i>	Termin pomiaru — <i>Time of measurement</i>		
	21 maja <i>21 May</i>	4 czerwca <i>4 June</i>	30 czerwca <i>30 June</i>
N1 chronione — <i>N1 protected</i>	10,20	9,48	15,60
N2 chronione — <i>N2 protected</i>	14,25	12,60	16,30
Chronione średnio — <i>Average protected</i>	12,23	11,04	15,95
N1 dekapitowane — <i>N1 decapitated</i>	12,95	12,68	16,83
N2 dekapitowane — <i>N2 decapitated</i>	12,70	9,98	17,70
Dekapitowane średnio — <i>Average decapitated</i>	12,83	11,33	17,26
N1 niechronione — <i>N1 non protected</i>	18,45	13,10	18,25
N2 niechronione — <i>N2 non protected</i>	13,75	11,68	16,28
Niechronione średnio — <i>Average non protected</i>	16,10	12,39	17,26

NIR_{0,01} dla terminu wynosi 2,36 — *LSD_{0,01} for time of measurement 2,36*

NIR_{0,05} dla nawożenia × ochrona 2,78 — *LSD_{0,05} for fertilization × protection 2,78*

Tabela 5

Współczynnik wykorzystania wody (WUE) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) roślin rzepaku ozimego odmiany Leo zależnie od sposobu chronienia plantacji i dawki nawożenia azotem roślin w okresie wiosennej wegetacji 1997 r. (przed nalotem ślodyszka 10 maja WUE wynosił $6,36 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) — *Water Use Efficiency (WUE) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) of winter oilseed rape cv. Leo depending on the way of insect control and plant nitrogen fertilization during spring vegetation 1997 (before pollen beetle feeding at 10 May WUE was $6,36 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$).*

Kombinacja <i>Treatment</i>	Termin pomiaru — <i>Time of measurement</i>		
	21 maja <i>21 May</i>	4 czerwca <i>4 June</i>	30 czerwca <i>30 June</i>
N1 chronione — <i>N1 protected</i>	2,38	1,52	1,73
N2 chronione — <i>N2 protected</i>	2,29	2,16	1,79
Chronione średnio — <i>Average protected</i>	2,33	1,88	1,76
N1 dekapitowane — <i>N1 decapitated</i>	1,88	1,24	1,64
N2 dekapitowane — <i>N2 decapitated</i>	2,31	1,20	1,64
Dekapitowane średnio — <i>Average decapitated</i>	2,09	1,22	1,64
N1 niechronione — <i>N1 non protected</i>	1,59	1,28	1,53
N2 niechronione — <i>N2 non protected</i>	1,91	1,36	1,76
Niechronione średnio — <i>Average non protected</i>	1,72	1,32	1,64

WUE roślin chronionych był większy niż u roślin dekapitowanych i niechronionych, przy czym w obu tych przypadkach był wynikiem wyraźnego spadku fotosyntezy i wzrostu transpiracji (tab. 5). W przypadku roślin dekapitowanych zwracają uwagę najniższe w całym doświadczeniu wartości WUE w dniu 24 czerwca, będące wynikiem ich niskiej fotosyntezy. Nawożenie azotowe sprzyjało podwyższeniu wartości WUE.

Wnioski

1. Wysoka liczebność ślodyszka rzepakowego w pełni jego żerowania powoduje wyraźny spadek fotosyntezy roślin niechronionych, rośliny te charakteryzują się najwyższym przewodnictwem szparkowym, przy czym międzykomórkowy CO_2 jest słabo wiązany, co świadczy albo o zmniejszeniu aktywności aparatu fotosyntetycznego, albo o wyższym oddychaniu, związanym z reakcjami obronnymi rośliny.
2. Rośliny niechronione w trakcie żerowania ślodyszka tracą znacznie więcej wody w wyniku transpiracji, co wpływa niekorzystnie na WUE.

3. Nawożenie azotowe modyfikuje wymianę gazową niechronionych roślin w okresie żerowania słodyszka; jego wyższy poziom sprzyja intensyfikacji konkurencyjnego akceptora asymilatów.
4. Rośliny sztucznie pozbawione kwiatostanów na głównym pędzie wykazują zdolności kompensacyjne fotosyntezy, optymalizując parametry wymiany gazowej.

Literatura

- Lerin J. 1987. Mode of compensation in winter rape after simulated pollen beetles damages in a field experiment. INRA Bull. SROP, 10: 57-63.
- Mrówczyński M., Widerski K. 1993. Aktualne zalecenia zwalczania szkodników rzepaku ozimego. Post. Nauk Rol., 6: 73-76.
- Pietkiewicz S., Łoboda T., Dmoch J., Podlaska J., Szczygielski T. 1995. Wymiana gazowa łanu rzepaku ozimego pod wpływem żerowania słodyszka rzepakowca (*Meligethes aeneus* F.). Symp. Odporność roślin na choroby, szkodniki i niesprzyjające czynniki środowiska. IHAR, Radzików: 375-376.
- Pietkiewicz S., Łoboda T., Dmoch J., Podlaska J., Markus J. 1996. Kompensacja uszkodzeń powodowanych przez słodyszka (*Meligethes aeneus* F.) na rzepaku ozimym przy różnej obsadzie i nawożeniu. II. Wskaźniki fotosyntetycznej produktywności. Rośliny Oleiste, XVII: 311-318.
- Szulc P. 1959. Badania nad wpływem zabiegów uprawowych na straty w plonie rzepaku ozimego wywołane przez szkodniki. I. Znaczenie słodyszka rzepakowca jako szkodnika rzepaku. Prace Nauk. IOR, 1: 231-276.