

WARUNKI TERMICZNE I WILGOTNOŚCIOWE A PŁONOWANIE GROCHU SIEWNEGO W PÓŁNOCNO-WSCHODNIEJ POLSCE

Krystyna Grabowska, Barbara Banaszekiewicz, Jan Grabowski

Katedra Meteorologii i Klimatologii,
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Wstęp

Powszechnie znane jest duże znaczenie gospodarcze roślin strączkowych, wśród których groch siewny wyróżnia się pod względem możliwości uprawy na terenie całego kraju i wielostronnego wykorzystania nasion i zielonki [MARTYNIAK 1997]. Ostatnio obserwuje się wzrost zainteresowania grochem siewnym; powstają prace dotyczące zależności plonowania tej rośliny od czynników agrotechnicznych i meteorologicznych [KOTECKI 1990; PISULEWSKA 1993; ANDRZEJEWSKA i in. 2002; GRABOWSKA, BANASZKIEWICZ 2003; JASIŃSKA, KOTECKI 2003; GRABOWSKA 2004]. Prowadzone badania często odnoszą się do gatunku i nie uwzględniają zróżnicowań morfologicznych oraz użytkowych różnych odmian [ANDRZEJEWSKA i in. 2002]; istnieje więc potrzeba badań nad określeniem zależności plonowania poszczególnych odmian grochu siewnego od warunków pogodowych.

Materiał i metody

W pracy za podstawowe dane przyjęto plony grochu siewnego odmiany Szafir, pochodzące ze stacji doświadczalnych oceny odmian COBORU w Radostowie, Wrocikowie i Marianowie, położonych w Polsce Północno-Wschodniej. Pozyskano też materiały dotyczące warunków uprawy i rozwoju rośliny oraz dane meteorologiczne pochodzące z miejsca doświadczeń. Badaniami objęto okres 1985–1996 (tab. 1).

Doświadczenia realizowano zgodnie z instrukcją metodyczną z 1983 r. [Instrukcja ... 1983] z późniejszymi zmianami. Prowadzono je na glebach kompleksu pszenno-bardzo dobrego (Radostowo), pszenno-dobrego (Wrocikowo) i żytniego bardzo dobrego (Marianowo) o odczynie lekko kwaśnym do obojętnego. Przedplonem najczęściej były zboża. Obornik stosowano co 3–4 lata w dawce 25–35 t·ha⁻¹, nawożenie mineralne wynosiło średnio 20–25 kg N·ha⁻¹, 31–44 kg P·ha⁻¹ i 133–166 kg K·ha⁻¹.

Do badania wpływu czynników meteorologicznych na plonowanie grochu siewnego odmiany Szafir zastosowano metodę regresji wielokrotnej z krokowym

doborem zmiennych. W równaniach regresji uwzględniono tylko te zmienne, dla których współczynniki regresji (testowane testem t-Studenta) były istotne na poziomie co najmniej $\alpha = 0,05$. Dopasowanie modeli oceniono za pomocą współczynnika determinacji R^2 . Istotność całych równań badano za pomocą testu F-Snedecora.

Tabela 1; Table 1

Średnie terminy siewu i faz fenologicznych grochu odm. Szafir
Mean terms of sowing and phenological phases of *Pisum sativum* Szafir var.

Stacja; Station	Terminy (dzień, miesiąc); Terms (day, month) of:					Długość okresu wegetacji Length of the vegetation season
	siewu sowing	wschodów germination	początku kwitnienia beginning of flowering	końca kwitnienia end of flowering	dojrzałości technicznej complete maturity	
Radostowo 1985–1996 (ϕ 53° 59', λ 18° 45')	11.04.	1.05.	8.06.	1.07.	20.07.	101
Wrocikowo 1985–1995 (ϕ 53° 50', λ 20° 41')	17.04.	4.05.	12.06.	5.07.	27.07.	102
Marianowo 1986–1996 (ϕ 53° 13', λ 22° 06')	16.04.	4.05.	11.06.	2.07.	28.07.	104

Wyniki i dyskusja

Plonowanie w poszczególnych latach i we wszystkich stacjach było bardzo zróżnicowane (tab. 2). Odmiana Szafir w Radostowie plonowała w granicach od 3,3 t·ha⁻¹ w 1995 r. do 8,8 t·ha⁻¹ w 1990 r., we Wrocikowie od 2,4 (1985 r.) do 6,3 t·ha⁻¹ (1990 r.), a w Marianowie od 2,2 w 1987 r. do 5,9 t·ha⁻¹ w ostatnim roku badań (1996). Wyliczone średnie plony dla wielolecia 1985–1996 wynosiły w Radostowie – 5,14 t·ha⁻¹, we Wrocikowie – 4,40 t·ha⁻¹ i Marianowie – 3,88 t·ha⁻¹. Słabsze plonowanie grochu w Marianowie można w pewnym stopniu tłumaczyć lokalizacją doświadczeń na glebach kompleksu żytniego bardzo dobrego, wyższe plonowanie w Radostowie związane jest z uprawą grochu na glebach kompleksu pszennego bardzo dobrego. Współczynnik zmienności plonowania wynosił ok. 27–28%, a odchylenie standardowe nieco ponad 1,0 t·ha⁻¹.

Tabela 2; Table 2

Parametry statystyczne plonów grochu siewnego odmiany Szafir
Basic statistic parameters of *Pisum sativum* Szafir variety

Stacja; Station	\bar{x} (t·ha ⁻¹)	SD (t·ha ⁻¹)	CV (%)	Max. (t·ha ⁻¹)	Min. (t·ha ⁻¹)
Radostowo	5,14	1,14	27,16	8,76	3,29
Wrocikowo	4,40	1,25	28,28	6,33	2,35
Marianowo	3,88	1,03	26,54	5,90	2,22

Objaśnienia; Explanations:

\bar{x} średnia; average

CV współczynnik zmienności; coefficient of variation

SD odchylenie standardowe; standard deviation

Min.

minimalny; minimal

Max.

maksymalny; maximal

Tabela 3; Table 3

Parametry statystyczne niektórych czynników meteorologicznych
Basic statistic parameters of several meteorological factors

Zmienne; Variable	N	\bar{x}	CD	CV	Min.	Max.
Radostowo						
TSR1	12	8,6	2,3	26,3	5,9	12,1
TSR2		12,6	1,7	13,5	9,7	15,4
TSR3		15,5	1,2	7,6	13,8	17,1
TSR4		16,8	1,3	7,6	14,7	18,6
P1		13,2	10,0	75,0	0,2	33,6
P2		61,0	38,0	62,4	17,8	137,8
P3		40,5	33,0	81,5	10,9	103,4
P4		50,1	29,4	58,7	10,3	94,4
Wrocikowo						
TSR1	11	9,1	2,7	29,5	6,7	14,6
TSR2		13,4	1,5	11,4	11,4	15,8
TSR3		16,1	1,1	6,6	14,5	17,9
TSR4		17,6	1,5	8,8	15,1	20,3
P1		18,0	14,9	82,7	0,3	43,4
P2		79,6	32,5	40,8	27,1	143,0
P3		56,8	42,2	74,3	5,8	135,9
P4		43,8	31,3	71,3	0,0	96,8
Marianowo						
TSR1	10	10,2	3,3	32,2	6,9	16,8
TSR2		14,2	1,6	11,6	11,9	16,7
TSR3		16,3	1,4	8,4	14,2	18,8
TSR4		17,3	1,3	7,7	15,4	18,9
P1		11,3	11,9	105,0	0,0	32,1
P2		68,6	30,0	43,8	21,4	112,1
P3		49,0	27,0	55,1	10,1	104,7
P4		75,3	37,8	50,1	18,3	136,1

Objaśnienia: CD, CV, Min., Max. jak w tab. 2; Explanations CD, CV, Min., Max. as in Tab. 2

TSR temperatura średnia powietrza; average temperature of air (°C)

P opad atmosferyczny; precipitation (mm)

Okres; Period:

1 siew-wschody; sowing-germination,

2 wschody-początek kwitnienia; germination-beginning of flowering

3 początek kwitnienia-koniec kwitnienia; beginning of flowering-end of flowering,

4 koniec kwitnienia-dojrzałość techniczna; end of flowering - complete maturity

Duża zmienność plonowania w badanych latach wynikała także ze zmienności warunków pogodowych, wśród których duży wpływ na wysokość plonowania wywierały czynniki termiczne i wilgotnościowe (tab. 3).

Dane fenologiczne obejmujące średnie terminy siewu i ważniejszych faz rozwojowych zamieszczono w tabeli 1. Na potrzeby analizy, wegetację grochu siewnego podzielono na okresy: siew-wschody, wschody-początek kwitnienia,

początek kwitnienia–koniec kwitnienia, koniec kwitnienia–dojrzałość techniczna.

Wysiew nasion następował zwykle w drugiej dekadzie kwietnia, najwcześniej w Radostowie, następnie w Marianowie i we Wrocikowie. Wschody obserwowano po 17–20 dniach, tj. 1 maja w Radostowie, a 4 maja we Wrocikowie i Marianowie. Wyliczona średnia temperatura (tab. 3) w okresie siew–wschody, w analizowanych latach, była najniższa ($8,6^{\circ}\text{C}$) w Radostowie – stacji leżącej najbliżej morza. We Wrocikowie wyniosła $9,1^{\circ}\text{C}$, a najwyższa ($10,2^{\circ}\text{C}$) była w Marianowie. Średnia suma opadów w tym okresie wynosiła 18 mm we Wrocikowie, 13,2 mm w Radostowie i 11,3 mm w Marianowie. Należy zaznaczyć, że sumy opadów tego okresu charakteryzowały się największą zmiennością, tj. od 75 do 105%.

Kwitnienie rozpoczynało się najwcześniej w Radostowie, w pozostałych stacjach 3–4 dni później. Długość okresu wschody–początek kwitnienia była wyrównana w badanych stacjach i wynosiła 38–39 dni. Temperatura średnia dla tego okresu kształtowała się w Radostowie na poziomie $12,6^{\circ}\text{C}$ przy sumie opadów równej 61 mm, w Marianowie była najwyższa ($14,2^{\circ}\text{C}$) przy opadach ok. 69 mm, a we Wrocikowie wynosiła $13,4^{\circ}\text{C}$ przy sumie opadów ok. 80 mm. Koniec okresu kwitnienia przypadał na pierwszą dekadę lipca we wszystkich stacjach. Kwitnienie trwało średnio ok. trzech tygodni (21–23 dni). Temperatura w okresie kwitnienia była w dalszym ciągu najniższa w Radostowie ($15,5^{\circ}\text{C}$), powyżej 16°C osiągała w pozostałych stacjach. Średnia suma opadów w tym okresie wahała się od 40 do 57 mm. Dojrzałość techniczną odmiana osiągała w trzeciej dekadzie lipca, a okres od końca kwitnienia do dojrzałości technicznej trwał 20–27 dni. W tym czasie temperatura średnia w Radostowie wynosiła $16,8^{\circ}\text{C}$ przy opadach ok. 50 mm, a w pozostałych stacjach przewyższyła 17°C – przy opadach 75,3 mm w Marianowie i 43,8 mm we Wrocikowie. Długość okresu od siewu do dojrzałości technicznej odmiany Szafir wynosiła przeciętnie 101–104 dni. Na podobnym poziomie kształtowały się wartości analizowanych parametrów wyliczone dla odmian badanych przez GRABOWSKĄ [2004].

Zależności pomiędzy warunkami termicznymi i wilgotnościowymi (temperatury średnie i ekstremalne powietrza, opady atmosferyczne, wilgotność względna) a plonowaniem przedstawiają utworzone modele regresji (tab. 4). Z równań regresji wynika, że z przyjętych do badań czynników meteorologicznych, na plonowanie odmiany Szafir we Wrocikowie, istotny ujemny wpływ wywierały temperatury średnie okresu wschody–początek kwitnienia i koniec kwitnienia–dojrzałość techniczna. Na plonowanie tej odmiany w Marianowie istotnie dodatnio oddziaływały sumy temperatur minimalnych okresu kwitnienia oraz ujemnie wilgotność względna w czasie od wschodów do początku kwitnienia, a w Radostowie istotnie ujemnie wpływały temperatury minimalne w czasie kwitnienia i temperatury maksymalne w międzyfazie siew–wschody. Współczynniki determinacji wyjaśniły zmienność plonowania spowodowaną zmianami czynników pogodowych w 53–69%.

W pracy utworzono także model regresji dla wszystkich stacji łącznie, uzyskując 33 elementową próbę. W tym przypadku, wśród czynników objaśniających plonowanie odmiany Szafir znalazły się temperatury średnie prawie wszystkich (z wyjątkiem pierwszego) okresów rozwojowych. Charakter oddziaływań był ujemny. Podobny wynik, dla obszaru północno-wschodniej i środkowej Polski uzyskała GRABOWSKA [2004] analizując wpływ czynników meteorologicznych na plonowanie grochu odmiany Karat. Należy zaznaczyć, że uzyskane wyniki nie mogły być dokładniej porównywane ze spostrzeżeniami innych autorów, gdyż odnosiły się do innych regionów oraz odmian, a związki wyrażano przy pomocy odmien-

nych wskaźników i metod badawczych. W modelu regresji utworzonym łącznie dla wszystkich stacji uzyskano niższy współczynnik determinacji (31%) w porównaniu z analizami prowadzonymi dla każdej stacji oddzielnie, co również potwierdzają wyniki badań GRABOWSKIEJ [2004].

Tabela 4; Table 4

Zależność plonu grochu siewnego od badanych czynników meteorologicznych
Dependence of yielding *Pisum sativum* upon meteorological factors

Stacja; Station	Równania regresji Regression equations	R	adj. 100R ²	F	S _{yx}
Wrocikowo	$Y = 21,02 - 0,5631x_1 - 0,5120x_3$	0,86	69	11,97	0,70
Marianowo	$Y = 10,11 + 0,0163x_4 - 0,1336x_5$	0,79	53	5,99	0,71
Radostowo	$Y = 19,91 - 0,7887x_6 - 0,0239x_7$	0,83	63	10,33	0,85
Wszystkie stacje All stations	$Y = 21,07 - 0,4445x_2 - 0,2968x_1 - 0,3199x_3$	0,61	31	5,68	1,10

Objaśnienia; Explanations:

R współczynnik korelacji wielokrotnej; coefficient of correlation

100R² współczynnik determinacji; coefficient of determination (%)

F test Snedecora; Snedecor test

S_{yx} błąd standardowy równania; standard error of estimation

Wyselekcjonowane zmienne w równaniu regresji; Selected variables in regression equations:

x₁ TSR wschody–początek kwitnienia; TSR sowing–beginning of flowering

x₂ TSR początek kwitnienia–koniec kwitnienia; TSR beginning of flowering–end of flowering

x₃ TSR koniec kwitnienia–dojrzałość techniczna; TSR end of flowering–complete maturity

x₄ suma TMIN początek kwitnienia–koniec kwitnienia; sum of TMIN of beginning of flowering–end of flowering

x₅ wilgotność względna wschody–początek kwitnienia; relative humidity germination–beginning of flowering

x₆ TMIN początek kwitnienia–koniec kwitnienia; TMIN of beginning of flowering–end of flowering

x₇ suma TMAX siew–wschody; sum of TMAX sowing–germination

TSR temperatura średnia powietrza; average temperature of air

TMIN/TMAX temperatura minimalna/maksymalna; minima/maximal temperature

Wnioski

1. Zmienność plonowania grochu siewnego odmiany Szafir w stacjach doświadczalnych w Radostowie, Wrocikowie i Marianowie związana była ze zmiennością warunków glebowych i termiczno-wilgotnościowych. W badanym okresie 1985–1996 najwyższe plony osiągnięto w Radostowie (5,14 t·ha⁻¹), niższe we Wrocikowie (4,40 t·ha⁻¹) i najniższe w Marianowie (3,88 t·ha⁻¹).
2. Warunki meteorologiczne wyjaśniły zmienność plonowania odmiany Szafir w 53–69% w przypadku równań regresji utworzonych dla pojedynczych stacji, natomiast w 31% w przypadku modelu regresji utworzonego dla wszystkich stacji łącznie.
3. Wpływ badanych czynników meteorologicznych na plonowanie grochu siewnego odmiany Szafir wykazał zróżnicowanie w zależności od lokalizacji stacji doświadczalnych. Spośród rozpatrywanych czynników największe oddzia-

ływanie na wysokość plonowania w Radostowie wywierały temperatury ekstremalne, w Marianowie wilgotność względna i temperatury minimalne, a we Wrocikowie oraz we wszystkich stacjach łącznie – plonowanie zależało od temperatur średnich poszczególnych okresów rozwojowych.

4. Istniejące związki statystyczne między plonami grochu siewnego odmiany Szafir a badanymi czynnikami meteorologicznymi mogą być wykorzystane do opracowania prognoz plonów.

Literatura

ANDRZEJEWSKA J., WIATR K., PILARCZYK W. 2002. *Wartość gospodarcza wybranych odmian grochu siewnego (*Pisum sativum* L.) na glebach kompleksu żytniego bardzo dobrego*. Acta Sci. Pol. Agricultura I(1): 59–72.

GRABOWSKA K., BANASZKIEWICZ B. 2003. *Influence of some meteorological factors upon yield of *Pisum sativum**. Scientific works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture 22(1): 135–144.

GRABOWSKA K. 2004. *Matematyczne modelowanie plonowania grochu siewnego w oparciu o czynniki meteorologiczne*. Wyd. UWM, Rozprawy i Monografie 99: 1–86 (rozpr. habilit.).

Instrukcja metodyczna przeprowadzania doświadczeń z odmianami grochu 1983. COBORU, Słupia Wielka.

JASIŃSKA Z., KOTECKI A. 2003. *Rośliny strączkowe*, w: *Szczegółowa uprawa roślin*. Praca zbiorowa pod red. Z. Jasińskiej i A. Koteckiego, T. II. Wydawnictwo AR Wrocław.

KOTECKI A. 1990. *Wpływ warunków wilgotnościowych i termicznych na rozwój i plonowanie grochu siewnego odmiany Kaliski*. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rol. LII: 71–84.

MARTYNIAK J. 1997. *Postęp biologiczny w roślinach strączkowych w okresie transformacji gospodarki w Polsce*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 446: 33–41.

PISULEWSKA E. 1993. *Plonowanie oraz wartość odżywcza białka nasion grochu siewnego i peluszki w zależności od dolistnego nawożenia mikroelementami*. Acta Agrar. et Silv. Ser. Agr. XXXI: 99–105.

Słowa kluczowe: groch siewny, czynniki meteorologiczne, plon

Streszczenie

W pracy badano zależność plonowania grochu siewnego odmiany Szafir od czynników meteorologicznych w północno-wschodniej Polsce w latach 1985–1996. Podstawę do analiz stanowiły równania regresji utworzone przy zastosowaniu metody regresji wielokrotnej krokowej. Przeprowadzone badania wykazały zróżnicowany wpływ czynników meteorologicznych na plonowanie badanej odmiany, uzależniony od lokalizacji stacji. Istotne oddziaływanie na plonowanie grochu wywierały temperatury średnie, ekstremalne i wilgotność względna. Wyjaśniono, że

zmiennosc plonowania odmiany Szafir w badanych stacjach zalezala w 53–69% od czynnikow meteorologicznych.

THERMAL AND HUMIDITY CONDITIONS AND YIELDING OF *Pisum sativum* IN NORTH-EASTERN POLAND

Krystyna Grabowska, Barbara Banaszekiewicz, Jan Grabowski
Department of Meteorology and Climatology,
University of Warmia and Mazury, Olsztyn

Key words: *Pisum sativum*, meteorological factors, yield

Summary

The effect of meteorological conditions upon yielding of *Pisum sativum*, Szafir cv. in north-eastern part of Poland within the years 1985–1996 was presented in this paper. Stepwise multiple regression was applied to develop regression equations as a base for analyses. The investigations pointed out that differentiated effect of meteorological factors was depended on the location of experimental stations. Peas yielding was significantly affected by the average, extremal temperatures and relative humidity of air. It was cleared that the variability of Szafir cv. yielding in studied stations was dependend on meteorological factors in the range of 53–69%.

Dr inż. Krystyna **Grabowska**
Katedra Meteorologii i Klimatologii,
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
ul. Prawocheńskiego 21
10–724 OLSZTYN
e-mail: grabkrys@uwm.edu.pl