

Witold Grzebisz, Radosław Musolf

Akademia Rolnicza w Poznaniu, Katedra Chemii Rolnej

Wpływ stresu potasowego i symulowanego stresu wodnego w fazie wzrostu wydłużeniowego na plon i pobranie składników pokarmowych przez rzepak jary

Influence of potassium stress and simulated water stress during prolongation stage of growth on the yield and nutrient uptake by spring rape

Słowa kluczowe: rzepak jary, stres potasowy, stres wodny, faza wzrostu wydłużeniowego, pobranie składników pokarmowych, plon nasion i tłuszczu

Key words: spring rape, potassium stress, water stress during prolongation stage of growth, nutrient uptake, seeds and fat yields

W latach 1996-1998 w warunkach doświadczenia statycznego założonego w roku 1991 badano reakcję rzepaku jarego odmiany *Lissonne* na brak nawożenia potasem i stres wodny symulowany w fazie DC 28 do DC 60. Czynniki doświadczenia: nawożenie potasem oraz warunki wodne w fazie wzrostu wydłużeniowego. Pomiary biomasy i pobrania składników pokarmowych przez rzepak jary przeprowadzono w 3 terminach: przed i po okresie symulowanego stresu wodnego oraz w fazie dojrzałości pełnej. W fazie DC 60 rośliny nawożone potasem wytworzyły większą biomasę i pobrały znacznie więcej składników pokarmowych (N, K) niż rośliny kontrolne nienawożone tym składnikiem. W okresie od początku kwitnienia do dojrzałości pełnej rośliny nienawożone potasem zwiększyły wielkość wytworzonej w tym okresie biomasy średnio o 59%, podczas gdy nawożone o 68%. Uzyskane plony nasion rzepaku wykazały jednak wyraźną reakcję na zróżnicowane warunki wodne. W stosunku do obiektu kontrolnego istotny wzrost plonów nasion odnotowano jedynie na obiektach nawadnianych.

In the years 1996-1998 the response of spring rape var. *Lissonne* to the lack of potassium fertilisation and to imposed water stress from DC 28 to DC 60 was investigated in a static field experiment established in 1991. The experimental factors were: potassium fertilisation and water treatments during prolongation stages of growth. Biomass accumulation and nutrient uptake by spring rape were determined at three growth stages, i.e., before and after imposed water treatments and at harvest. At DC 60 K fertilised plants produced greater biomass and have taken up greater amounts of nutrients (N,K) than K – non-fertilised ones. In the period from the beginning of anthesis to the full ripening K non-fertilised plants increased their biomass of about 59%, whereas K fertilised ones of about 68%. However, the final yield of seeds was significantly determined by water treatment. In comparison to the control treatment significant increase of seeds yield was referred only to irrigation treatments. The main reason was probably decreased loss of potential yield of seeds due to decrement of buds and pods drop.

Było to najprawdopodobniej następstwem zmniejszenia wielkości strat potencjalnego plonu nasion wynikających z ograniczenia intensywności procesów prowadzących do opadania pąków i łuszczyń. Zawartość tłuszczu w nasionach nie wykazała istotnych reakcji na czynniki doświadczalne. W rezultacie plon nasion określał plon tłuszczu.

Fat content in seeds has not responded to experimental factors. The yield of fat was thus determined by yield of seeds.

Wstęp

Niedobór wody i składników pokarmowych, a zwłaszcza tych, które są bezpośrednio związane z gospodarką wodną rośliny, prowadzi do zakłócenia przebiegu procesów fizjologicznych oddziałujących na szybkość wzrostu rośliny uprawnej, jej rozwój, a w ostatecznym efekcie na plon (Day 1981, Zagdańska 1992). Potas jest tym składnikiem pokarmowym, który w największym stopniu reguluje gospodarkę wodną rośliny. Pobranie K^+ przez rośliny, które m.in. zależy od zawartości potasu przyswajalnego w glebie i prędkości przepływu jonów do korzeni, jest ważnym czynnikiem kształtującym szybkość wzrostu organów odpowiedzialnych za strukturę plonu uprawianej rośliny (Beringer 1981).

Rzepak jary zalicza się do roślin szczególnie wrażliwych na stres wodny i w związku z tym wymaga rozkładu opadów dostosowanych do fazy rozwojowej. Roślina ta w największym stopniu reaguje na stres wodny w okresie od pąkowania do dojrzewania (Dembiński 1983).

Celem badań prowadzonych w latach 1996–1998 było określenie reakcji plonotwórczej rzepaku jarego na współdziałanie stresu potasowego (brak nawożenia tym składnikiem) i stresu wodnego w fazie wzrostu wydłużeniowego rośliny.

Material i metodyka

Badania nad reakcją rzepaku jarego uprawianego w 3-letnim zmianowaniu (burak pastewny – groch – rzepak jary) na stres wodno-potasowy prowadzono latach 1996–1998 w ramach doświadczenia statycznego założonego w RZD Brody w roku 1991 na glebie płowej o składzie granulometrycznym warstwy ornej (0–30 cm) piasku gliniastego mocnego, przechodzącego w glinę lekką, klasy IVa, kompleksu żytniego bardzo dobrego. Czynniki doświadczenia założonego w układzie split-blok były następujące:

1. Nawożenie potasem :
 - kontrola bez nawożenia (symbol K–),
 - dawka 160 kg K_2O /ha (K+).

2. Warunki wodne w okresie od strzelania w pęd (faza rozwoju DC 28) do początku kwitnienia (DC 60) trwająca średnio około 3 tygodni:
 - kontrola; naturalne warunki atmosferyczne (C)
 - nawadnianie; około 70% PPW (tzw. połowa pojemność wodna gleby) na głębokości 60 cm (I),
 - symulowana susza; polegająca na odcięciu dostępu opadów atmosferycznych do łanu poprzez założoną osłonę foliową (D).

Przedplonem rzepaku jarego odmiany *Lisone* był groch. Stanowisko o odczynie lekko kwaśnym (pH 5,8–6,2 w 1N KCl) charakteryzowało się średnią zasobnością w magnez i wysoką w fosfor. Obiekty nawożone potasem zawierały średnio 23 mg K₂O/100 g gleby, a nienawożone tym składnikiem 12 mg K₂O/100 g gleby. Nawożenie pozostałymi składnikami było jednakowe dla wszystkich obiektów wynosząc 150 kg/ha N (80 kg przedsięwzięcia i 70 kg/ha w fazie DC 25) oraz 36 kg/ha P₂O₅.

Warunki pogodowe w okresie prowadzenia badań sprzyjały wzrostowi rzepaku jarego. Rok 1996 pod względem temperatur nie odbiegał od wielolecia 1960–1990, natomiast w latach 1997–98 odnotowano w maju i czerwcu wyższe średnio miesięczne temperatury powietrza, co dodatnio wpływało na wzrost i rozwój roślin. Opady, w każdym roku badań, były wyższe od średniej wieloletniej. W porównaniu do warunków naturalnych zróżnicowanie warunków wodnych w fazie wzrostu wydłużeniowego rzepaku zwiększyło ilość wody dopływającej do łanu o 80 mm/rok w wariacie z nawadnianiem, a zmniejszyło o około 150–170 mm na obiekcie z symulowaną suszą. Dynamikę biomasy i pobierania składników pokarmowych określano :

- w dniu rozpoczęcia symulacji warunków wilgotnościowych,
- w dniu zakończenia symulacji warunków wilgotnościowych,
- w fazie dojrzałości pełnej.

Próbki roślin do określenia masy nadziemnej, jej struktury i następnie do wykonania analiz chemicznych pobierano z powierzchni 0,25 m² (x 4 powtórzeń). Zbiór nasion przeprowadzono kombajnem z poletek o powierzchni 9 m².

Wyniki badań opracowano statystycznie z zastosowaniem analizy wariancji dla doświadczeń czynnikowych w układzie blokowym (split-blok).

Wyniki i dyskusja

Do fazy wzrostu wydłużeniowego, w której do eksperymentu wprowadzono drugi czynnik stresowy jakim były symulowane warunki wodne, biomasa nadziemna rzepaku jarego nie wykazała prawie żadnej zmienności wywołanej brakiem nawożenia potasem (tab. 1). Zaznaczył się nawet jej niewielki (6%) wzrost w następstwie niedoboru tego składnika. Po okresie symulacji wodnej

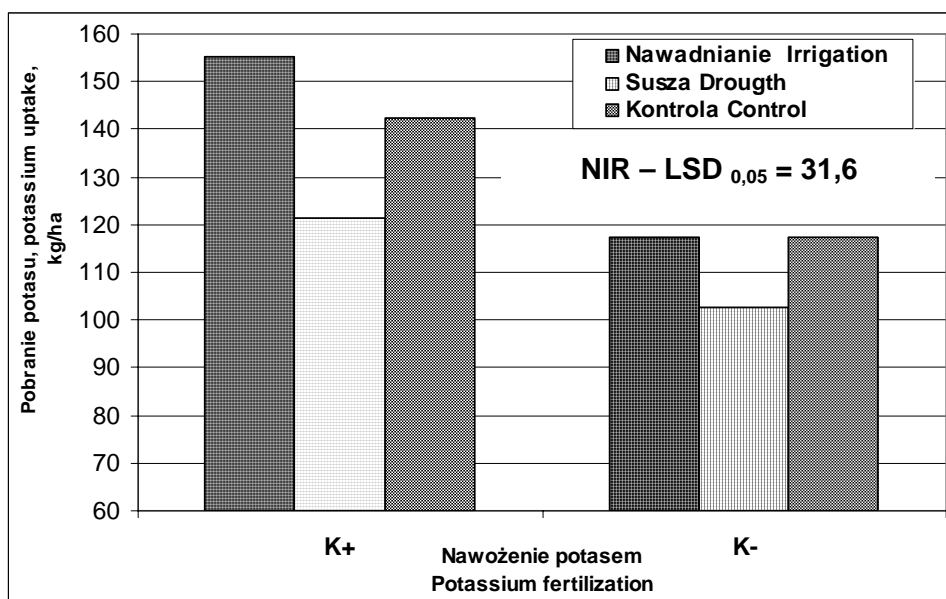
różnice w wielkości biomasy rośliny w fazie początku kwitnienia były znaczne, lecz nie zostały potwierdzone statystycznie. W stosunku do kontroli wystąpiła wyraźna tendencja do spadku biomasy w wariacie z symulowaną suszą atmosferyczną. Rośliny pozbawione dopływu wody opadowej przez okres 3 tygodni wytworzyły o 10 dt/ha mniejszą biomasa. Stopień spadku biomasy zależał, chociaż nieistotnie, od nawożenia potasem. Rośliny nienawożone potasem, lecz nawadniane, zareagowały największym spadkiem biomasy, wynoszącym około 13 dt/ha. Najmniejszy, wynoszący 8 dt/ha, stwierdzono dla kontroli. W okresie od początku kwitnienia do dojrzałości pełnej rośliny zwiększyły biomasa średnio o 50%, lecz w ocenie rzeczywistego przyrostu należałoby uwzględnić udział liści, które na początku kwitnienia rzepaku stanowiły około 1/3 biomasy nadziemnej rośliny i systematycznie opadały w okresie jej dojrzewania.

Tabela 1

Biomasa rzepaku jarego przed, po symulowanej suszy i w fazie dojrzałości pełnej
Biomass of spring rape before and after simulated drought and at ripeness, [dt/ha]

Warianty potasowe <i>Potassium treatments</i>	Warianty wodne — <i>Water treatments</i>		
	nawadnianie — <i>irrigation</i>	susza — <i>drought</i>	kontrola — <i>control</i>
Przed symulowaną suszą — <i>Before simulated drought</i>			
K+	18,9		
K-	20,1		
Po symulowanej suszy — <i>After simulated drought</i>			
K+	77,3	68,1	73,3
K-	64,4	58,4	65,4
W fazie dojrzałości pełnej — <i>At full ripeness</i>			
K+	99,6	96,2	104,9
K-	108,4	97,5	92,5

Spośród składników mineralnych pobieranych przez rzepak największą reakcję na brak nawożenia potasem i stres wodny w fazie wzrostu wydłużeniowego stwierdzono dla potasu (wykres 1). Zdecydowanie najwięcej potasu pobrały rośliny jednocześnie nawożone tym składnikiem i nawadniane lub rosnące w warunkach naturalnych. Zarówno brak nawożenia potasem, jak i susza atmosferyczna prowadziły do istotnego zmniejszenia pobierania składnika przez rzepak.



Wykres 1. Pobranie potasu przez rzepak — *Potassium uptake by rape*

Wytlumaczenie reakcji rośliny na działanie obu czynników stresowych jest niezwykle skomplikowane, lecz w tym celu przydatna może być analiza dynamiki i struktury biomasy nadziemnej w fazie dojrzałości pełnej rzepaku (tab. 1 i 2). Rośliny po okresie zróżnicowanych warunków wodnych kompensowały wielkość biomasy nadziemnej. Największy jej przyrost odnotowano na obiektach nie nawożonych potasem, na których średnio wynosił około 59%, podczas gdy rośliny nawożone tym składnikiem zwiększyły w tym okresie swą biomasę o około 38%. Tak znaczne różnice w reakcji roślin trudno wytłumaczyć bezpośrednim wpływem niedoboru potasu na absorpcję składników pokarmowych przez rzepak jary w fazach od początku kwitnienia, lecz można założyć zwiększoną aktywność absorpcyjną korzeni (Day 1981). Korzystne warunki pogodowe występujące w czerwcu i lipcu każdego roku badań zwiększały prawdopodobnie intensywność procesów mineralizacyjnych, a tym samym ilość dostępnych składników pokarmowych, co sprzyjało wytwarzaniu biomasy przez rośliny.

Tabela 2

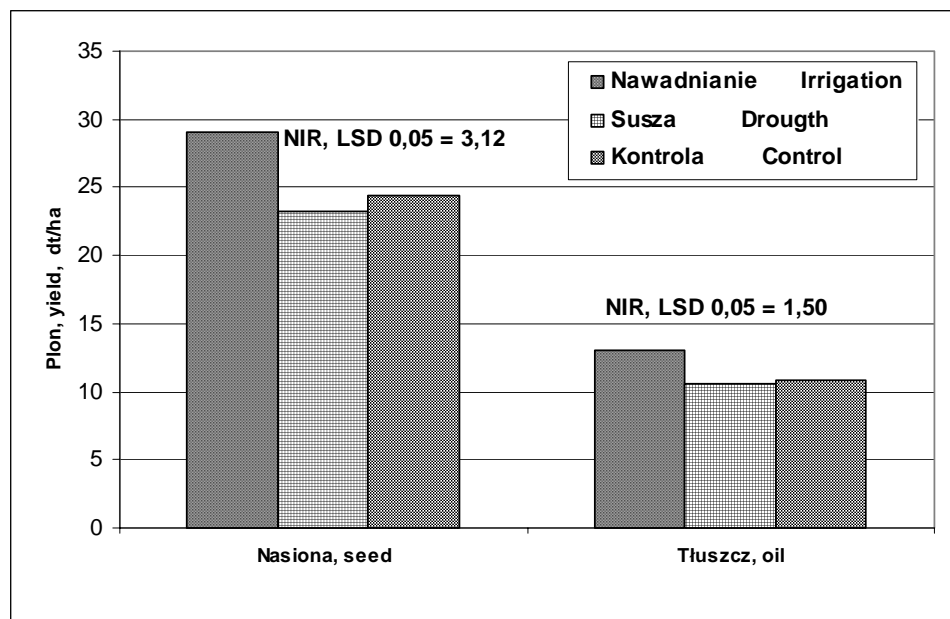
Procentowa struktura biomasy rzepaku jarego w fazie dojrzałości pełnej
Percentage of the biomass structure of spring rape at full ripeness

Składniki biomasy <i>Biomass components</i>	Warianty nawożenia potasem — <i>Potassium treatments</i>					
	K+			K-		
	nawadnianie <i>irrigation</i>	susza <i>drought</i>	kontrola <i>control</i>	nawadnianie <i>irrigation</i>	susza <i>drought</i>	kontrola <i>control</i>
Nasiona — <i>Seeds</i>	30,0	24,4	24,0	27,0	22,6	27,8
Plewy — <i>Chaffs*</i>	18,9	19,5	21,4	18,0	21,3	18,0
Słoma — <i>Straw</i>	51,1	56,1	54,6	55,0	56,1	54,2

* — plewy, czyli omlócone łuszczyzny — *chaffs, i.e., threshed pods*

Drugim zastanawiającym faktem są wyraźne różnice w plonie nasion wywołane jedynie działaniem warunków wodnych w okresie wzrostu wydłużeniowego rzepaku (tab. 1 i wykres 2). W stosunku do kontroli rośliny nawadniane wyprodukowały o 19% większy plon nasion a poddane w tym samym okresie stresowi wodnemu o 4% mniejszy. Wpływ nawożenia potasem na plon nasion rzepaku był nieistotny ($\pm 1\%$). Problemem do rozwiązania nie jest jednakże wielkość spadku plonu nasion w następstwie symulowanej suszy, lecz jego wzrost w następstwie nawadniania. Różnice w plonie nasion między kontrolą a obiektem nawadnianym sugerują wystąpienie w okresie wzrostu wydłużeniowego rzepaku korzystnych warunków do zawiązywania pąków kwiatowych lub zmniejszenia tempa ich redukcji (Champolivier i Merrien 1996). Kuchtova i in. (1996) stwierdzili, że w tym okresie wielkość strat potencjalnego plonu nasion wywołana fizjologicznymi procesami opadania pąków i łuszczyzn wynosi 46%. Zatem zapewnienie roślinom w tej fazie rozwoju optymalnych warunków wodnych było prawdopodobnie podstawową przyczyną zmniejszenia strat plonu. Dodatkowa susza atmosferyczna w tym okresie mogła tylko pogłębić wielkość strat, co też odnotowano na obiektach z symulowaną suszą. Podobne prawidłowości, lecz w odniesieniu do rzepaku ozimego uzyskał Andersen i współautorzy (1996), który stwierdzili znaczny spadek plonu nasion, przy jednocześnie niewielkim słomy, w następstwie stresu wodnego w okresie kwitnienia rośliny.

Zawartość tłuszczu w nasionach rzepaku jarego wynosiła średnio 44,75% i nie wykazała zależności zarówno od czynników doświadczalnych, jak i pogodowych w kolejnych latach badań. W rezultacie uzyskany plon tłuszczu wykazał zdecydowaną zależność jedynie od plonu nasion (wykres 2).



Wykres 2. Plon nasion i tłuszczu rzepaku jarego — *Seed and oil yields of a spring rape*

Wnioski

1. Rzepak jary poddany stresowi wodnemu w fazie wzrostu wydłużeniowego może w fazach późniejszych kompensować wzrost zwiększoną produkcją biomasy, która nie ma jednakże większego wpływu na plon nasion.
2. Warunki wodno-żywnieniowe w fazie wzrostu wydłużeniowego rzepaku jarego poprzez wpływ na procesy fizjologiczne odpowiedzialne za strukturę plonu, w znacznym stopniu określają wielkość przyszłego plonu nasion.

Literatura

- Andersen M., Heidmann T., Plauborg F. 1996. The effect of drought and nitrogen on light interception, growth and yield of winter oilseed rape. *Acta Agric. Scand. Sect B., Soil and Plant Sci.*, 46: 55-67.
- Beringer H. 1981. Die Ertragsbildung als Funktion der Kaliernahrung. *Kali-Briefe* 15, (11): 665-672.

- Champolivier L., Merrien A. 1996. Effects of water stress applied at different growth stages to *Brassica napus* var. *oleifera* on yield, yield components and seed quality. Euro. J. of Agronomy, 5 (3-4): 153-160.
- Day W. 1981. Water stress and crop growth. Johnston C. Physiological processes limiting plant productivity. Butterworths. 199-215.
- Dembiński F. 1983. Jak uprawiać rzepak i rzepik. PWRiL. 93-94.
- Kuchtova P., Baranyk P., Vasak J., Fabry A. 1996. Czynniki warunkujące tworzenie plonu nasion rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste, XVII (1): 223-234.
- Zagdańska B. 1992. Fizjologiczne kryteria odporności roślin na suszę. Biul. IHAR, 183: 11-19.