

ZALEŻNOŚĆ PLONU RZEPAKU OZIMEGO OD WARUNKÓW PLUWIOTERMICZNYCH

Franciszek Rudnicki, Piotr Wasilewski, Karol Kotwica, Stanisław Urbanowski

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

WSTĘP

Rzepak ozimy jest wrażliwy na układ warunków atmosferycznych i silnie reaguje na czynniki agrotechniczne [1-5,7]. Klimatyczne ryzyko nieprzetrwania zimy, znaczne potrzeby wodne, wymagania co do przedplonu, terminu siewu i nawożenia, podatność na choroby i uszkodzenia przez szkodniki sprawiają, że plony rzepaku są labilne w latach [6,7]. Zasadnicze znaczenie dla powodzenia uprawy mają czynniki meteorologiczne, szczególnie w okresie zimy, na przedwiośniu i w okresie wiosennej wegetacji. Zagadnienia te są ogólnie znane, jednak informacji o współdziałającym wpływie czynników meteorologicznych w poszczególnych okresach wegetacji rzepaku znajdujemy niewiele. Dlatego w niniejszej pracy podjęto próbę oceny znaczenia plonotwórczego czynników opadowo-termicznych w okresie jesieni, zimy i wiosny, a zwłaszcza dążono do określenia skutków różnego interakcyjnego układu tych czynników dla plonów nasion rzepaku.

METODYKA BADAŃ

Do badań wykorzystano plony rzepaku ozimego uzyskane w latach 1957-1992 w zakładzie doświadczalnym Mochelek k. Bydgoszczy, a także średnie temperatury i sumy opadów w tych latach, według danych punktu agrometeorologicznego zlokalizowanego w tej miejscowości.

Rzepak uprawiano na glebach pływowych, wytworzonych w procesie spiaszczenia wierzchniej warstwy gliny zwałowej. Pod względem składu mechanicznego są to piaski gliniaste mocne i lekkie oraz piaski słabo gliniaste, klasy bonitacyjnej przeważnie IVa i IVb, kompleksu żytniego dobrego. Warunki meteorologiczne w latach objętych badaniami ilustrują dane zamieszczone w tabeli 1.

W celu określenia zależności plonów nasion od warunków opadowo-termicznych zastosowano dwie metody. Pierwsza z nich polega na wyliczeniu średniego plonu rzepaku z lat, w których poziom danego czynnika meteorologicznego mieścił się w przyjętych przedziałach (rysunek 1 i 2). Ten sposób określania reakcji rzepaku na czynniki meteorologiczne ma jednak tylko charakter orientacyjnej oceny, ponieważ nie uwzględnia współdziałania tych czynników. Toteż jako drugą metodę zastosowano analizę regresji wielokrotnej wielomianowej ze współdziałaniami zmiennych niezależnych i eliminacją wyrazów równania przy $P=0,05$. Zmienną zależną był każdo-

razowo plon rzepaku, a zmiennymi niezależnymi (3-4) średnie temperatury i sumy opadów dla różnych okresów wegetacji rzepaku.

WYNIKI I DYSKUSJA

Warunki meteorologiczne w poszczególnych częściach okresu wegetacji rzepaku w latach objętych badaniami były bardzo zmienne. Dotyczy to zwłaszcza temperatur zimy i marca oraz opadów maja i czerwca (tabela 1). Na tym tle zmienność plonów rzepaku była względnie nieduża (24,2%), ale z rozpiętością od 0,76 do 3,35 t/ha. O ile wahania plonów z roku na rok były wyraźne, to trend ich wzrostu wraz z upływem lat był przeciętnie nieznaczny i ujawnił się tylko w warunkach dostatku opadów w okresie wiosennej wegetacji rzepaku (rysunek 3). Taki wynik świadczy o zwiększaniu się potrzeb wodnych omawianej rośliny wraz z postępem biologiczno-agrotechnicznym. Podobną prawidłowość zaobserwowano wcześniej [7], a pośrednio potwierdza ją reakcja różnych odmian rzepaku na wilgotność gleby [8].

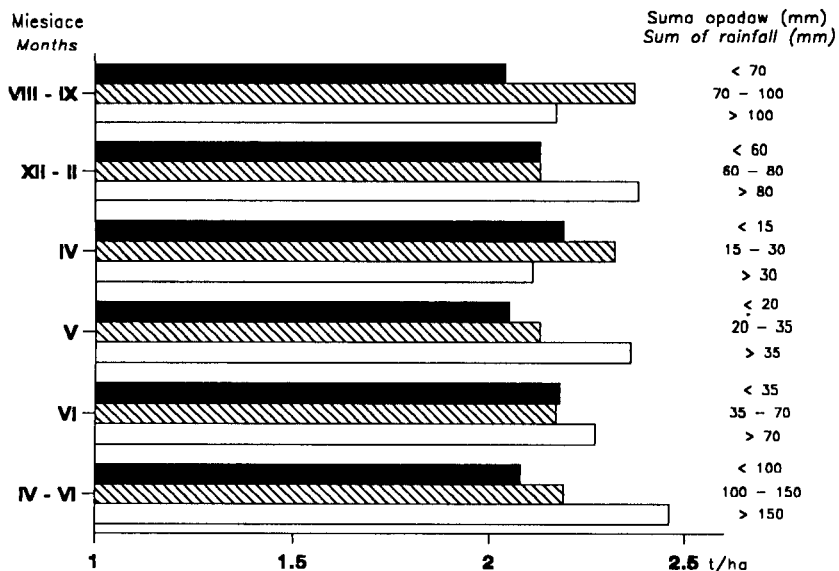
Tabela 1

Statystyczna charakterystyka czynników meteorologicznych i plonów rzepaku w latach 1957-1992.

Statistical characterization of meteorological factors and yields in the years 1957-1992.

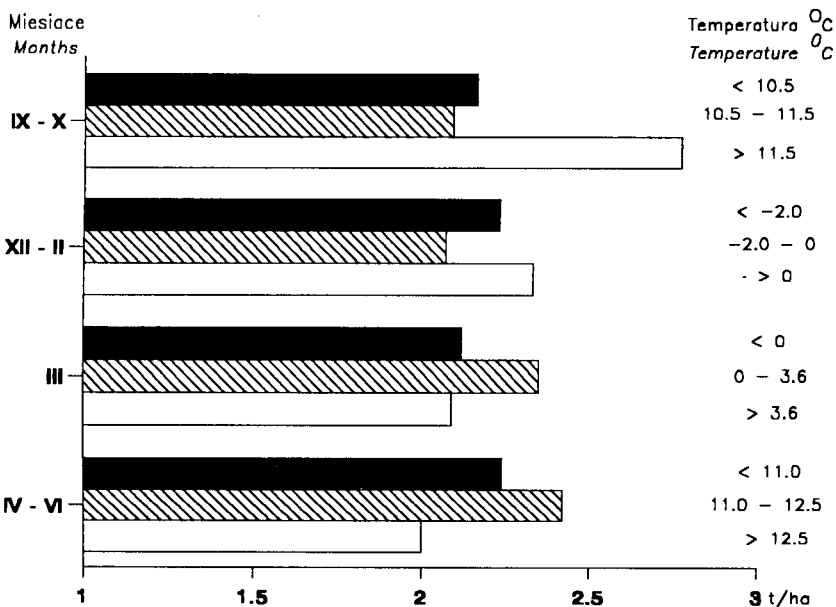
Cecha i miesiąc Character and month	Średnia Mean	Odchylenie standardowe Standard deviation	Współczynnik zmienności Variation coefficient %	Korelacja z plonem Correlation with yield	
				r	R
Suma opadów – Sum of rainfall (mm)					
VIII-IX	92	45	48,9	0,15	0,15
XII-II	72	25	35,0	0,31	0,38 ^x
IV	24	12	49,0	-0,10	0,12
V	32	19	58,3	0,24	0,26
VI	52	31	59,7	0,11	0,16
IV-VI	117	55	47,5	0,16	0,16
Średnia temperatura – Average temperature (°C)					
IX-X	10,8	0,88	8,2	0,27	0,48 ^x
XII-II	-1,7	2,45	141,5	-0,07	0,08
III	1,9	2,73	140,3	0,07	0,18
Plon rzepaku (t/ha) Yield of rape	2,20	0,53	24,2	-	-

Zestawienie średnich plonów z lat o różnym poziomie czynników meteorologicznych w badanych okresach wegetacji rzepaku, wskazuje na znaczenie każdego z nich w kształtowaniu plonu tej rośliny (rysunek 1 i 2). Okazało się jednak, że plony rzepaku nie korelowały w stopniu istotnym, z poszczególnymi czynnikami meteorologicznymi.



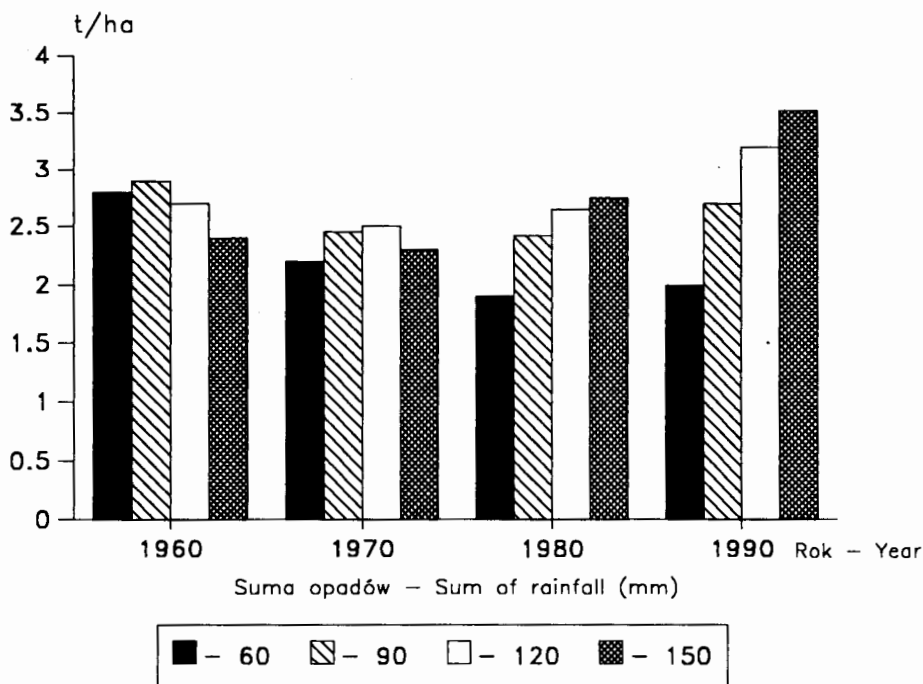
Rysunek 1. Średnie plony rzepaku ozimego w latach o różnej sumie opadów w okresie wegetacji rzepaku

Figure 1. Average yields of winter rape in the years with different sum of rainfall for period of rape vegetation



Rysunek 2. Średnie plony rzepaku ozimego w latach o różnej średniej temperaturze w okresie wegetacji rzepaku

Figure 2. Average yields of winter rape in the years with different mean temperature for period of rape vegetation



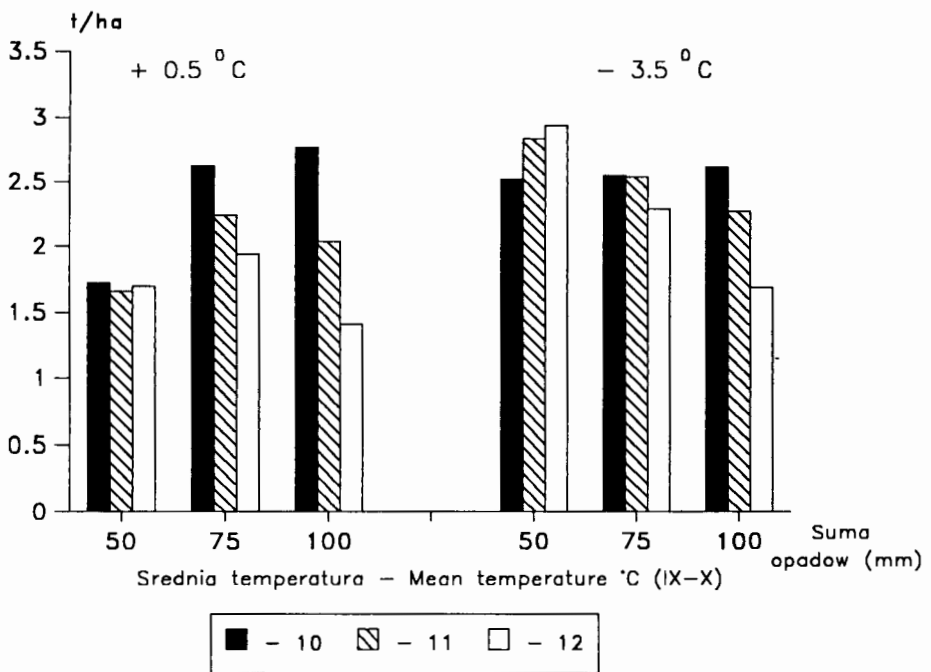
Rysunek 3. Zależność plonu rzepaku ozimego od sumy opadów od kwietnia do czerwca w latach 1960-1990

Figure 3. Dependence of winter rape yield on precipitation sum from April to June in the years 1960-1990

logicznymi w badanych okresach (tabela 1), natomiast wykazały silną zależność ($R > 0,92$) od współdziałającego wpływu kilku czynników. W analizach regresji uwzględniających cztery czynniki (zmiennie) okazało się, że plony rzepaku były w ponad 85% determinowane przez łączny wpływ tych czynników (rysunek 4 i 5, tabela 2 i 3).

W okresie letnio-jesiennej wegetacji rzepaku czynnikami decydującymi o wzroście roślin i ich hartowaniu przed zimą, mogą być opady w sierpniu i wrześniu oraz temperatura we wrześniu i październiku [3,4,5]. Okazało się, że czynniki te działają współzależnie i w powiązaniu z temperaturą zimy (rysunek 4). Gdy w okresie siewu i początkowego wzrostu rzepaku wystąpiły umiarkowane ilości opadów (około 50 mm), to temperatura jesieni nie miała praktycznie znaczenia, a korzystna była następnie mroźna zima z sumą opadów przekraczających 70 mm.

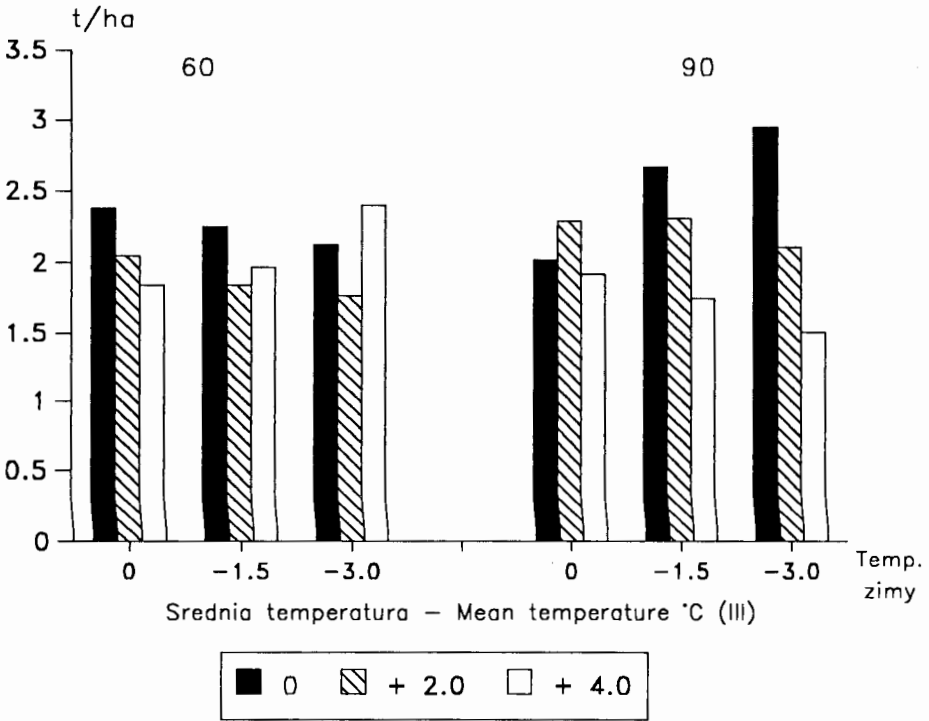
Umiarkowana posucha po wschodach sprzyja lepszemu ukorzenieniu się roślin i ogranicza ich wzrost elongacyjny [3]. Te z kolei cechy pozwalają roślinom przetrwać pod śniegiem dość surową zimę i następnie dobrze plonować (rysunek 4).



Rysunek 4. Zależność plonu rzepaku ozimego od temperatury jesieni, temperatury zimy (+0.5, -3.5 °C) i sumy opadów w miesiącach sierpień i wrzesień (R=0.92)

Figure 4. Dependence of winter rape yield on autumn temperature, winter temperature (+0.5, -3.5 °C) and rainfall in August and September

Duża ilość późnoletnich opadów okazała się korzystna tylko wtedy, gdy jesień jest chłodna (poniżej 11 °C). Należy sądzić, iż względnie niska temperatura jesienna zapobiega wybujałości roślin i sprzyja zapewne ich hartowaniu się, skoro wówczas rzepak plonuje dobrze, zarówno po łagodnej jak i mroźnej zimie. Z kolei gdy obfitym opadom towarzyszy ciepła jesień, to plony rzepaku obniżają się tym bardziej, im wyższa jest temperatura jesieni i następnie zimy (rysunek 4). Można przypuszczać, że w takich warunkach wyrosnięte i słabo zahartowane rośliny są mniej zimotrwałe. Gorsze natomiast ich zimowanie, przy łagodnej zimie, można przypisać dużej wrażliwości rzepaku na przemienne zamrażanie i rozmarzanie gleby w okresie zimy [3], a zjawiska takie zachodzą gdy średnia temperatura zimy jest bliska 0 °C. Dlatego po umiarkowanie mroźnej zimie plony rzepaku okazały się na ogół większe, szczególnie wtedy gdy równocześnie zima obfitowała w opady (rysunek 5). Ponieważ w takim przypadku są to opady śniegu, to znajdujemy pośrednie potwierdzenie ochronnej roli śniegu dla zimujących roślin [3].



Rysunek 5. Zależność plonu rzepaku ozimego od sumy opadów zimy (60 i 90 mm), średniej temperatury zimy i średniej temperatury marca ($R=0.95$)

Figure 5. Dependence of winter rape yield on sum of winter precipitation (60 and 80 mm), mean winter temperature and mean March temperature

Znaczenie wiosennego ruszania vegetacji, dla plonowania rzepaku, było różne zależnie od przebiegu zimy. Po mroźnej zimie z obfitymi opadami, korzystne okazało się powolne, stopniowe i późniejsze rozpoczynanie vegetacji wiosennej. Po takiej zimie ciepły marzec nie sprzyjał plonowaniu rzepaku (rysunek 5). Reakcja rzepaku na temperaturę w marcu, po zimie z małą ilością opadów, była mniej wyraźna. Jednak zaznaczył się korzystny wpływ albo niskiej temperatury tego miesiąca albo przeciwnie – wysokiej. W tym przypadku umiarkowana temperatura marca nie była korzystna, co można przypisać ujemnej reakcji roślin na wahania temperatury wokół 0 °C w czasie ruszania vegetacji [3].

Tabela 2

Zależność plonu rzepaku ozimego (t/ha) od średniej temperatury marca i rozkładu opadów w kwietniu, maju i czerwcu (R=0,99)

Dependence of winter rape yield ($t \times ha^{-1}$) on March mean temperature and rainfall sum distribution among months April, May, June (R=0,99).

Rozkład sum opadów w miesiącach Distribution of monthly rainfall sum (mm)				Średnia temperatura marca Mean temperature of March	
IV	V	VI	IV-VI	-0,5 °C	4,0 °C
15	25	40	80	2,43	2,40
15	25	60	100	2,69	2,07
15	25	80	120	2,84	1,62
15	35	40	90	2,04	2,24
15	35	60	110	2,24	2,36
15	35	80	130	2,34	2,37
15	45	40	100	1,44	1,87
15	45	60	120	1,60	2,45
15	45	80	140	1,64	2,91
30	25	40	95	1,22	1,90
30	25	60	115	1,83	2,42
30	25	80	135	2,20	2,71
30	35	40	105	2,58	2,17
30	35	60	125	2,57	2,58
30	35	80	145	2,34	2,76
30	45	40	115	3,90	2,40
30	45	60	135	3,28	2,70
30	45	80	155	2,44	2,78
Średnio – Mean				2,31	2,37
Współczynnik zmienności – Deviation coefficient (%)				28,3	14,7

Efektywność ilości i rozkładu opadów wiosennych zależała od wiosennego ruszania wegetacji rzepaku (tabela 2). Największe oszacowane plony (powyżej 3 t/ha) wystąpiły wtedy, gdy po późno rozpoczętej wegetacji wiosennej następowały obfite opady w kwietniu (30 mm) i maju (45 mm) oraz umiarkowana ich ilość w czerwcu (40-60 mm). Przy takim rozkładzie, suma 115-135 mm opadów wiosennych okazała się wystarczająca do wysokiego plonowania rzepaku. Jeśli jednak po opóźnionej wiosnie następował mokry kwiecień i suchy maj, to redukcja plonu okazała się znaczna, szczególnie gdy także czerwiec nie obfitował w opady. Po późnej wiosnie małe ilości opadów w kwietniu były mniej szkodliwe gdy następnie w maju ilość opadów była umiarkowana (20-30 mm), niż wówczas gdy była duża. Należy zauważyć, że opady czerwca na ogół sprzyjały lepszemu plonowaniu rzepaku, i łagodziły skutki ich niedoboru we wcześniejszych miesiącach.

Tabela 3

Zależność plonu rzepaku ozimego (t/ha) od sumy opadów zimowych i rozkładu opadów w miesiącach kwiecień, maj i czerwiec (R=0,96)

Dependence of winter rape yield ($t \times ha^{-1}$) on winter rainfall sum and rainfall sum distribution among a months April, Mai, Juni (R=0,96)

Rozkład sum opadów w miesiącach Distribution of monthly rainfall sum (mm)				Suma opadów zimą Winter sum of precipitation (mm)	
IV	V	VI	IV-VI	60	90
15	25	40	80	2,04	2,23
15	25	80	120	2,31	1,72
15	35	40	90	1,96	2,23
15	35	80	130	2,27	2,02
15	45	40	100	1,93	2,55
15	45	80	140	2,27	2,63
30	25	40	95	1,58	1,72
30	25	80	135	2,27	2,46
30	35	40	105	1,66	2,20
30	35	80	145	1,89	2,74
30	45	40	115	1,78	3,00
30	45	80	155	1,55	3,34
Średnio – Mean				1,96	2,40
Współczynnik zmienności – Deviation coefficient (%)				14,2	20,2

Wczesne ruszanie wegetacji wiosną (+ 4 °C w marcu) okazało się korzystne, zwłaszcza gdy następnie kwiecień bądź maj był posuszny, ale było niekorzystne gdy w dwu kolejnych miesiącach (kwiecień i maj) wystąpiły obfite opady, albo przeciwnie, miesiące te były posuszne. Ogólnie zauważa się jednak, że po wczesnej wiosnie plony rzepaku były, nie tyle większe, co bardziej stabilne, pomimo różnej ilości i różnego rozkładu opadów, niż po wiosnie opóźnionej (tabela 2).

Efektywność opadów wiosennych była zależna od ilości opadów zimą [5]. Na tle różnego rozkładu opadów wiosennych, wyraźnie zaznaczyło się znaczenie dużej ilości opadów zimowych (tabela 3). Im było ich więcej tym na ogół lepsze było plonowanie rzepaku, szczególnie wtedy, gdy wiosną wystąpiła suma ponad 100 mm opadów. Rozkład opadów wiosennych okazał się też tym ważniejszy im bardziej zima obfitowała w opady. Świadczy o tym współczynnik zmienności plonów oszacowanych przy różnej ilości i rozkładzie opadów (tabela 3).

Rzepak nie ma dużych wymagań termicznych w okresie jego wiosennej wegetacji, ale od końca kwitnienia do dojrzałości nasion wysoka temperatura jest pożądana [4]. W niniejszych badaniach okazało się, że w całym tym okresie korzystna jest umiarkowana temperatura tj. około 12 °C. Można przypuszczać, że na taką średnią tempe-

raturę tego okresu składać się może względnie niska temperatura do kwitnienia ($<12^{\circ}\text{C}$) i względnie wysoka po kwitnieniu.

Stwierdzone zależności i reakcje rzepaku na układ warunków meteorologicznych w poszczególnych okresach jego wegetacji są na ogół kierunkowo zgodne z nieco podobnymi badaniami Nowickiej [4] i Panek [5] oraz opiniami Dembińskiego [3]. Konkludując można stwierdzić, że rzepak ozimy wykazuje silną reakcję, nie tyle na dany czynnik meteorologiczny w którymś okresie jego wegetacji, ile na ich układ w całej ontogenezie tej rośliny.

WNIOSKI

1. Rzepak ozimy wykazał silną reakcję na układ czynników meteorologicznych w całym okresie jego wegetacji.
2. Umiarkowana ilość opadów w okresie siewu i początkowego wzrostu, chłodna jesień, mroźna i śnieżna zima, opóźnione rozpoczęcie wiosennej wegetacji, znaczne ilości opadów w kwietniu i maju oraz nieduże w czerwcu, ze średnią temperaturą około 12°C od kwietnia do czerwca, okazał się najkorzystniejszym układem pogody dla wysokiego plonowania rzepaku na glebie lekkiej.

LITERATURA

1. Barszczak Z., Barszczak T., Górczyński J., Kot A.; (1991). Wpływ okresowej suszy, zakwaszenia gleby i dawki azotu na masę i skład chemiczny nasion rzepaku ozimego. Zesz. Problem. IHAR Radzików, cz.1; 221-229.
2. Berbeć S., Malicki L.; Potrzeby wodne roślin przemysłowych. W: Potrzeby wodne roślin uprawnych. Dzieżyc J. (red.), PWN Warszawa; 119-136.
3. Dembiński F.; 1975. Rośliny oleiste. PWRiL, Warszawa.
4. Nowicka A.; 1993. Temperatura. W: Czynniki plonotwórcze – plonowanie roślin. Dzieżyc J. (red.), PWN Warszawa-Wrocław, 99-148.
5. Panek K.; 1993. Opady. W: Czynniki plonotwórcze – plonowanie roślin. Dzieżyc J. (red.), PWN Warszawa-Wrocław; 149-193.
6. Rocznik statystyczny. 1992. GUS Warszawa.
7. Rudnicki F., Urbanowski S., Rajs T.; 1994. Wpływ ilości opadów na efekty uprawy roślin w wieloletnich monokulturach. V. Rzepak ozimy. Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz (w druku).
8. Szukalski H., Sikora H., Szukalska-Gołąb W.; 1989. Reakcja różnych odmian rzepaku na wilgotność gleby. Zesz. Problem. IHAR Radzików, cz.1; 146-151.

STRESZCZENIE

Badano zależność plonu rzepaku ozimego od ilości opadów i średnich temperatur w różnych częściach okresu wegetacji. Na podstawie danych z 29 lat, stwierdzono silną reakcję rzepaku na rozkład czynników meteorologicznych w całym okresie jego wegetacji. Najbardziej korzystny dla plonowania rzepaku okazał się następujący układ pogody: umiarkowana ilość opadów w okresie siewu i początkowego wzrostu roślin, chłodna jesień, mroźna i śnieżna zima, opóźnione rozpoczęcie wiosennej wegetacji, dość duże ilości opadów w kwietniu i maju a umiarkowane w czerwcu, oraz niezbyt wysoka średnia temperatura od kwietnia do czerwca.

THE DEPENDENCE OF THE YIELD OF WINTER RAPE UPON PLUVIO-THERMAL CONDITIONS

F. Rudnicki, P. Wasilewski, K. Kotwica, S. Urbanowski

Department of General Cultivation of Soil and Plants,
University of Technology and Agriculture in Bydgoszcz

S u m m a r y

The dependence of the yield of winter rape upon rainfall and mean temperatures was investigated in various vegetation periods. On the base of the data collected for 29 years a strong reaction of rape to the course of weather conditions during vegetation period was found. The following combination of weather conditions was most benevolent for the rape yield: moderate rainfall in the sowing period and initial growth of the plants, cool autumn, frost and snow in the winter-time, retarded initiation of spring vegetation, relatively high rainfall in April and May, and moderate one in June, and finally medium mean temperatures from April to June.

Prof. dr hab. Franciszek Rudnicki
Akademia Techniczno-Rolnicza
Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin
ul. ks. A. Kordeckiego 20
85-225 Bydgoszcz