

Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska nr 63, 2014: 43–53
(Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. 63, 2014)
Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences No 63, 2014: 43–53
(Sci. Rev. Eng. Env. Sci. 63, 2014)

Krzysztof BARTOSZEK

Katedra Technologii Produkcji Roślinnej i Towaroznawstwa, Uniwersytet Przyrodniczy
w Lublinie
Department of Specific Plant Cultivation, University of Life Sciences in Lublin

Wpływ warunków pogodowych na wybrane cechy botaniczno-rolnicze rzepaku ozimego*

The impact of weather conditions on selected botanical and agricultural characteristics of winter rapeseed

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, warunki pogodowe, pomiary biometryczne, wysokość roślin
Key words: winter rapeseed, weather conditions, biometric measurement, height of plants

Wprowadzenie

Rzepak jest na drugim miejscu w świecie pod względem udziału w produkcji nasion roślin oleistych. W Polsce znaczenie uprawy tej rośliny wyraźnie wzrosło w ostatnich latach, w porównaniu do innych roślin przemysłowych, tj. ziemniaka czy buraka cukrowego (Bartkowiak-Broda, Wałkowski i Ogrodowczyk, 2006). Po wejściu Polski do Unii Europejskiej uprawa rzepaku była najszybciej rozwijającym się działem produkcji roślinnej (Rosiak, 2009).

Przebieg warunków pogodowych ma istotny wpływ na prawidłowy wzrost i rozwój rzepaku ozimego w okresie jego wegetacji. Na przykład występowanie długich i mroźnych zim na Lubelszczyźnie przyczynia się do opóźniania początku faz rozwojowych tej rośliny w okresie wiosennym, a w skrajnych przypadkach plantacje rzepaku zaorywane są wskutek słabego przezimowania (Bartoszek, 2013a, 2013b). Ponadto temperatura powietrza i gleby decyduje o terminie wschodów roślin rzepaku, jednakże wyznaczenie wartości optymalnych jest utrudnione z powodu znacznego zróżnicowania między poszczególnymi odmianami (Wilson, Jensen i Fernandez, 1992, Russo, Bruton i Sams, 2010). Warunki atmosferyczne wpływają także na dynamikę wegetacji

*Praca została wykonana w ramach projektu badawczego Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr N N310 448738 realizowanego w latach 2010–2011.

w okresie jesiennym i wiosennym, a więc na wzrost roślin w tych porach roku. Słabsze przezimowanie rzepaku obserwuje się na plantacjach, gdzie rośliny przed zimą były zbyt wysokie, ponieważ przy ujemnych wartościach temperatury powietrza wyżej położony pąk wierzchołkowy jest narażony na oddziaływanie mroźnego wiatru (Demiński, 1975). Natomiast pod koniec wiosny i na początku lata zbyt wysoki łan rzepaku jest narażony na wyleganie wskutek wystąpienia m.in. opadów gradu lub deszczu o dużym natężeniu (Muśnicki, 1989).

Celem pracy było określenie wpływu warunków pogodowych na równomierność wschodów roślin rzepaku ozimego oraz wysokość łanu tej rośliny przed zimą i po fazie kwitnienia na obszarze środkowo-wschodniej Lubelszczyzny.

Material i metody

W pracy wykorzystano dane dotyczące ocen wyrzędowania wschodów rzepaku ozimego (*Brassica napus*) oraz wysokości tej rośliny przed zimą i po fazie kwitnienia. Wartości odnosiły się do wyników pomiarów oraz obserwacji wykonanych w Zakładzie Doświadczalnym Oceny Odmian w Bezku koło Chełma (51°11'N, 23°15'E, 224 m n.p.m.), należącym do Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU). Liczebność próby dla każdej z trzech analizowanych cech rzepaku ozimego była odmienna w związku z likwidacją doświadczeń w niektórych okresach

wegetacji (silne susze jesienne, bardzo mroźne zimy) lub brakiem danych¹.

Do badań wybrano takie odmiany rzepaku ozimego, które były zarejestrowane przez COBORU i utrzymywały się w produkcji przynajmniej przez kilka lat. Zastosowanie nieparametrycznego testu U Manna-Whitneya pozwoliło wykazać brak istotnych statystycznie różnic (na poziomie $\alpha = 0,05$) pomiędzy typami odmian rzepaku (erukowymi, bezerukowymi, populacyjnymi oraz mieszańcowymi). Oznacza to, że charakteryzowane na ich podstawie cechy są reprezentatywne dla całego gatunku.

Ocenę wyrzędowania (w skali 9-stopniowej) dokonywano w fazie pełni wschodów (tab. 1), kiedy to mierzono na wybranym rzędzie poletka łączną długość odcinków bez roślin (tj. przerw w rzędzie) przekraczających 30 cm (Heimann i Broniarz, 2008). Im bardziej są

TABELA 1. Skala wyrzędowania rzepaku ozimego
TABLE 1. The rate of winter rapeseed emergence

Skala The rate	Suma odcinków rzędu (>30 cm) bez roślin The sum of row length (>30 cm) with lack of plants [m]
9	–
8	0,31–0,60
7	0,61–1,20
6	1,21–2,10
5	2,11–3,00
4	3,01–3,90
3	3,91–5,10
2	5,11–6,30
1	>6,30

¹Liczebność próby w przypadku oceny wyrzędowania wynosiła $n = 21$, wysokości roślin rzepaku po fazie kwitnienia $n = 25$ (z okresu 1974/1975–2008/2009), natomiast wysokości roślin przed zimą $n = 10$ (1997/1998–2008/2009).

wyrównane wschody roślin, tym większa jest wartość oceny wyrzędowania.

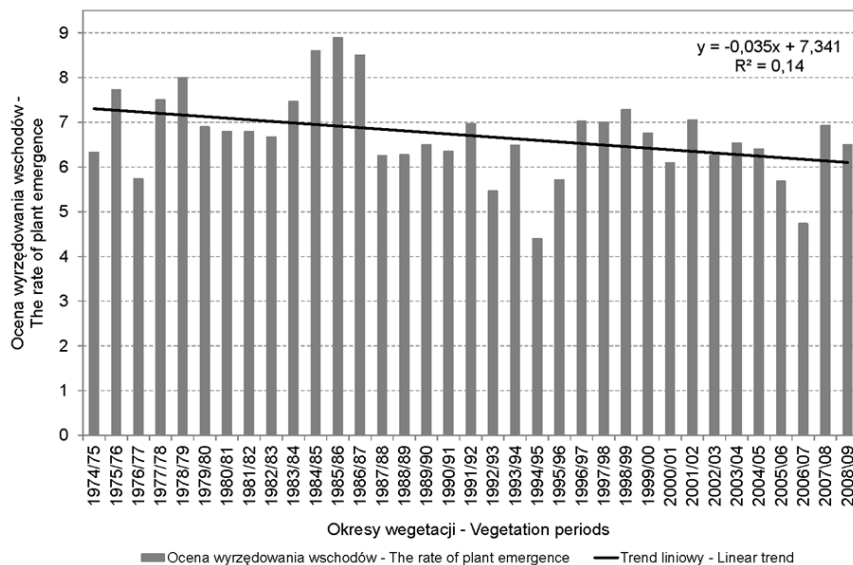
Pomiary wysokości roślin przed zimą wykonywano w początkowym okresie jesienno-zimowego zahamowania wegetacji, gdzie w pięciu wybranych miejscach poletka mierzono wysokość rozet (łanu liści) i obliczano średni wynik. Wysokość roślin po kwitnieniu jest to odległość od powierzchni gleby do wierzchołka wyprostowanych roślin ustawionych wzdłuż łąty pomiarowej. Pomiar ten wykonywano w trzech losowo wybranych miejscach na poletku, a wynik stanowiła średnia z wykonanych pomiarów (Heimann i Broniarz, 2008).

Charakterystykę warunków pogodowych opracowano na podstawie danych pochodzących ze stacji meteorologicznej znajdującej się w sąsiedztwie pól doświadczalnych. W celu określenia związku między elementami meteorologicznymi a analizowanymi cechami

botaniczno-rolniczymi rzepaku ozimego zastosowano korelację liniową Pearsona, gdzie istotność statystyczną współczynnika korelacji sprawdzano testem t-Studenta. Do oceny zależności między wcześniej wymienionymi zmiennymi wykorzystano analizę regresji krokowej wstecznej, aby uzyskać jak największe wartości współczynnika determinacji. Z kolei do stwierdzenia istotności statystycznej współczynników kierunkowych trendów zastosowano nieparametryczny test Manna-Kendalla.

Wyniki

Wartości określające równomierność wschodów roślin odznaczały się w analizowanym okresie dość dużą zmiennością (rys. 1). Średnia ocena wyrzędowania



RYSUNEK 1. Wieloletnia zmienność oceny wyrzędowania wschodów rzepaku ozimego (brakujące dane uzupełniono wartościami uzyskanymi z modelu regresji umieszczonego w tabeli 4)

FIGURE 1. Long-term variability of the rate of plant emergence of winter rapeseed (to complement the lack of data, the regression model placed in Table 4 was used)

wschodów rzepaku ozimego w skali 9-stopniowej wynosiła 6,7 i zmieniała się w zakresie od 4,4 (1994 r.) do 8,9 (1985 r.). W przypadku tej cechy współczynnik kierunkowy trendu był istotny statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$, a ujemna wartość statystyki τ -Kendalla ($\tau = -0,23$) wskazywała na występowanie w ostatnich latach mniej korzystnych warunków dla wzrostu omawianej rośliny na początku okresu wegetacji (rys. 1).

Nierównomierne wschody tej rośliny obserwowano przede wszystkim w latach, gdy w lipcu i sierpniu notowano większą niż przeciętnie liczbę dni upalnych (gdy $t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$; tab. 2 i 3). Niekorzystnie na omawianą cechę wpływały także większe od normy średnie wartości temperatury powietrza i gleby w lipcu (tab. 2).

Lipiec w latach 1994 i 2006 oraz sierpień 1992 roku według kwantylowej klasyfikacji termicznej miesięcy (Miętus, Owczarek i Filipiak, 2002) były miesiącami ekstremalnie ciepłymi (wartości średniej miesięcznej temperatury powietrza powyżej 95 percentyla). Wówczas w Bezku notowano jednocześnie małe wartości wilgotności względnej powietrza (średnio $f < 50\%$ o godzinie 12 UTC). Tego rodzaju warunki termiczno-wilgotnościowe w znacznym stopniu decydowały o wyjątkowo nierównomiernych wschodach rzepaku na przełomie lata i jesieni (tab. 3). Nie stwierdzono natomiast wpływu sum opadów atmosferycznych, jedynie współczynnik korelacji między liczbą dni z opadem $\geq 1,0$ mm we wrześniu a analizowaną cechą był dodatni i istotny statystycznie na poziomie $\alpha = 0,1$ (tab. 2).

TABELA 2. Współczynniki korelacji liniowej między stopniem wyrzędowania wschodów rzepaku ozimego ($n = 21$) a wartościami charakterystyk poszczególnych elementów meteorologicznych w określonych miesiącach

TABLE 2. Coefficients of linear correlation between the rate of rapeseed plant emergence ($n = 21$) and the values of selected meteorological elements in months

Miesiące Months	Temperatura powietrza/Air temperature				Temperatura gleby/Soil temperature			Opady/Precipitation		Ustęczenie rzczywiste Sunshine duration	Wilgotność względna (12 UTC) Relative humidity at 12 UTC
	Średnia Mean	Maksymalna Maximum	Minimalna Minimum	Liczba dni upalnych The number of very hot days	gl. 5 cm 5 cm bgl	gl. 10 cm 10 cm bgl	gl. 20 cm 20 cm bgl	Suma Sum	Liczba dni z opadem >1,0 mm Number of days with precipita- tion >1.0 mm		
VII	-0,52**	-0,53**	-0,38*	-0,48**	-0,56***	-0,54**	-0,55**	0,25	0,23	-0,23	0,59***
VIII	-0,28	-0,18	-0,32	-0,59***	-0,35	-0,36*	-0,38*	0,25	0,15	0,24	0,28
IX	-0,34	-0,32	-0,26	-	-0,39*	-0,41*	-0,41*	0,03	0,39*	-0,04	0,14

Objaśnienia: ***poziom istotności $\alpha = 0,01$; **poziom istotności $\alpha = 0,05$; *poziom istotności $\alpha = 0,1$; gl. – głębokość/Explanations: ***significance level $\alpha = 0,01$; **significance level $\alpha = 0,05$; *significance level $\alpha = 0,1$; bgl – below ground level.

TABELA 3. Wartości wybranych charakterystyk temperatury powietrza i gleby oraz wilgotności powietrza w okresach wegetacyjnych o niskich i wysokich ocenach wyrzędowania wschodów rzepaku ozimego

TABLE 3. The values of selected air and soil temperature and air humidity characteristics in growing seasons with low and high rates of winter rapeseed emergence

Okres wegetacji Vegetation period	Skala wyrzędowania wschodów The rate of plant emergence	Liczba dni upalnych (lipiec–sierpień) The number of very hot days (July–August)	Wilgotność względna powietrza w lipcu (12 UTC) Relative air humidity in July at 12 UTC [%]	Średnia temperatura gleby na gł. 20 cm (sierpień–wrzesień) Mean soil temperature at 20 cm bgl (August–September) [°C]
1994/1995	4,4	15	40,4	18,2
2006/2007	4,7	12	37,3	17,8
1992/1993	5,5	11	49,1	17,9
2005/2006	5,7	4	47,4	17,9
1985/1986	8,9	1	68,2	15,5
1984/1985	8,6	1	66,8	16,4
1986/1987	8,5	2	62,9	15,1
1978/1979	8,0	0	63,4	14,1
Średnia wieloletnia Multi-year mean	6,7	3,1	58,6	16,6

Objaśnienia: gł. – głębokość/Explanations: bgl – below ground level.

W odniesieniu do równomierności wschodów duże znaczenie przebiegu pogody w miesiącu poprzedzającym siew rzepaku ozimego potwierdziła analiza regresji. Warunki wilgotnościowe powietrza w lipcu wyjaśniały w około 32% zmienność oceny wyrzędowania wschodów tej rośliny (tab. 4).

W okresie 1997/1998–2008/2009 średnia wysokość roślin rzepaku przed zimą wynosiła w Bezku 20,8 cm i wahała się od 8,6 cm w 2002 roku do 42,0 cm w 2006 roku. Istotny wpływ na tę cechę miał przebieg warunków pogodowych w okresie siewu rzepaku, tj. na przełomie lata i jesieni (tab. 5). Rośliny przed zimą charakteryzowały się większą niż przeciętnie wysokością, gdy

w sierpniu notowano większą od średniej wilgotność względną powietrza ($f > 60\%$ o godz. 12 UTC) i większe sumy opadów atmosferycznych (suma miesięczna > 50 mm), a także mniejsze sumy usłonecznienia rzeczywistego (< 185 godz.). Charakter związku analizowanej cechy z warunkami meteorologicznymi w sierpniu dobrze odzwierciedlały także wartości temperatury maksymalnej powietrza ($r = -0,65$) oraz temperatury gleby na głębokości 5 i 10 cm (odpowiednio, $r = -0,68$ i $r = -0,66$).

Na wysokość rzepaku przed zimą wpływ miał również przebieg warunków termicznych w pierwszych dwóch miesiącach kalendarzowej jesieni. Rośliny były wyższe, gdy po wilgotnym sierpniu,

TABELA 4. Równanie regresji prostej określające zależność ocen wyrzędowania rzepaku ozimego od średniej wilgotności względnej powietrza w lipcu

TABLE 4. The simple regression model, which defines the relationship between rapeseed emergence rates and the mean values of air humidity in July

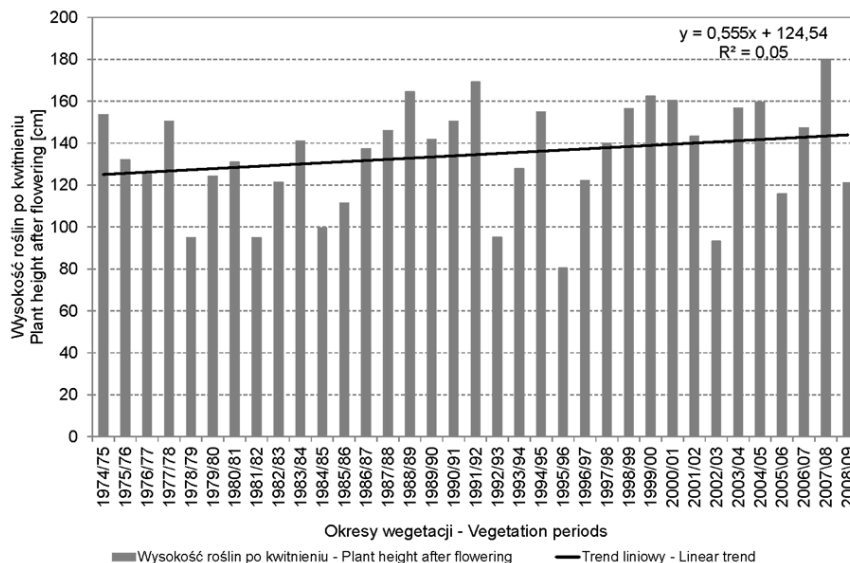
Model regresji prostej Simple regression model	R ² skoryg. R ² adj. [%]	Statystyka F F-distribution	Błąd standardowy Standard error
$y = 1,247 + 0,094x$	31,8	10,3	0,9

Objaśnienia: R² skoryg. [%] – skorygowany współczynnik determinacji; y – ocena wyrzędowania; x – średnia wilgotność względna z godz. 12 UTC w lipcu/Explanations: R² adj. (%) – the adjusted coefficient of determination; y – the rate of plant emergence; x – mean air relative humidity at 12 UTC in July.

w okresie od września do października, notowano wartości temperatury powietrza i gleby powyżej normy (tab. 5).

W badanym okresie na polach doświadczalnych w Bezku przeciętna wysokość roślin rzepaku po zakończeniu fazy kwitnienia (II połowa maja) wynosiła 134,5 cm i wahała się od 80,4 cm w sezonie wegetacyjnym 1995/1996 do 180,1 cm w 2007/2008 (rys. 2). Na oma-

wianą cechę wpływały przede wszystkim warunki pogodowe na przełomie zimy i wiosny (tab. 6 i 7). Mniejsze od normy wartości temperatury powietrza oraz gleby w okresie luty–marzec oraz znaczna liczba dni z pokrywą śnieżną w marcu opóźniały wznowienie wegetacji wiosną, co hamowało wzrost elongacyjny roślin o tej porze roku. Z kolei znaczną wysokość ładu rzepaku



RYSUNEK 2. Wieloletnia zmienność wysokości roślin rzepaku po fazie kwitnienia (brakujące dane uzupełniono wartościami uzyskanymi z modelu regresji umieszczonym w tabeli 8)

FIGURE 2. Long-term variability of the winter rapeseed plant height after flowering (to complement the lack of data, the regression model placed in Table 8 was used)

TABELA 5. Współczynniki korelacji liniowej między wysokością roślin rzepaku przed zimą ($n = 10$) a wartościami charakterystyk poszczególnych elementów meteorologicznych w określonych miesiącach
 TABLE 5. Coefficients of linear correlation between the rapeseed plant height before winter ($n = 10$) and the values of selected meteorological elements in months

Miesiące Months	Temperatura powietrza/Air temperature				Temperatura gleby/Soil temperature			Opady /Precipitation		Usłonecz- nienie rze- czywiste Sunshine duration	Wilgotność względna (12 UTC) Relative humidity at 12 UTC
	Średnia Mean	Maksy- malna Maximum	Minimalna Minimum	Liczba dni gorących The num- ber of hot days	gl. 5 cm 5 cm bgl	gl. 10 cm 10 cm bgl	gl. 20 cm 20 cm bgl	Suma Sum	Liczba dni z opadem >1,0 mm Number of days with precipitation >1.0 mm		
VIII	-0,46	-0,65**	0,17	-0,58*	-0,68**	-0,66**	-0,60*	0,82****	0,74**	-0,86****	0,79****
IX	0,61*	0,43	0,69**	-0,43	0,59*	0,56*	0,51	-0,19	-0,49	0,27	0,10
X	0,45	0,42	0,46	-	0,52	0,50	0,55	-0,34	-0,43	0,11	0,01
IX-X	0,79****	0,67**	0,71**	-	0,81****	0,78****	0,74**	-0,31	-0,57*	0,27	0,08

Objaśnienia jak pod tabelą 2/Explanations as in Table 2.

ozimego w Bezku notowano w latach, gdy w marcu występowały mniejsze niż przeciętnie wartości wilgotności względnej powietrza oraz większe sumy usłonecznienia rzeczywistego. W kwietniu zaś istotnie statystycznie dodatnie wartości współczynników korelacji stwierdzono w przypadku sum opadów (tab. 6).

Wartości elementów meteorologicznych z marca i kwietnia wyjaśniały w 36% wysokość rzepaku ozimego po fazie kwitnienia (tab. 8). W tym przypadku duże znaczenie miała średnia temperatura gleby w marcu (współczynnik korelacji cząstkowej $r = 0,51$) oraz suma opadów w kwietniu ($r = 0,46$).

Dyskusja i podsumowanie

Występowanie równomiernych wschodów rzepaku ozimego ma istotny wpływ na uzyskanie dobrze zagęszczonej i wyrównanej plantacji (Dembiński, 1975). W niniejszej pracy stwierdzono, że w tym przypadku duże znaczenie ma przebieg warunków termicznych nie tylko tuż po rozpoczęciu okresu wegetacji tej rośliny (druga połowa sierpnia i wrzesień), ale również na około miesiąc przed wykonaniem siewu (lipiec). W Bezku nierównomierne wschody rzepaku ozimego notowano w latach, gdy od lipca do września występowały większe niż przeciętnie wartości temperatury powietrza i gleby oraz znaczna liczba dni upalnych w lipcu i sierpniu. W ten sposób potwierdzono rezultaty badań przeprowadzonych w warunkach kontrolowanych przez Russo i in. (2010), które wykazały, że termin wschodów roślin rzepaku opóźniał się, gdy temperatura powietrza przekraczała 32°C. Według

TABELA 6. Współczynniki korelacji liniowej między wysokością roślin rzepaku po kwitnieniu ($n = 25$) a wartościami charakterystyk poszczególnych elementów meteorologicznych w określonych miesiącach i porach roku

TABLE 6. Coefficients of linear correlation between the rapeseed plant height after flowering ($n = 25$) and the values of selected meteorological elements in months

Miesiące Months	Temperatura powietrza Air temperature			Temperatura gleby Soil temperature			Pokrywa śnieżna Snow cover	Opady Precipitation		Usłonecznienie rzczywiste Sunshine duration	Wilgotność względna (12 UTC) Relative humidity at 12 UTC
	Średnia Mean	Maksymalna Maximum	Minimalna Minimum	gł. 5 cm 5 cm bgl	gł. 10 cm 10 cm bgl	gł. 20 cm 20 cm bgl		Liczba dni z opadem > 1,0 mm Number of days with precipitation > 1.0 mm	Suma Sum		
I	0,27	0,24	0,26	0,21	0,19	0,17	-0,31	-0,05	0,04	0,39*	0,01
II	0,43**	0,42**	0,41**	0,35*	0,33*	0,30	-0,36*	0,33*	0,31	0,12	-0,25
III	0,43**	0,43**	0,42**	0,51***	0,50**	0,49**	-0,45**	0,06	0,03	0,32*	-0,47**
IV	0,04	-0,03	0,14	0,18	0,21	0,25	-	0,46**	0,25	-0,17	0,03
V	-0,10	-0,18	-0,04	0,05	0,03	0,05	-	0,11	-0,08	-0,24	0,17
II-III	0,51***	0,49**	0,50**	0,49**	0,46**	0,44**	-0,46**	0,25	0,31	0,27	-0,41**

Objaśnienia jak pod tabelą 2/Explanations as in Table 2.

TABELA 7. Wartości charakterystyk wybranych elementów meteorologicznych w okresach wegetacyjnych o małej oraz znacznej wysokości roślin rzepaku po fazie kwitnienia

TABLE 7. The values of selected meteorological elements in growing seasons with low and high winter rapeseed height after flowering

Okresy wegetacji Vegetation periods	Wysokość roślin po kwitnieniu Plant height after flowering [cm]	Średnia temperatura powietrza (luty–marzec) Mean air temperature (February–March) [°C]	Suma opadów w kwietniu Sum of precipitation in April [mm]	Liczba dni z pokrywą śnieżną Number of days with snow cover	Liczba dni mroźnych w marcu Number of days with cold days in March
1995/1996	80,4	-5,3	21,2	31	14
2002/2003	93,2	-2,9	33,7	12	7
1978/1979	95,0	-2,5	38,8	12	4
1992/1993	95,2	-1,5	19,5	18	8
2007/2008	180,1	2,3	47,9	6	0
1991/1992	169,1	1,2	71,9	4	0
1988/1989	164,5	3,7	34,1	0	0
1999/2000	162,3	1,5	72,9	2	0
Średnia wieloletnia Multi-year mean	134,5	-0,5	39,0	9,0	3,8

TABELA 8. Równanie regresji wielokrotnej określające zależność między wysokością roślin rzepaku ozimego po kwitnieniu a wybranymi elementami meteorologicznymi

TABLE 8. The multiple regression model, which defines the relationship between the winter rapeseed plant height after flowering and selected meteorological elements

Model regresji wielokrotnej Multiple regression model	R ² skoryg. R ² adj. [%]	Statystyka F F-distribution	Błąd standardowy Standard error
$y = 116,72 + 0,427x_1 + 4,844x_2$	36,1	7,8	15,7

Objaśnienia: R² skoryg. (%) – skorygowany współczynnik determinacji; y – wysokość roślin po kwitnieniu; x₁ – suma opadów w kwietniu; x₂ – średnia temperatura gleby w marcu (gł. 5 cm)/Explanations: R² adj. (%) – the adjusted coefficient of determination; y – plant height after flowering; x₁ – sum of precipitation in April; x₂ – mean soil temperature in March (5 cm bgl).

innych badań, równomierne wschody rzepaku uzyskuje się przy odpowiednim uwilgotnieniu gleby (Rao i Dao, 1987, Blackshaw, 1991, Pospišil, Brčić i Husnjak, 2011) oraz gdy wartości temperatury powietrza notuje się w przedziale od 10 do 22°C (Nykiforuk i Johnson-Flanagan,

1994, Zheng, Witen, Slinkard i Gusta, 1994, Vigil, Anderson i Beard, 1997).

Podobnie jak w przypadku oceny wyrzędowania wschodów rzepaku, dynamika wzrostu tej rośliny w okresie jesiennym w znacznym stopniu była również związana z warunkami pogodowymi

w okresie siewu. Większe od normy sumy opadów i niższa temperatura gleby w sierpniu, a ponadto ciepła i względnie sucha jesień sprzyjały występowaniu w Bezku większego niż przeciętnie ładu rzepaku przed zimą. Z kolei o wzoście roślin rzepaku wiosną decydowały warunki pogodowe pod koniec termicznej zimy. Małe wartości temperatury powietrza i gleby w marcu oraz długo zalegająca pokrywa śnieżna przyczyniały się do opóźnienia terminu rozpoczęcia wiosennej wegetacji. Według Leach, Stevensona, Rainbowa i Mullen (1999), na wysokość ładu rzepaku w okresie wiosennym istotnie wpływa także stan roślin na zimie.

Literatura

- Bartkowiak-Broda, I., Wałkowski, T. i Ogródowczyk M. (2006). Znaczenie gospodarcze rzepaku. *Nasz Rzepak*, 12(10), 13-18.
- Bartoszek, K. (2013a). Wpływ warunków meteorologicznych na początek wybranych faz rozwojowych rzepaku ozimego wiosną i latem. *Acta Agroph.*, 20(2), 227-240.
- Bartoszek, K. (2013b). Przechimowanie rzepaku w warunkach klimatycznych środkowo-wschodniej Lubelszczyzny. *Acta Agroph.*, 20(3), 341-352.
- Blackshaw, R.E. (1991). Soil temperature and moisture effects on downy brome vs. winter canola, wheat and rye emergence. *Crop Sci.*, 31(4), 1034-1040.
- Dembiński, F. (1975). *Rośliny oleiste*. Warszawa: Wydawnictwo PWRiL.
- Heimann, S. i Broniarz, J. (2008). *Metodyka badania wartości gospodarczej odmian (WGO) – Rzepak*. Słupia Wielka: Wydawnictwo COBORU.
- Leach, J.E., Stevenson, H.J., Rainbow, A.J. i Mullen, L.A. (1999). Effects of high plant populations on the growth and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus*). *J. Agr. Sci.*, 132(2), 173-180.
- Miętus, M., Owczarek, M. i Filipiak J. (2002). Warunki termiczne Pomorza w świetle wybranych klasyfikacji. *Mat. Bad. IMGW, Seria Meteorologia* 35. Warszawa: IMGW.
- Muśnicki, C. (1989). Charakterystyka botaniczno-rolnicza rzepaku ozimego i jego plonowanie w zmiennych warunkach siedliskowo-agrotechnicznych. *Roczn. AR w Poznaniu, Rozpr. Nauk.* 191. Poznań: Akademia Rolnicza w Poznaniu.
- Nykiforuk, L.C. i Johnson-Flanagan, A.M. (1994). Germination and early seedling development under low temperature in canola. *Crop Sci.*, 34(4), 1047-1054.
- Pospišil, M., Brčić, M. i Husnjak, S. (2011). Suitability of soil and climate for oilseed rape production in the Republic of Croatia. *Agri. Consp. Sci.*, 76(1), 35-39.
- Rao, S.C. i Dao, T.H. (1987). Soil water effects on low temperature seedling emergence of five Brassica cultivars. *Agron. J.*, 79(3), 517-519.
- Rosiak, E. (2009). Krajowy rynek rzepaku w sezonie 2009/2010. *Rośl. Oleiste*, 30(2), 149-160.
- Russo, V.M., Bruton, B.D. i Sams, C.E. (2010). Classification of temperature response in germination of Brassicas. *Ind. Crop. Prod.*, 31(1), 48-51.
- Vigil, M.F., Anderson, R.L. i Beard, W.E. (1997). Base Temperature and growing-degree-hour requirements for the emergence of canola. *Crop Sci.*, 37(3), 844-849.
- Wilson, R.E., Jensen, B.A. i Fernandez, G.C.J. (1992). Seed germination response to eleven forage cultivars of Brassica to temperature. *Agron. J.*, 84(2), 200-202.
- Zheng, G.H., Wilen, R.W., Slinkard, A. E. i Gusta, L.V. (1994). Enhancement of canola seed germination and seedling emergence at low temperature by priming. *Crop Sci.*, 34(6), 1589-1593.

Streszczenie

Wpływ warunków pogodowych na wybrane cechy botaniczno-rolnicze rzepaku ozimego. W pracy wykorzystano dane dotyczące wysokości roślin rzepaku ozimego w okresie jesiennego zahamowania wegeta-

cji oraz wiosną (po kwitnieniu), a także ocenę wyrzędowania w fazie pełni wschodów. Wartości odnosiły się do wyników pomiarów oraz obserwacji wykonanych w ZDOO Bezek koło Chełma w okresie 1974/75–2008/09. Nierównomierne wschody rzepaku ozimego notowano w latach, gdy od lipca do września występowały większe niż przeciętnie wartości temperatury powietrza i gleby oraz znaczna liczba dni upalnych w lipcu i sierpniu. Z kolei większe od normy sumy opadów i niższa temperatura gleby w sierpniu, a ponadto ciepła i względnie sucha jesień sprzyjały występowaniu w Bezku znacznej wysokości łanu rzepaku przed zimą. Natomiast na wysokość roślin rzepaku wiosną ujemny wpływ miało występowanie niskiej temperatury powietrza i gleby pod koniec zimy oraz długo zalegająca pokrywa śnieżna w marcu.

Summary

The impact of weather conditions on selected botanical and agricultural characteristics of winter rapeseed. The relationship between weather conditions and the

rate of plant emergence of winter rapeseed and plant height (before winter and after flowering) was studied based on meteorological data and field observations from the Experimental Stations for Cultivar Testing (COBORU) in Bezek near Chełm in the period from 1974/75 to 2008/09. Poor emergence were recorded in year when the number of very hot days in July and August were higher than the average. Higher than normal sum of precipitation in August in connection with warm and relatively dry autumn favored high plant height before winter. In turn, the rapeseed plant height after flowering was strongly negatively associated with low soil temperature and the long persistence of snow cover at the end of winter.

Author's address:

Krzysztof Bartoszek
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Zakład Agrometeorologii, Katedra Technologii
Produkcji Roślinnej i Towaroznawstwa
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: krzysztof.bartoszek@up.lublin.pl
Poland