INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 5/2011, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 193–202
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Stanisław Dudek, Renata Kuśmierek-Tomaszewska, Jacek Żarski

WPŁYW DESZCZOWANIA I NAWOŻENIA AZOTOWEGO NA PLONOWANIE RZEPAKU OZIMEGO

THE EFFECT OF SPRINKLING IRRIGATION AND NITROGEN FERTILIZATION ON THE YIELD OF WINTER RAPE

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki ścisłego doświadczenia polowego z deszczowaniem i nawożeniem azotem rzepaku ozimego odmiany *'Californium'* przeprowadzonego w latach 2007-2010, w stacji badawczej Wydziału Rolnictwa i Biotechnologii UTP, w Mochełku koło Bydgoszczy, na glebie lekkiej.

W każdym sezonie wiosennej wegetacji roślin wystąpiły potrzeby nawadniania. Zastosowano średnio 93 mm (głównie w maju i czerwcu). Sezonowa dawka wahała się od 55 mm w 2009r. do 150 mm w 2008r. Stosowano dwie dawki azotu: 125 i 200 $kg \cdot ha^{-1}$.

Średnio w latach badań rzepak plonował na poziomie 4,41 $t \cdot ha^{-1}$. Zastosowane czynniki spowodowały zwiększenie plonu: deszczowanie o 1,13 $t \cdot ha^{-1}$ (29.3%) ,a nawożenie azotem, o 0,37 $t \cdot ha^{-1}$(8,7%). Największy przyrost plonu nasion pod wpływem deszczowania (1,27 $t \cdot ha^{-1}$) uzyskano w 2008r., przy zastosowaniu największej dawki wody (150 mm). Największa (21,6 kg) efektywność rozdeszczowania 1 mm wody przyniosła najmniejsza (55 mm) dawka w 2009r. Deszczowanie spowodowało wyraźniejszą, w porównaniu do nawożenia, poprawę elementów struktury plonu, zwiększając o 11,5% MTN, o 17,3% liczbę rozgałęzień, o 24,7% liczbę łuszczyn i o 8,6% ich długość. Czynniki doświadczenia przyczyniły się do znacznego wzrostu plonu białka i tłuszczu z jednostki powierzchni.

Słowa kluczowe: deszczowanie, nawożenie azotowe, rzepak ozimy, białko, tłuszcz

Summary

The paper presents the results of strict field experiments of irrigation and nitrogen fertilization of winter oilseed rape variety "Californium" conducted in years 2007-2010 at the Research Station of the Faculty of Agriculture and Biotechnology, University of Technology and Life Sciences in Mochełek near Bydgoszcz on sandy soil. In each season of spring vegetation have appeared needs of water supplementation using irrigation, an average of 93 mm were used (primarily in May and June), but during the years of research the dose ranged from 55 mm in 2009 to 150 mm in 2008. Two doses of nitrogen fertilizer were used: 125 i 200 kg·ha^{-1}.

On average, in the years of the research the rape yielded at the level of 4.41 t·ha^{-1}. Applied the factors resulted in increased yield: irrigation of 1.13 t·ha^{-1} (29.3%) and nitrogen fertilization, of 0.37 t·ha^{-1} (8.7%). The largest increase in rape seed yield due to irrigation (1.27 t·ha^{-1}) was obtained in 2008, using the highest dose of water (150 mm). The smallest (55 mm) dose of irrigation water in year 2009 brought the largest (21.6 kg) efficiency of 1 mm of the water. Irrigation resulted in a substantial, compared to fertilization, improvement of yield components, increasing by 11.5% thousand seed weight, by 17.3% the number of branches, by 24.7% the number of pods and 8.6% their length. The factors used in the experiment have contributed to a significant increase in the yield of protein and oil from the area unit.

Key words: *sprinkling irrigation, nitrogen fertilization, winter rape, protein, oil*

WSTĘP

Rzepak ozimy jest najważniejszą rośliną oleistą w krajowej produkcji rolniczej. Znaczenie gospodarcze rzepaku wynika z tego, że jest on praktycznie jedyną rośliną dostarczającą dobrego jakościowo oleju – podstawowego surowca dla przemysłu spożywczego i chemicznego. Ponadto stanowi doskonały przedplon dla zbóż, konkurując ze stale zmniejszającym się areałem buraka cukrowego, a duża zawartość białka powoduje, że jest ważnym surowcem dla przemysłu paszowego. Wzrost znaczenia tej rośliny jest efektem prowadzonej w ostatnim 40-leciu intensywnej hodowli jakościowej. Zaowocowała ona w Polsce i na świecie odmianami, których nasiona są źródłem wysokiej jakości oleju i białka pastewnego [Budzyński, Ojczyk 1996]. Pozyskiwany z nasion tłuszcz służy do celów żywieniowych albo znajduje zastosowanie w różnych gałęziach techniki. Tłuszcze spożywcze są wykorzystywane jako oleje jadalne lub służą jako surowce do produkcji margaryny, wyrobów cukierniczych, piekarskich i konserw [Muśnicki 2003]. Nadprodukcja żywności i brak zbytu na surowce rolnicze wykorzystywane do celów żywnościowych, powoduje potrzebę przeznaczenia dużego areału na produkcję skierowaną na cele niespożywcze. Do racjonalnego zagospodarowania tych gruntów może się przyczynić wzrost popytu zgłaszane-

go przez gorzelnie (przerabiające surowce rolnicze na spirytus zużywany przez przemysł paliwowy) oraz rozwój agrorafinerii produkujących estry z oleju rzepakowego, a także zwiększone zapotrzebowanie zakładów energetycznych na biomasę [Bartkowiak-Broda i in. 2005].

Największe zapotrzebowanie na olej rzepakowy z przeznaczeniem na cele niespożywcze związane jest z produkcja biopaliw [Krzymański 2000]. Obecnie wykorzystuje się w Polsce rocznie około 6 mln ton oleju napędowego. Dodatek do oleju napędowego 5% biokomponentów jest możliwy przy produkcji niespełna 300 tys. ton estru metylowego, na co potrzeba dodatkowo około 700 tys. ton nasion rzepaku. Na taką produkcję należałoby przeznaczyć dodatkowo około 300 tys. ha, co dodatkowo wpłynęłoby korzystnie na prawidłowe następstwo roślin w zmianowaniu [Bartkowiak-Broda i in. 2005].

Wzrost zapotrzebowania na nasiona rzepaku wiąże się albo za wzrostem areału albo wydajności z jednostki powierzchni, albo spełnieniem obu wymienionych warunków jednocześnie. Możliwości podwyższenia plonowania należy szukać w poprawie agrotechniki, czyli zapewnieniu roślinom optymalnych warunków wzrostu i rozwoju [Bartkowiak-Broda i in. 2005; Muśnicki i in. 1999)] Aby takie warunki spełnić, należałoby zapewnić plantacji również optymalne warunki wilgotnościowe, a te, zwłaszcza jeśli zależą tylko od opadów atmosferycznych, są elementem bardzo zmiennym w naszej strefie klimatycznej.

Potrzeby opadowe rzepaku określił już dość dawno Dzieżyc [1988], są one wysokie i wynoszą rocznie w granicach 600-700 mm, na glebach o dużej retencji mogą być o około 100 mm mniejsze i z reguły nie są spełniane na przeważającym obszarze kraju. W czasie jesiennej wegetacji rośliny wymagają od 100 [Budzyński, Ojczyk 1996] do 150 mm [Dzieżyc 1988] wody, i nawet większe braki w tym okresie nie wpływają negatywnie na przedzimowy rozwój. Berbeć i Malicki [1989] podają wręcz, że w warunkach Polski nie zachodzi potrzeba ingerencji w gospodarkę wodną rzepaku ozimego przed zimą.

W okresie wiosennej wegetacji potrzeby opadowe rzepaku wyraźnie rosną, gdyż rośliny są wrażliwe na niedobory wody od ruszenia wegetacji aż do dojrzałości generatywnej. Szczególnie wrażliwy na brak wody jest rzepak od fazy pąków kwiatowych do wykształcania nasion [Budzyński, Ojczyk 1996]. W tym czasie przypada więc okres krytyczny. Braki wody objawiają się ograniczeniem rozgałęziania się, powodując zasychanie i opadanie pąków, opadanie kwiatów, zmniejszając ilość łuszczyn i nasion [Berbeć, Kołodziej 2006; Chylińska 1996; Dzieżyc 1988]. Niedobór wody w czasie dojrzewania nasion wiąże się ze słabszym wykształceniem łuszczyn i nasion i może spowodować zmniejszenie zawartości tłuszczu [Budzyński, Ojczyk 199]

Potrzeby opadowe rzepaku ozimego są według powyższych opinii wysokie i opady naturalne w większości rejonów kraju ich nie pokrywają, wynoszą bowiem około 550 mm. Jeszcze mniejsze opady występują w Krainie Wielkich Dolin [Woś 1994; Żarski, Dudek 2000]. Brak opadów atmosferycznych można

uzupełnić za pomocą nawadniania roślin, w przypadku upraw łanowych najczęściej stosuje się nawadnianie deszczowniane.

Deszczowanie rzepaku ozimego w Polsce było przedmiotem niewielu badań, być może powodem małego zainteresowania tym zabiegiem były niewielkie efekty uzyskane pod wpływem dodatkowo zadysponowanej wody. Zdecydowana większość doświadczeń polowych z deszczowaniem rzepaku została przeprowadzona w latach 70-tych i 80-tych XX wieku. Słabą reakcję rzepaku na deszczowanie wykazali Borysiak [1979], Grabarczyk i in. [1989], Piechowiak i in. [1978, 1982]. Uzyskane zwyżki plonu nasion wyniosły od 0,1 do 0,3 t/ha na glebie lekkiej [Piechowiak i in.1982], a na ciężkiej madzie żuławskiej nie uzyskano żadnego wzrostu, a wręcz spadek plonu [Grabarczyk i in. 1989]. Spadek plonu zanotowali także Piechowiak i in. [1978].

Efekty deszczowania rzepaku w dużym stopniu zależą od rodzaju gleby, nawożenia mineralnego, zwłaszcza azotem, i rejonu kraju (opady atmosferyczne). W latach 90-tych [1990-1992] XX wieku przeprowadzono doświadczenie z deszczowaniem rzepaku ozimego w Swojcu (Dolny Śląsk), a uzyskane efekty okazały się zadawalające. Chylińska [1996] uzyskała przyrost plonu 1,36 t/ha przy 125 kg N/ha, a zwiększenie dawki nawozu do 200 kg, zwiększyło także efekt deszczowania o 1,72 t/ha. W tym samym miejscu, ale w innych latach [1989-1992], Trybała i Chylińska [1996] uzyskali przyrosty plonu nasion na poziomie 1,21 (125 kg N) do 1,42 t/ha przy nawożeniu 200 kg N/ha. Korzystny efekt nawadniania objawił się także zwiększeniem plonu tłuszczu (o 114%) i białka (o 112%).

Celem badań była ocena wpływu deszczowania i nawożenia azotem na wysokość i jakość plonu nasion rzepaku ozimego uprawianego na glebie lekkiej w rejonie Bydgoszczy.

MATERIAŁ I METODY

Ścisłe doświadczenie polowe z deszczowaniem i nawożeniem rzepaku ozimego odmiany *'Californium'* przeprowadzono w latach 2007-2010 r. na polu doświadczalnym Stacji Badawczej Wydziału Rolnictwa i Biotechnologii UTP Bydgoszcz, zlokalizowanej w Mochełku koło Bydgoszczy.

Badanie polowe przeprowadzono metodą losowanych podbloków w układzie zależnym split-plot, z czterema powtórzeniami. Powierzchnia pojedynczego poletka do deszczowania i zbioru wynosiła 15 m^2.

Pierwszym czynnikiem było deszczowanie mające na celu zapewnienie roślinom optymalne uwilgotnienie w całym okresie wiosennej wegetacji z dwoma wariantami: W_0 – bez deszczowania, W_1- deszczowanie. Wodę na poletka dostarczano za pomocą imitacji naziemnego, przenośnego systemu deszczowniano, składającego się z polietylenowych rurociągów rozłożonych wzdłuż nawadnianego pasa roślin i wynurzalnych, sektorowych głowic nawadniających

typu Nelson o jednostkowej wydajności 200 $l \cdot h^{-1}$. Terminy nawodnień ustalano na podstawie metody Grabarczyka i in. [1992], opartej o pomiar opadów atmosferycznych. Rozpoczęcie deszczowania i ilość dawek nawodnieniowych zależały od aktualnego przebiegu warunków pogodowych (tab.1). Średnia sezonowa dawka wody wyniosła 93 mm, ale w poszczególnych sezonach wahała się od 55 mm (2009r.) do 155 mm (2008r.).

Tabela 1. Warunki meteorologiczne oraz dawki nawodnieniowe w latach 2007-2010
Table 1. Meteorological conditions in the years 2007-2010 and irrigation water doses

Okres	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	IX-VI	IV-VI
Temperatura powietrza (°C)												
1996-2010	12,9	7,7	3,2	-1,0	-2,4	-0,8	2,0	7,9	13,0	16,2	5,9	12,4
2007-08	12,4	6,9	1,3	0,3	0,5	2,8	3,0	7,6	13,2	17,6	6,6	12,8
2008-09	12,4	8,4	4,3	0,2	-3,3	-0,9	2,4	9,8	12,3	14,5	6,0	12,2
2009-10	13,7	6,3	5,2	-1,1	-7,8	-2,7	2,4	7,8	11,5	16,7	5,2	12,0
Opady atmosferyczne (mm)												
1996-2010	46	40	34	35	26	26	35	30	63	45	380	138
2007-08	38	20	22	36	48	16	61	39	11	15	306	65
2008-09	20	80	19	25	14	19	44	0	85	57	363	142
2009-10	34	66	40	35	22	20	29	34	93	18	391	145
Dawki nawodnieniowe (mm)												
2008	-	-	-	-	-	-	-	-	75	75	-	150
2009	-	-	-	-	-	-	-	25	30	-	-	55
2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75	-	75
2008-10	-	-	-	-	-	-	-	8,33	35	50	-	93

Drugim czynnikiem doświadczenia było nawożenie azotowe zastosowane w dwóch wariantach: N_1- 125 $kg \cdot ha^{-1}$ i N_2- 200 $kg \cdot ha^{-1}$. Cała dawka zastała podana roślinom w 2 terminach, pierwszy stosowano wiosną wraz z ruszeniem wegetacji (z reguły w marcu) w ilości 100 $kg \cdot ha^{-1}$, a drugi przypadał około 21 dni później, wynosząc odpowiednio 25 i100 $kg \cdot ha^{-1}$, w zależności od wariantu nawozowego.

Eksperyment przeprowadzano w łanie rzepaku produkcyjnego, obejmującego powierzchnię od 8,5 do 12,0 ha. Agrotechnikę dostosowaną do aktualnych zaleceń produkcyjnych wykonywało gospodarstwo doświadczalne UTP.

Obliczenia statystyczne wykonano stosując metodę analizy wariancji z wykorzystaniem testu Studenta.

Doświadczenie założono na glebie płowej wytworzonej z piasków fluwioglacjalnych na płytko zalegającej glinie średniej, zaklasyfikowanej do klasy bonitacyjnej IVa i kompleksu przydatności rolniczej żytniego bardzo dobrego. Pod względem stopnia zwięzłości jest to gleba lekka na podłożu zwięzłym. Zawartość części spławianych w warstwie 0-50 cm wynosi 18%, a w warstwie 51-100 cm 46%. Zapas wody w 1 m warstwie gleby przy stanie polowej pojemności wodnej oceniany jest na 215 mm.

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Średni w latach badań plon nasion rzepaku ozimego był wysoki, wynosząc 4,41 t·ha^{-1}, większy wpływ na poziom plonowania wywarł czynnik wodny w porównaniu do nawozowego (tab. 2). Plony nasion rzepaku ozimego zależały od zastosowanych czynników doświadczenia i lat badań, czyli warunków atmosferycznych. Zdecydowanie najlepsze wyniki otrzymano w roku 2009, który w okresie maja i czerwca był chłodny i wilgotny z największą sumą opadów atmosferycznych, których łącznie spadło 142 mm, o 34 mm więcej od normy (tab. 1). W pozostałych latach rzepak plonował znacznie gorzej, co można uzasadnić stosunkowo wysoką temperaturą i małymi opadami okresu V-VI w roku 2008 oraz niezwykle suchym i ciepłym czerwcem 2010. Potwierdzają się opinie o dużych wymaganiach tej rośliny w stosunku do wilgotności powietrza [Muśnicki 2003], a lata te wyróżniał duży niedosyt wilgotności powietrza, zwłaszcza w czerwcu.

Tabela 2. Plony nasion rzepaku ozimego (t·ha^{-1})
Table 2. Yield of winter rape seed (t·ha^{-1})

Rok zbioru		2008	2009	2010	2008-10
Deszczowanie	Nawożenie				
W_0	N_1	3,07	4,45	3,52	3,68
	N_2	3,43	4,91	3,74	4,03
W_1	N_1	4,21	5,75	4,40	4,79
	N_2	4,84	5,99	4,68	5,17
W_o		3,25	4,68	3,61	3,85
W_1		4,52	5,87	4,54	4,98
N_1		3,64	5,10	3,96	4,23
N_2		4,13	5,45	4,21	4,60
Średnio		3,88	5,27	4,07	4,41
W_1 - W_0		1,27	1,19	0,93	1,13
%		39,1	25,4	25,8	29,3
N_2 - N_1		0,49	0,35	0,25	0,37
%		12,2	6,86	6,31	8,75
kg · mm^{-1}		8,47	21,6	12,4	12,1
$NIR_{0,05}$					
deszczowanie		0,27	0,49	0,44	0,39
nawożenie		0,36	0,25	0,23	0,24
interakcja		0,19	r.n.	r.n.	0,02

W_0 – bez deszczowania W_1 – deszczowanie N_1 – nawożenie 125 kg·ha^{-1} N_2 – nawożenie 200 kg·ha^{-1}

W okresach braku opadów atmosferycznych stosowano, uzupełniające braki wody, deszczowanie, a średni efekt tego zabiegu w latach badań wyniósł 1,13 t·ha^{-1} (tab. 2). Sezonowe dawki wody były bardzo zróżnicowane, zależnie od ilości opadów, największe niedobory wody wystąpiły w roku 2008, w którym rozdeszczowano 150 mm, po 75 mm w maju i czerwcu. Spowodowało to pod-

niesienie plonu nasion o 1,27 $t \cdot ha^{-1}$, i był to najwyższy przyrost plonu. W kolejnych latach, pod wpływem mniejszych dawek nawodnieniowych (odpowiednio 55 i 75 mm), rezultaty były nieco niższe, bo wyniosły 1,19 $t \cdot ha^{-1}$ (2009) i 0,93 $t \cdot ha^{-1}$ (2010). Efektywność 1 mm rozdeszczowanej wody była odwrotnie proporcjonalna do wielkości zadysponowanej dawki, każdy milimetr zwiększył plon o 21,6 kg w roku 2009, a tylko o 8,47 kg w 2008. Zbliżone, a nawet większe (przekraczające 100%), przyrosty plonu nasion rzepaku ozimego pod wpływem deszczowania uzyskano w badaniach wrocławskich [Chylińska 1996; Trybała, Chylińska 1996]. Jednak ogólny poziom plonowania roślin w tych doświadczeniach był niski, rzadko przekraczając poziom 3,0 $t \cdot ha^{-1}$.

Drugi czynnik, nawożenie azotem, także przyniósł korzystne zmiany plonu nasion rzepaku ozimego, średnio, niezależnie od warunków wodnych, podniósł omawiany plon o 0,37 $t \cdot ha^{-1}$ (tab. 2). Najlepszy efekt, wzrost o 0,44 $t \cdot ha^{-1}$, uzyskano w pierwszym roku badań, w kolejnych latach był coraz mniejszy i nieistotny. Ogólnie wpływ azotu na plonowanie roślin był jednak znacznie mniejszy niż deszczowania.

Porównanie uzyskanych w badaniu własnym efektów deszczowania z zamieszczonymi w literaturze jest dość trudne ze względu na niewielką ilość odpowiednich badań, a zwłaszcza z uwagi na fakt, że przeprowadzono je z innymi, znacznie różniącymi się od obecnych, odmianami, zapewniającymi inny (niższy) poziom plonowania i znacznie inny skład chemiczny. Stąd w literaturze spotyka się wyrażanie efektów nawadniania przy pomocy liczb względnych, pozwalających na porównanie wyników doświadczeń przeprowadzonych z bardzo niejednorodnym materiałem roślinnym. Berbeć i Kołodziej (2006), powołując się na badania krajowe i zagraniczne, efekty stosowania deszczowania uzależniają od warunków glebowych i wysokości nawożenia azotem. Nawadnianie rzepaku na glebie piaszczystej przyniosło 11%, a na gliniastej 18% wzrost plonu, zastosowanie zwiększonej (z 50 do 100 kg) dawki azotu w warunkach nawadniania spowodowało zaś wzrost plonu nasion z 5% do 35%. Efekty uzyskane w badaniu własnym mieszczą się w tych dość szerokich granicach, bowiem wahały się od 25 (2009) do 39% (2008). Wpływ zwiększonej dawki nawożenia azotem na omawiany plon był jednak mniejszy niż w badaniach innych autorów [Berbeć, Kołodziej 2006, Chylińska 1996, Trybała, Chylińska 1996], bowiem uzyskano średnio 8,7% wzrost plonu nasion.

Uzyskany w badaniu wzrost plonu nasion rzepaku ozimego wynikał ze zwiększenia elementów jego struktury (tab. 3). Deszczowanie, niezależnie od nawożenia azotem, spowodowało 11,5% wzrost dorodności nasion, zwiększyło o 17, 3% liczbę rozgałęzień, o 24,7% liczbę łuszczyn i o 8,6% ich długość. Zwiększona dawka azotu objawiła się mniejszym efektem, zwiększając o 1,5% MTN i o 2,3% liczbę łuszczyn na roślinie, natomiast nie modyfikowała liczby rozgałęzień i obniżała długość łuszczyn.

Tabela 3. Struktura plonu nasion oraz plon białka i tłuszczu rzepaku ozimego
Table 3. The structure of crop and the yield of protein and oil in winter rape seed

Wariant		MTN	Wilgotność nasion	Liczba rozgałęzień	Liczba łuszczyn	Długość łuszczyn	Plon białka	Plon tłuszczu
Deszczowanie	Nawożenie	g	%	szt.	szt.	cm	kg	kg
W_0	N_1	4,29	9,05	5,79	109,9	5,18	741	1790
	N_2	4,41	9,02	5,77	110,5	5,11	822	1966
W_1	N_1	4,84	9,20	6,78	135,0	5,58	991	2325
	N_2	4,86	9,25	6,79	139,9	5,59	1040	2508
W_0		4,35	9,03	5,78	110,2	5,14	782	1878
W_1		4,85	9,22	6,78	137,4	5,58	1016	2417
N_1		4,56	9,12	6,28	122,4	5,38	866	2058
N_2		4,63	9,13	6,28	125,2	5,35	934	2237
W_1 -W_0		0,50	0,19	1,00	27,2	0,44	234	539
%		11,5	2,10	17,3	24,7	8,56	29,9	28,7
N_2 –N_1		0,07	0,01	0	2,8	-0,03	68	179
%		1,53	0,11	-	2,29	-0,56	7,85	8,70

Oznaczenia jak w tabeli 2.

Zastosowane czynniki bardzo korzystnie wpłynęły na ogólnie bardzo wysoki plon białka i tłuszczu. Deszczowanie było zabiegiem wpływającym na zwiększenie omawianych cech w większym stopniu niż azot, podniosło ono bowiem plon białka o 29,9%, tłuszczu o 28,7%, natomiast wzrost uzyskany dzięki wyższej dawce azotu wyniósł odpowiednio 7,8 i 8,7% (tab. 3). Wielkość plonu białka i tłuszczu była efektem poziomu plonu nasion i zawartości w nich tych składników, stąd rezultaty badania własnego są nieporównywalne z prezentowanymi w piśmiennictwie [Chylińska 1996].

WNIOSKI

1. W latach 2007-2010 w warunkach bez nawadniania uzyskano 3,85 $t \cdot ha^{-1}$ nasion rzepaku ozimego uprawianego na glebie lekkiej. Zastosowanie uzupełniającego deszczowania spowodowało istotny wzrost tego plonu średnio o 1,13 $t \cdot ha^{-1}$ (29%).
2. Plon nasion rzepaku ozimego nawożonego dawką 125 kg $\cdot ha^{-1}$ wyniósł 4.23 $t \cdot ha^{-1}$, zwiększenie dawki azotu do 200 kg $\cdot ha^{-1}$, spowodowało przyrost tylko o 0,37 $t \cdot ha^{-1}$ (8,7%).
3. Deszczowanie rzepaku ozimego wpłynęło korzystnie na dorodność nasion, zwiększyło liczbę rozgałęzień i łuszczyn na roślinie oraz długość łuszczyn. Nawożenie azotem przyniosło znacznie mniejsze, i nie zawsze korzystne, zmiany elementów struktury plonu.

4. Czynniki doświadczenia spowodowały wyraźny wzrost plonu białka i tłuszczu uzyskany z jednostki powierzchni. Wpływ nawadniania był znacznie większy niż nawożenia.

BIBLIOGRAFIA

Bartkowiak-Broda I., Wiłkowski T., Ogrodowczyk M. *Przyrodnicze i agrotechniczne możliwości kształtowania jakości nasion rzepaku.* Pamiętnik Puławski, 139, 2005, 7-25.

Berbeć S., Kołodziej B. *Rośliny przemysłowe, specjalne i zielarskie*. Rozdział w pracy zbiorowej *Nawadnianie roślin* pod red. S. Karczmarczyka i L. Nowaka. PWRiL Poznań, 2006, 421-444.

Berbeć S., Malicki L. *Potrzeby wodne roślin przemysłowych.* Rozdział w pracy zbiorowej *Potrzeby wodne roślin uprawnych* pod red. J. Dzieżyca, PWRiL, 119-135.

Borysiak M. *Wpływ deszczowania na rozwój i plony rzepaku ozimego.* Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 229, 1979, 69-78.

Budzyński W., Ojczyk T. *Rzepak – produkcja surowca olejarskiego*. Wyd. ART Olsztyn, 1996.

Chylińska E. *Nawadnianie jako czynnik kształtujący wysokość i jakość plonu rzepaku ozimego.* Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 438, 1996, 147-154.

Dzieżyc J. *Rolnictwo w warunkach nawadniania.* PWN Warszawa, 1988.

Grabarczyk S., Rytelewski L., Kasińska D. *Polowe zużycie wody przez rośliny uprawne w warunkach Żuław.* . Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 343, 1989, 151-155.

Grabarczyk S., Żarski J., Dudek S. *Sterowanie deszczowaniem według opadów atmosferycznych*. Roczniki AR w Poznaniu, 234, 1992, 83-90.

Krzymański J. *Perspektywy badań nad rzepakiem i jego hodowlą.* Rosliny Oleiste – Oilseed Crops. 2000, XXXI, (1), 7-14.

Muśnicki Cz. *Rosliny oleiste.* Rozdział w pracy zbiorowej *Szczegółowa uprawa roślin* pod red. Z. Jasińskiej i A. Koteckiego. Wyd. AR Wrocław, 2003, t. II,

Muśnicki Cz., Toboła P., Musnicka B. *Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych i środowiskowych na jakość plonu rzepaku ozimego.* Rośliny Oleiste – Oilseed Crpos. 1999, XX, (2), 459-469.

Piechowiak K., Sobiech S., Orłowski F., Borówczak F. *Wpływ różnych poziomów nawożenia w warunkach deszczowania na plon niektórych roślin uprawnych.* Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 199, 1978, 27-35.

Piechowiak K., Lehman K., Orłowski F., Borówczak F. *Wpływ deszczowania oraz nawożenia mineralnego na zawartość makroelementów w biomasie roślin uprawnych.* . Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 236, 1982, 273-282.

Trybała M., Chylińska E. *Nawadnianie jako czynnik kształtowania produkcji roślinnej na glebie kompleksu żytniego dobrego.* Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 438, 1996, 155-164.

Woś A. *Klimat Niziny Wielkopolskiej.* Wyd. Nauk. UAM Poznań, 1994

Żarski J., Dudek S. *Charakterystyka warunków termicznych i opadowych województwa Kujawsko-Pomorskiego w aspekcie potrzeb ochrony środowiska.* Zesz. Nauk. WSHE, Włocławek, VI, 2000, 85-98.

Dr inż. Stanisław Dudek
Dr inż. Renata Kuśmierek-Tomaszewska
Prof. dr hab. inż. Jacek Żarski
Katedra Melioracji i Agrometeorologii
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
85-029 Bydgoszcz, ul. Bernardyńska 6
tel. 52 3749584, e-mail: dudek@utp.edu.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Cezary Podsiadło*