

WPŁYW DESZCZOWANIA I NAWOŻENIA MINERALNEGO NA PLONOWANIE JĘCZMIENIA BROWARNEGO I PASTEWNEGO UPRAWIANEGO NA GLEBIE LEKKIEJ CZ. II. PLON I JAKOŚĆ ZIARNA

Dariusz Wojtasik

Akademia Rolnicza w Szczecinie

Streszczenie. Z porównania plonów jęczmienia jarego browarnego i pastewnego wynika, że odmiany pastewne bardziej reagują na nawożenie i deszczowanie, dając plony nieco wyższe niż browarne. Uproszczona analiza ekonomiczna wykazała opłacalność stosowania dużych dawek nawozu mineralnego, natomiast deszczowanie było nieopłacalne, nawet jeśli stosowano je łącznie z najwyższą dawką NPK. Jest to niewątpliwie efekt nieprawidłowych relacji cen ziarna i środków produkcji. Deszczowanie i nawożenie mineralne miały wyraźny korzystny wpływ na jakość ziarna jęczmienia browarnego i pastewnego. Ziarno jęczmienia browarnego, deszczowanego i obficie nawożonego, spełniało wymogi przydatności przemysłowej. Również ziarno jęczmienia pastewnego, deszczowanego i nawożonego potrójną dawką NPK, charakteryzowało się dobrą jakością paszową.

Słowa kluczowe: jęczmień, deszczowanie, nawożenie, plon, jakość ziarna

WSTĘP

Zdaniem Koźmińskiego i in. [1977] środkowa i południowa część Pomorza Szczecińskiego to obszar o szczególnie niezrównoważonym uwilgotnieniu i chwiejnej równowadze bilansu wodnego w ciągu roku. Co 4-5 lat w okresach największego zapotrzebowania roślin na wodę występują na tym obszarze duże niedobory wilgoci. Dlatego stosowanie nawadniania w okresach krytycznych i przy niedoborach opadów atmosferycznych jest uzasadnione, gdyż zmniejsza zawodność plonowania. O pozytywnym wpływie deszczowania i nawożenia na plonowanie roślin zbożowych donoszą m.in. Dzieżyc [1978], Krężel [1979], Karczmarczyk i in. [1982], Bieszczad i Piotrowski [1992], Podsiadło [1993], Zbieć [1996].

Deszczowanie oraz intensywne nawożenie mineralne aktywizują procesy fizjologiczne w roślinach oraz powodują zmiany jakości plonu. Liczne badania [Piechowiak i in. 1982, Koszański i in. 1984, Buniak 1986, Panek 1989, Kamińska 1992, Liska i in. 1994, Kukuła i in. 1999] wykazały, że różne gatunki, a nawet odmiany roślin rozmaicie reagują na nawadnianie i nawożenie. Wyniki uzyskiwane przez różnych badaczy są rozbieżne, a zatem istnieje potrzeba kontynuowania badań, które pozwolą lepiej poznać te procesy i sformułować bardziej ogólne wnioski.

Dziężyc [1988] jest zdania, że prawie wszystkie rośliny uprawiane na glebach lekkich reagują na działanie nawadniania połączonego z nawożeniem mineralnym. Ten sam autor podkreśla niedostateczną liczbę badań nad ekonomiczną efektywnością deszczowania roślin.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu deszczowania i nawożenia mineralnego na wielkość i jakość plonu odmian jarego jęczmienia browarnego i pastewnego oraz ekonomicznej efektywności deszczowania i nawożenia jęczmienia jarego uprawianego na glebie lekkiej.

MATERIAŁ I METODY

Badanie polowe przeprowadzono metodami opisanymi w I części pracy [Wojtasik 2004], gdzie również przedstawiono dawki nawodnień i nawozu.

Jęczmień uprawiano według zasad prawidłowej agrotechniki, plon zbierano kombajnem i przeliczono na tony z 1 ha. Uproszczoną analizę opłacalności deszczowania i nawożenia wykonano na podstawie przyrostów plonów ziarna, posługując się cenami obowiązującymi w 1999 r. (według danych Rocznika Statystycznego).

Analizy chemiczne ziarna zostały wykonane w próbkach zbiorczych pobieranych z każdego obiektu doświadczenia w laboratorium Zakładu Produkcji Roślinnej i Nawadniania, zgodnie z metodyką opisaną w branżowych i polskich normach. Technologiczne analizy ziarna jęczmienia pastewnego wykonano w laboratorium Zakładu Biochemii Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Częstochowie. Zawartość składników pokarmowych oraz popiołu oznaczono metodami konwencjonalnymi. Ziarno jęczmienia browarnego poddano ocenie stopnia przydatności do dalszego przerobu, określając zawartość białka i energię kielkowania. Wyrównanie ziarna oznaczono zgodnie z PN-R-74110.

Wartość paszową jęczmienia pastewnego oceniano oznaczając skład chemiczny ziarna, posługując się wcześniej przedstawionymi metodami. Ziarno jęczmienia pastewnego poddano również ocenie stopnia wyrównania.

WYNIKI

Plon ziarna jęczmienia browarnego i pastewnego przedstawiono w tabelach 1 i 2, średnia wydajność ziarna jęczmienia browarnego z poletek nienawadnianych wyniosła $3,30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, a jęczmienia pastewnego – $3,43 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Największy plon jęczmienia browarnego ($4,40 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) uzyskano w 1997 roku z odmiany Rudzik, którą nawożono 3 NPK, natomiast najmniejszy w 1997 roku z odmiany Orlik w kombinacji kontrolnej (nienawożonej) – $1,93 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Najwyższy plon jęczmienia pastewnego uzyskano w 1997 roku

z odmiany Boss z poletka nawożonego dawką 3 NPK ($5,28 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), natomiast najmniejszy w 1996 roku z poletka kontrolnego odmiany Edgar $1,70 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Tabela 1. Plon ziarna jęczmienia browarnego, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ Table 1. Yield of malt barley grain, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$

Deszczowanie Sprinkling irrigation	Nawożenie Fertilisation	1996		1997		1998		Średnia – Mean	
		Orlik	Rudzik	Orlik	Rudzik	Orlik	Rudzik	Orlik	Rudzik
W ₀	N ₀	1,96	2,06	1,93	2,27	2,56	2,87	2,15	2,40
	N ₁	2,85	3,01	3,43	3,28	3,29	3,18	3,19	3,16
	N ₂	3,32	3,83	4,08	4,10	3,54	3,46	3,65	3,80
	N ₃	4,00	4,24	4,17	4,40	3,65	3,65	3,94	4,10
	Średnia – Mean	3,03	3,29	3,40	3,51	3,26	3,29	3,23	3,36
W ₁	N ₀	2,06	2,18	2,66	3,06	3,55	3,55	2,76	2,93
	N ₁	3,33	3,39	4,26	4,08	3,73	3,95	3,77	3,81
	N ₂	4,00	4,47	4,95	4,96	4,29	4,15	4,41	4,53
	N ₃	4,82	4,93	5,15	5,28	4,71	4,47	4,89	4,89
	Średnia – Mean	3,55	3,74	4,26	4,35	4,07	4,03	3,96	4,04
Wpływ nawożenia Effect of fertilisation	N ₀	2,01	2,12	2,30	2,67	3,06	3,21	2,46	2,67
	N ₁	3,09	3,20	3,85	3,68	3,51	3,57	3,48	3,48
	N ₂	3,66	4,15	4,52	4,53	3,92	3,81	4,03	4,16
	N ₃	4,41	4,59	4,66	4,84	4,18	4,06	4,42	4,50
	Średnia – Mean	3,29	3,52	3,83	3,93	3,67	3,66	3,60	3,70
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:									
deszczowania (I) – sprinkling irrigation		0,31		0,31		0,04		0,66	
odmiany (II) – cultivar		ni – ns		0,63		ni – ns		ni – ns	
nawożenia (III) – fertilisation		0,79		0,81		0,13		0,42	
interakcji – interaction:									
I x III		ni – ns		ni – ns		0,15		ni – ns	
II x III		ni – ns		ni – ns		0,18		ni – ns	

ni – ns – różnice nieistotne – non-significant differences

Wpływ deszczowania na wydajność ziarna okazał się istotny. Najwyższy plon jęczmienia browarnego ($5,28 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) uzyskano z deszczowanej odmiany Rudzik, nawożonej dawką 3 NPK w 1997 roku. Najwyższy plon pod wpływem deszczowania jęczmienia pastewnego otrzymano w 1997 r. z odmiany Boss ($6,47 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), nawożonej dawką 3 NPK. Deszczowany jęczmień browarny plonował o 21% wyżej, natomiast pastewny o 23%, niezależnie od odmiany i nawożenia.

Wpływ odmian jęczmienia browarnego na wysokość plonu ziarna okazał się istotny tylko w 1997 r., natomiast jęczmienia pastewnego także w 1996 r. Stwierdzono niewielkie różnice w plonowaniu między odmianami jęczmienia browarnego. W jęczmieniu pastewnym różnice między odmianami były większe i wynosiły średnio 13%. Odmiana Boss plonowała na poletkach nienawadnianych o 16% lepiej w porównaniu z odmianą Edgar, która pod wpływem deszczowania dała plon o 10% wyższy.

Plon jęczmienia browarnego wzrósł pod wpływem intensywnego nawożenia średnio o 74%. Odmiana Orlik dała średniąwyżkę plonu wynoszącą 80%, a 'Rudzik' nawożony dawką 3 NPK – 68% (w porównaniu z obiektami kontrolnymi). Największy jednostkowy plon ($4,84 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) dał jęczmień browarny 'Rudzik', nawożony dawką 3 NPK.

Tabela 2. Plon ziarna jęczmienia pastewnego, t·ha⁻¹
 Table 2. Yield of fodder barley grain, t·ha⁻¹

Deszczowanie Sprinkling irrigation	Nawożenie Fertilisation	1996		1997		1998		Średnia – Mean	
		Edgar	Boss	Edgar	Boss	Edgar	Boss	Edgar	Boss
W ₀	N ₀	1,70	2,12	1,86	2,70	2,80	3,20	2,12	2,67
	N ₁	3,09	3,16	3,01	3,50	3,19	3,63	3,10	3,43
	N ₂	3,52	3,98	3,48	4,20	3,41	4,00	3,47	4,06
	N ₃	4,00	4,28	4,20	5,28	3,82	4,22	4,01	4,59
	Średnia – Mean	3,08	3,39	3,14	3,92	3,31	3,76	3,18	3,69
W ₁	N ₀	2,04	2,38	2,70	2,93	3,52	3,70	2,75	3,00
	N ₁	3,58	3,64	3,90	4,43	4,00	4,30	3,83	4,12
	N ₂	4,24	4,97	4,43	5,23	4,56	4,55	4,41	4,92
	N ₃	4,86	5,34	5,26	6,47	4,97	5,00	5,03	5,60
	Średnia – Mean	3,68	4,08	4,07	4,77	4,26	4,39	4,00	4,41
Wpływ nawożenia Effect of fertilisation	N ₀	1,87	2,25	2,28	2,82	3,16	3,45	2,44	2,84
	N ₁	3,34	3,40	3,46	3,97	3,60	3,97	3,47	3,78
	N ₂	3,88	4,48	3,96	4,72	3,99	4,28	3,94	4,49
	N ₃	4,43	4,81	4,43	5,88	4,40	4,61	4,42	5,10
	Średnia – Mean	3,38	3,74	3,53	4,35	3,78	4,08	3,57	4,05
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:									
deszczowania (I) – sprinkling irrigation ni – ns				0,31		0,08		0,61	
odmiany (II) – cultivar		0,25		ni – ns		0,09		ni – ns	
nawożenia (III) – fertilisation		0,79		0,65		0,11		0,44	
interakcji – interaction:									
I x III		ni – ns		ni – ns		0,13		ni – ns	
II x III		ni – ns		ni – ns		0,16		ni – ns	

ni – ns – różnice nieistotne – non-significant differences

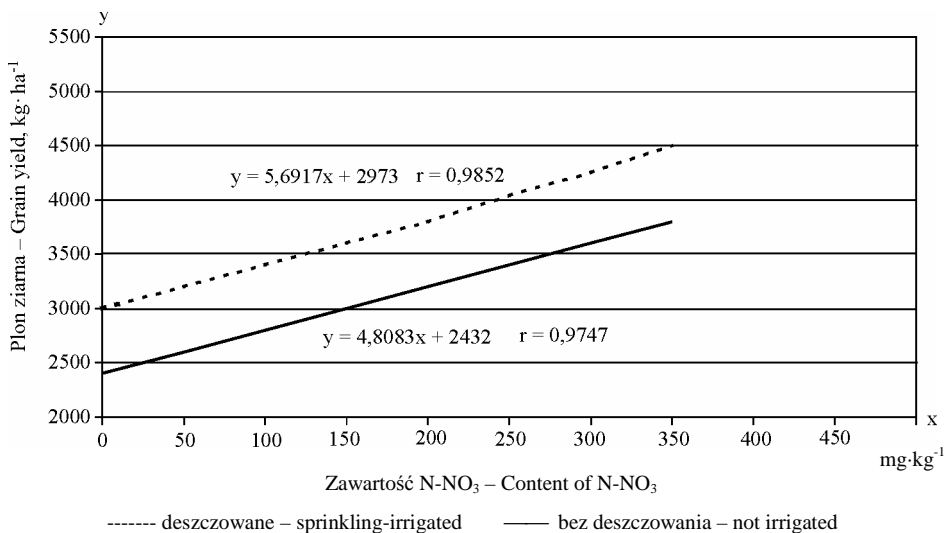
W jęczmieniu pastewnym średni wzrost plonu obu odmian pod wpływem wysokiego nawożenia (3 NPK) wyniósł 80% w porównaniu z obiektami kontrolnymi. Największy plon dała odmiana Boss nawożona dawką 3 NPK (5,88 t·ha⁻¹), najmniejszy natomiast stwierdzono na poletku kontrolnym odmiany Edgar w 1996 roku (1,87 t·ha⁻¹). Zależności pomiędzy wielkością dawki nawożenia a średnimi plonami ziarna roślin deszczowanych i niedeszczowanych charakteryzowały się wysokimi współczynnikami korelacji (rys. 1 i 2).

Oceniając wpływ deszczowania połączonego z nawożeniem mineralnym stwierdzono, że dodatnie oddziaływanie tych czynników na plon występowało u wszystkich odmian.

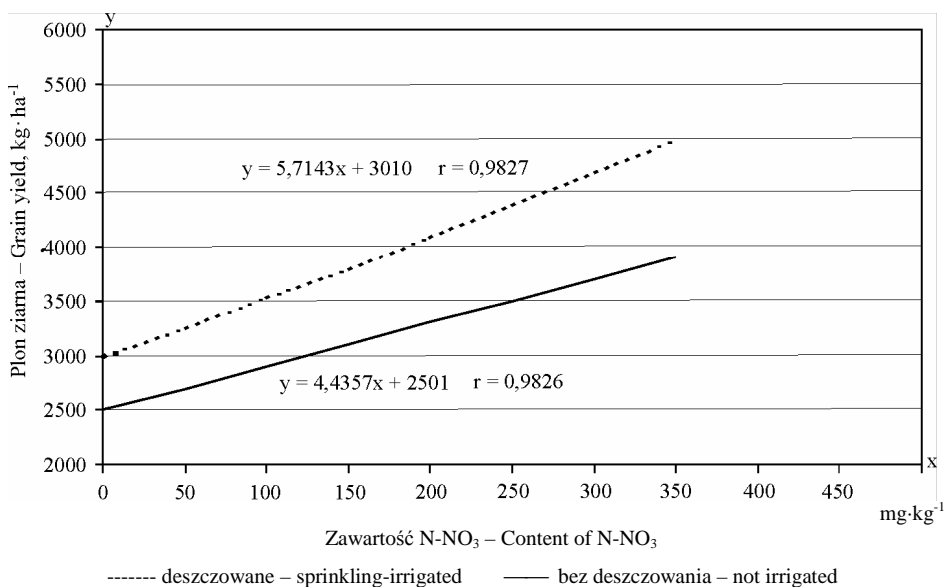
W wyniku zastosowanego deszczowania i nawożenia mineralnego plon jęczmienia browarnego wzrósł średnio o 115%, przy czym odmiana Orlik plonowała o 127% lepiej, a Rudzik o 104% w porównaniu z obiektami kontrolnymi. Plon jęczmienia pastewnego wzrósł średnio o 123%, z tym że odmiana Edgar dała plon o 137% większy, a Boss o 110%. Potwierdziły się zatem wyniki Kuszelewskiego i Łabętowicza [1978], którzy wykazali, że deszczowanie połączone z nawożeniem pozwala znacznie zwiększyć plon jęczmienia. Podobne rezultaty uzyskał Buniak [1986].

Z porównania plonów wynika, że jęczmień pastewny lepiej zareagował na nawożenie i deszczowanie niż browarny, dając plony nieco wyższe. Działanie zwiększonej dawki NPK uwidoczniło się szczególnie wyraźnie w plonie ziarna pastewnej odmiany

Boss, nawożonej dawką 3 NPK, bowiem jej plon był blisko dwa razy większy niż z obiektów nienawożonych.



Rys. 1. Zależność plonów ziarna (y) jęczmienia browarnego od wielkości nawożenia NPK (x)
 Fig. 1. Dependence of grain yield of malt barley (y) on NPK dose (x)



Rys. 2. Zależność plonów ziarna (y) jęczmienia pastewnego od wielkości nawożenia NPK (x)
 Fig. 2. Dependence of grain yield of fodder barley (y) on NPK dose (x)

Ekonomiczna efektywność każdego zabiegu agrotechnicznego jest trudna do określenia, zależy bowiem od relacji cen produktów rolnych oraz cen artykułów przemysłowych, a te ulegają częstym zmianom i nie zawsze proporcje między nimi są właściwe. Dlatego też uproszczona ekonomiczna ocena efektów zastosowanego deszczowania i nawożenia mineralnego jest przybliżona (tab. 3 i 4).

Tabela 3. Przybliżone efekty deszczowania i nawożenia mineralnego jęczmienia browarnego i pastewnego

Table 3. Approximate effects of malt and fodder barley sprinkling-irrigation and fertilisation

Wyszczególnienie Specification		NPK	Jęczmień browarny Malt barley		NPK	Jęczmień pastewny Fodder barley	
			Orlik	Rudzik		Edgar	Boss
Średni przyrost plonu, t·ha ⁻¹ Mean yield increase, t·ha ⁻¹	W ₀	N ₁	1,04	0,76	N ₁	0,98	0,76
		N ₂	1,50	1,40	N ₂	1,35	1,39
		N ₃	1,79	1,70	N ₃	1,89	1,89
	W ₁	N ₁	1,11	0,88	N ₁	1,08	1,12
		N ₂	1,65	1,60	N ₂	1,66	1,92
		N ₃	2,13	1,96	N ₃	2,28	2,60
Cena jednostkowa ziarna, zł·t ⁻¹ Unitary grain price, PLN·t ⁻¹			450		360		
Wartość przyrostu plonu, zł·ha ⁻¹ Value of grain yield increase, PLN·ha ⁻¹	W ₀	N ₁	468,0	342,0	N ₁	352,8	273,6
		N ₂	675,0	630,0	N ₂	486,0	500,4
		N ₃	805,5	765,0	N ₃	680,4	680,4
	W ₁	N ₁	499,5	396,0	N ₁	388,8	403,2
		N ₂	742,5	720,0	N ₂	597,6	691,2
		N ₃	958,5	882,0	N ₃	820,8	936,0
Koszt deszczowania, zł·ha ⁻¹ Sprinkling irrigation cost, PLN·ha ⁻¹					715,0		
Koszty nawożenia, zł·ha ⁻¹ Fertilisation cost, PLN·ha ⁻¹		N ₁		142,0	N ₁		166,0
		N ₂		284,0	N ₂		332,0
		N ₃		426,0	N ₃		498,0

Tabela 4. Dochód rolniczy uzyskany z produkcji jęczmienia browarnego i pastewnego

Table 4. Agricultural income from malt and fodder barley production

Wyszczególnienie Specification		NPK	Jęczmień browarny Malt barley		NPK	Jęczmień pastewny Fodder barley	
			Orlik	Rudzik		Edgar	Boss
Dochód rolniczy, zł·ha ⁻¹ Agricultural income, PLN·ha ⁻¹	W ₀	N ₁	326,0	200,0	N ₁	186,8	107,6
		N ₂	391,0	346,0	N ₂	154,0	168,4
		N ₃	379,5	339,0	N ₃	182,4	182,4
	W ₁	N ₁	-357,5	-461,0	N ₁	-492,2	-477,8
		N ₂	-256,5	-279,0	N ₂	-449,4	-355,8
		N ₃	-182,5	-259,0	N ₃	-392,2	-277,0

Uzyskane w doświadczeniu średnie przyrosty plonów ziarna pod wpływem zastosowanego deszczowania i nawożenia mineralnego wyniosły w jęczmieniu browarnym odmiany Orlik 92%, a odmiany Rudzik – 123%. W jęczmieniu pastewnym było to

133% dla odmiany Edgar i 242% dla Boss. Wartość otrzymanych przyrostów była uzależniona od ceny. Spośród analizowanych odmian najwyższą wartość uzyskano dla odmiany Orlik (958,5 zł·ha⁻¹) oraz Boss (936,0 zł·ha⁻¹).

Wartość przyrostu plonu pomniejszono o średnie koszty deszczowania i nawożenia, co pozwoliło wyliczyć właściwy dochód rolniczy. Przeprowadzona uproszczona analiza ekonomiczna pozwoliła stwierdzić, że pomimo uzyskania wysokich efektów produkcyjnych wyniki finansowe nie zachęcają do stosowania na glebach lekkich deszczowania i intensywnego nawożenia mineralnego jęczmienia browarnego i pastewnego. Nie potwierdza to efektów uzyskanych przez Żarskiego [1993], którego zdaniem deszczowanie i intensywne nawożenie jęczmienia browarnego i pastewnego na glebach bardzo lekkich może być w pełni opłacalne. Stwierdzono ponadto, że uzyskane efekty ekonomiczne były w głównej mierze uzależnione od ceny ziarna, która w latach prowadzenia doświadczenia nie była korzystna w porównaniu z cenami z lat poprzednich.

Uzyskane wyniki wskazują, że deszczowanie i nawożenie mineralne istotnie zwiększa plon ziarna jęczmienia browarnego i pastewnego. Pod wpływem deszczowania plon ziarna jęczmienia browarnego wzrósł o 21%, a pastewnego o 23%. W wyniku zastosowanego nawożenia mineralnego plon ziarna jęczmienia browarnego był wyższy o 74%, a pastewnego o 80%. Kompleksowe działanie deszczowania i nawożenia mineralnego pozwoliło uzyskać plon ziarna jęczmienia browarnego o 115% większy niż z obiektów kontrolnych, a pastewnego o 127%. Z porównywanych w doświadczeniu odmian jęczmienia browarnego lepiej plonował Orlik, natomiast z pastewnych – Boss. Na podstawie doświadczenia przeprowadzonego na glebie lekkiej można stwierdzić, że istnieje potrzeba deszczowania i nawożenia roślin nawozami mineralnymi w celu zwiększenia plonów, a tym samym produktywności gleb lekkich.

Udział ziarna o określonej wielkości jest cechą uwarunkowaną genetycznie, niemniej jednak z danych zawartych w tabelach 5 i 6 wynika, że zastosowane deszczowanie i nawożenie mineralne miało wyraźny wpływ na rozmiary ziarna jęczmienia browarnego i pastewnego.

Tabela 5. Udział poszczególnych frakcji ziarna w plonie jęczmienia browarnego, %
Table 5. Share of respective grain fractions in malt barley yield, %

Wyszczególnienie Specification		Frakcje ziarna jęczmienia browarnego, mm Malt barley grain fractions							
		Orlik				Rudzik			
		2,8-2,5	2,5-2,2	2,2-2,0	<2,0	2,8-2,5	2,5-2,2	2,2-2,0	<2,0
Deszczowanie Sprinkling irrigation	W ₀	72,8	13,3	6,4	7,5	73,1	17,8	2,5	6,6
	W ₁	85,0	12,0	1,7	1,3	86,9	10,9	1,1	1,1
Nawożenie Fertilisation	N ₀	77,5	13,4	4,6	4,5	81,2	14,1	1,7	3,0
	N ₁	80,2	13,6	4,0	2,2	80,6	14,8	1,8	2,8
	N ₂	79,3	12,8	4,1	3,8	79,9	13,7	1,3	4,5
	N ₃	78,6	11,0	3,8	6,6	78,3	15,0	1,8	4,0
Średnia – Mean		78,9	12,7	4,05	4,4	80,0	14,4	1,8	3,6

Tabela 6. Udział poszczególnych frakcji ziarna w plonie jęczmienia pastewnego, %
Table 6. Share of respective grain fractions in fodder barley yield, %

Wyszczególnienie Specification		Frakcje ziarna jęczmienia pastewnego, mm Fodder barley grain fractions							
		Edgar				Boss			
		2,8-2,5	2,5-2,2	2,2-2,0	<2,0	2,8-2,5	2,5-2,2	2,2-2,0	<2,0
Deszczowanie Sprinkling irrigation	W ₀	69,4	15,6	7,2	7,8	70,9	18,7	7,3	3,1
	W ₁	83,0	12,6	2,7	1,7	83,6	13,4	1,4	1,6
Nawożenie Fertilisation	N ₀	76,0	13,2	5,0	5,8	79,2	17,3	1,5	2,0
	N ₁	77,4	15,1	5,1	2,4	77,6	17,5	3,0	1,9
	N ₂	75,9	14,2	5,1	4,8	76,5	14,8	6,4	2,3
	N ₃	75,5	13,9	4,6	6,0	75,9	14,4	6,2	3,5
Średnia – Mean		76,2	14,1	4,9	4,8	77,3	16,0	4,3	2,4

Deszczowanie spowodowało wzrost udziału najbardziej dorodnego ziarna w jęczmieniu browarnym średnio o 18%, a pastewnym o 19%. Nawożenie mineralne przyczyniło się do obniżenia udziału ziarna dwóch największych frakcji (obu gatunków), natomiast w pozostałych frakcjach stwierdzono mniej jednoznaczne zmiany.

Zastosowane deszczowanie i nawożenie wywarło znaczny wpływ na zawartość niektórych makro- i mikrośladników w ziarnie jęczmienia (tabele 7 i 8).

Tabela 7. Zawartość związków mineralnych w ziarnie jęczmienia browarnego
Table 7. Content of mineral compounds in malt barley grain

Wyszczególnienie Specification		N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	N-NO ₃
		%								mg·kg ⁻¹
Deszczowanie Sprinkling irrigation	W ₀	2,0	0,48	0,47	0,033	0,095	0,024	135	42	299
	W ₁	1,9	0,53	0,53	0,033	0,097	0,025	100	32	274
Nawożenie Fertilisation	N ₀	1,9	0,46	0,45	0,027	0,093	0,019	113	32	277
	N ₁	1,9	0,48	0,49	0,031	0,096	0,020	120	39	285
	N ₃	2,2	0,56	0,56	0,035	0,099	0,034	121	40	297
Średnia – Mean		2,0	0,50	0,50	0,031	0,096	0,024	118	37	286
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:										
deszczowania sprinkling irrigation		ni – ns	0,041	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns	6,22	3,32	17,42
nawożenia – fertilisation		0,27	0,077	0,091	0,0051	ni – ns	0,014	ni – ns	ni – ns	ni – ns

ni – ns – różnice nieistotne – non-significant differences

Pod wpływem zwiększonego nawożenia NPK zawartość azotu wzrastała, natomiast deszczowanie przyczyniło się do jej obniżenia w ziarnie obu roślin. Zawartość fosforu w ziarnie nieznacznie wzrastała pod wpływem deszczowania. Ziarno jęczmienia obficie nawożonego i deszczowanego zawierało więcej potasu. Wpływ zastosowanego nawożenia na zawartość magnezu był niewielki, natomiast zawartość Ca wzrosła pod wpływem zwiększonego nawożenia.

Tabela 8. Zawartość związków mineralnych w ziarnie jęczmienia pastewnego
Table 8. Content of mineral compounds in fodder barley grain

Wyszczególnienie Specification		N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	N-NO ₃
		%								mg·kg ⁻¹
Deszczowanie Sprinkling irrigation	W ₀	2,1	0,50	0,53	0,035	0,097	0,033	116	39	283
	W ₁	1,9	0,54	0,56	0,035	0,097	0,035	113	32	262
Nawożenie Fertilisation	N ₀	1,8	0,48	0,49	0,029	0,092	0,25	106	30	264
	N ₁	1,9	0,50	0,55	0,034	0,095	0,31	117	35	275
	N ₃	2,2	0,58	0,59	0,038	0,099	0,36	121	41	279
Średnia – Mean		2,0	0,52	0,54	0,034	0,095	0,31	115	35	273
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:										
deszczowania sprinkling irrigation		0,18	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns	3,11	ni – ns
nawożenia – fertilisation		0,30	0,032	0,053	0,0043	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns

ni – ns – różnice nieistotne – non-significant differences

Nawożenie dodatnio wpłynęło na wzrost zawartości sodu w ziarnie, natomiast deszczowanie nie spowodowało wyraźnych zmian. Należy podkreślić, że zastosowanie wyższego nawożenia oraz dodatkowego deszczowania miało wpływ na zwiększenie zawartości P, K, Ca, Mg i Na w ziarnie. Deszczowanie jęczmienia spowodowało wyraźne obniżenie zawartości Fe, Zn oraz azotanów w jęczmieniu browarnym i pastewnym. Pod wpływem zwiększonego nawożenia (3 NPK) w ziarnie wzrosła zawartość Zn.

Analizując wskaźniki wartości paszowej stwierdzono, że były one dość wyrównane. Zastosowane deszczowanie w niewielkim stopniu zwiększyło zawartość w ziarnie tłuszczu, substancji bezazotowych wyciągowych, popiołu surowego i białka ogólnego, natomiast zawartość włókna surowego zmalała. Nawożenie mineralne spowodowało zwiększenie zawartości białka ogólnego aż o 30%. Zawartość pozostałych składników – tłuszczu, włókna surowego oraz bezazotowych wyciągowych – wzrosła nieznacznie.

Na podstawie wyników zebranych w tabeli 9 można stwierdzić, że deszczowanie miało istotny wpływ na zawartość substancji bezazotowych wyciągowych, białka ogólnego oraz popiołu surowego. Nieistotny natomiast był wpływ deszczowania na zawartość tłuszczu oraz włókna surowego w ziarnie.

Ziarno jęczmienia przeznaczone do wyrobu płatków i kaszy powinno się charakteryzować brakiem zanieczyszczeń, dużą zawartością białka (podobnie jak przy użytkowaniu pastewnym) oraz wysokim stopniem wyrównania. Istotnym czynnikiem decydującym o jakości jęczmienia pastewnego było deszczowanie, które średnio o 13,5% zwiększyło celność ziarna. Wpływ nawożenia na przydatność konsumpcyjną jęczmienia wyraził się nieznacznym pogorszeniem wyrównania ziarna. O wartości pokarmowej ziarna jęczmienia pastewnego decydowała w głównej mierze zawartość białka ogólnego. Ziarno deszczowanego jęczmienia pastewnego zawierało mniej białka, natomiast nawożonego dużymi dawkami NPK nieco więcej. Wprawdzie pod wpływem deszczowania zawartość białka obniżyła się w ziarnie jęczmienia pastewnego, ale zastosowanie deszczowania łącznie z dużymi dawkami NPK rekompensowało te straty poprzez większe plony ziarna z poletek deszczowanych.

Tabela 9. Wskaźniki wartości paszowej ziarna jęczmienia pastewnego, % s.m.

Table 9. Fodder value indices of fodder barley grain, % d.m.

Deszczowanie Sprinkling irrigation	Nawożenie Fertilisation	Tłuszcz Fat	Włókno surowe Raw fiber	Bezazotowe wyciągowe NFE	Popiół surowy Crude ash	Białko ogólne Total protein
W ₀		2,84	6,1	76,1	2,1	12,2
W ₁		2,87	6,0	77,0	2,2	13,0
	N ₀	2,8	5,7	78,5	2,1	11,0
	N ₃	2,9	6,4	74,5	2,1	14,3
Średnia – Mean		2,9	6,1	76,5	2,1	12,7
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:						
deszczowania – sprinkling irrigation		ni – ns	ni – ns	0,56	0,71	0,61
nawożenia – fertilisation		ni – ns	0,19	0,41	ni – ns	0,35

ni – ns – różnice nieistotne – non-significant differences

Ziarno jęczmienia browarnego przeznaczone do słodowania powinno charakteryzować się możliwie niską zawartością białka w suchej masie (nie większą niż 13,5%). Niepożądana też jest zawartość białka poniżej 9%, co w Polsce na ogół się nie zdarza. Często natomiast występuje nadmierna zawartość białka w ziarnie. Inną ważną cechą jęczmienia przeznaczonego na sód jest energia kiełkowania, która powinna być nie mniejsza niż 90%. Ponadto istotne jest również wyrównanie ziarna, które powinno stanowić nie mniej niż 85%.

Porównując wskaźniki uzyskane w doświadczeniu z obowiązującymi normami, można stwierdzić, że zastosowane deszczowanie pozwoliło uzyskać ziarno spełniające wymogi przydatności browarnej, natomiast ziarno z poletek niedeszczowanych nie spełniało większości tych wymagań, głównie z powodu zwiększonej zawartości białka oraz zbyt niskiego wyrównania ziarna (tab. 10). Deszczowanie spowodowało obniżenie zawartości białka ogólnego, zwiększyło celność ziarna oraz poprawiło energię kiełkowania.

Tabela 10. Przydatność browarna ziarna jęczmienia

Table 10. Brewery suitability of malt barley grain

Deszczowanie Sprinkling irrigation	Nawożenie Fertilisation	Orlik		Rudzik	
		Wyrównanie ziarna	Energia kiełkowania	Wyrównanie ziarna	Energia kiełkowania
		Grain uniformity 2,8-2,5 mm	Germination energy %	Grain uniformity 2,8-2,5 mm	Germination energy %
W ₀		72,8	95	73,1	95
W ₁		85,0	97	86,9	97
	N ₀	77,5	96	79,9	96
	N ₁	80,2	96	81,2	96
	N ₂	79,3	96	80,6	96
	N ₃	78,6	96	78,3	96
Średnia – Mean		78,9	96	80,0	96

Wpływ dużych dawek nawożenia i ich współdziałania z deszczowaniem był nieznaczny. Energia kiełkowania nie zmieniła się, natomiast wyrównanie ziarna w niewielkim stopniu uległo obniżeniu.

Deszczowanie oraz nawożenie mineralne wpłynęły na skład chemiczny plonu. Pod wpływem deszczowania zmniejszyła się zawartość azotu, a w konsekwencji zawartość białka w ziarnie jęczmienia browarnego i pastewnego. Zdaniem Buniaka [1986] można to tłumaczyć tym, iż w warunkach dobrego zaopatrzenia w wodę i azot następuje wzmożenie produktywności procesu fotosyntetycznego, a w wyniku tego niejako „rozcieńczenie” zawartości azotu w roślinie. Uzyskane wyniki w pełni potwierdzają rezultaty badań Dzieżycza i in. [1982] dotyczących pszenicy jarej i jęczmienia jarego. Autor stwierdził, że obniżenie zawartości białka w ziarnie jęczmienia pastewnego pod wpływem deszczowania jest niekorzystne, natomiast nawożenie spowodowało zwiększenie zarówno zawartości azotu w ziarnie, jak i białka. Uzyskane wyniki wskazują także, iż zastosowanie deszczowania wraz z odpowiednim nawożeniem może zwiększyć zawartość białka w ziarnie. Stwierdzone w doświadczeniu zależności są zgodne z wynikami Kuszelewskiego i Łabętowicza [1978] oraz Jankowiaka i Chrósta [1982].

Warunki wilgotnościowe gleby i nawożenie mineralne nie wpłynęły w sposób znaczący na zawartość P, K, Ca, Mg w ziarnie, natomiast spowodowały zwiększenie ilości Fe i Zn. Również Piechowiak i in. [1982] stwierdzili brak znaczącego wpływu deszczowania i nawożenia mineralnego na zawartość składników mineralnych w ziarnie.

WNIOSKI

Wyniki uzyskane w doświadczeniu przeprowadzonym na glebie lekkiej dowodzą, że dzięki uzupełniającemu deszczowaniu z równoczesnym stosowaniem dużych dawek nawozu mineralnego można uzyskać wysokie plony jęczmienia oraz podnieść produktywność gleby. Nawadnianie i nawożenie mineralne korzystnie wpływa na dorodność ziarna zarówno jęczmienia browarnego, jak i pastewnego. Ziarno deszczowanego i obficie nawożonego jęczmienia browarnego spełnia wymogi przydatności browarnej. Także ziarno jęczmienia pastewnego pochodzącego z pól deszczowanych i nawożonych wysokimi dawkami NPK charakteryzuje się dobrymi parametrami jakościowymi. Deszczowanie i stosowanie wysokich dawek nawozów mineralnych może być opłacalne wówczas, jeśli zmieniają się proporcje cen produktów rolnych i środków produkcji.

PIŚMIENNICTWO

- Bieszczad S., Piotrowski M., 1992. Plonowanie pszenżyta jarego w warunkach deszczowania i zróżnicowanego nawożenia mineralnego. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Rolnictwo180, 15-21.
- Buniak W., 1986. Wpływ nawadniania i zróżnicowanego nawożenia na wykorzystanie i produktywność nawozów mineralnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 268, 663-679.
- Dzieżyc J., 1978. Nawadnianie roślin. PWRiL Wrocław.
- Dzieżyc J., 1988. Rolnictwo w warunkach nawadniania. PWN Warszawa.
- Dzieżyc J., Pekarnik K., Buniak W., 1982. Zawartość makroskładników w ziemniakach, pszenicy i jęczmieniu zależnie od warunków wodnych oraz dawek azotu i potasu. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 236, 293-300.
- Jankowiak J., Chróst J., 1982. Wpływ nawadniania i nawożenia mineralnego na zmiany zawartości składników mineralnych w roślinie i glebie. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 236, 283-291.

- Karczmarczyk S., Laskowski S., Zbieć I., Nowicka S., 1982. Wpływ deszczowania i nawożenia mineralnego na plonowanie i skład chemiczny nasion bobiku oraz ziarna pszenicy i jęczmienia. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 236, 303-312.
- Koszański Z., Karczmarczyk S., Nowicka S., 1984. Wpływ deszczowania i nawożenia mineralnego na plonowanie i jakość jęczmienia ozimego. *Zesz. Nauk. AR Szczecin, Rolnictwo* 162, 85-91.
- Koźmiński Cz., Trzeciak S., Czarnecka M., 1977. Opady atmosferyczne na terenie województwa szczecińskiego. *Wyd. Zakładu Upowszechniania Postępu AR w Szczecinie.*
- Krężel R., 1979. Plonowanie pszenicy ozimej i jęczmienia jarego na glebie zwięzłej w trzyletnich zmianowaniach o różnym udziale zbóż. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 218, 69-74.
- Kukuła S., Pecio A., Górski T., 1999. Związek pomiędzy wskaźnikiem klimatycznego bilansu wodnego a zawartością białka w ziarnie jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.* XVI 4(64), 81-89.
- Kuszelewski L., Łabętowicz J., 1978. Działanie i wykorzystanie nawozów w płodozmianie roślin uprawy polowej w warunkach deszczowania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 199, 17-26.
- Panek K., 1989. Potrzeby wodne roślin zbożowych. [W:] *Potrzeby wodne roślin uprawnych.* Praca zbiorowa pod red. J. Dzieżyca, PWN Warszawa, 50-84.
- Piechowiak K., Lehmann K., Orłowski F., Borówczak F., 1982. Wpływ deszczowania oraz nawożenia mineralnego na zawartość makroelementów w biomase roślin uprawnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 236, 273-282.
- Podsiadło C., 1993. Wpływ deszczowania i nawożenia mineralnego na plonowanie pszenicy ozimej. *AR Szczecin, praca doktorska.*
- Polska Norma. Polski Komitet Normalizacji. PN-R-74110. Jęczmień. *Metody badań.*
- Wojtasik D., 2004. Wpływ deszczowania i nawożenia mineralnego na plonowanie jęczmienia browarnego i pastewnego uprawianego na glebie lekkiej. *Cz. I. Wzrost i rozwój roślin.* *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3(2), 119-129.
- Zbieć I., 1996. Reakcja trzech odmian pszenicy jarej na deszczowanie i nawożenie mineralne na glebie lekkiej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 438, 345-350.
- Żarski J., 1993. Reakcja zbóż jarych na deszczowanie i nawożenie azotowe w warunkach gleby bardzo lekkiej. *ATR Bydgoszcz, Rozprawy* 59.

EFFECT OF SPRINKLING IRRIGATION AND MINERAL FERTILISATION ON MALT AND FODDER BARLEY CULTIVATED ON LIGHT SOIL PART II. YIELD AND QUALITY OF GRAIN

Abstract. The comparison of spring malt and fodder barley yields has shown that fodder cultivars react better to sprinkling irrigation and fertilisation, which is seen by slightly higher yields. A simplified economic analysis showed the profitability of high mineral fertilization, whereas sprinkling irrigation was not profitable even when applied with the highest NPK dose. It must have been due to an inadequate relation between the price of grain and the cost of production means. Sprinkling irrigation and fertilisation showed a clearly favourable effect on the quality of malt and fodder barley grain. Sprinkling-irrigated and well fertilized malt barley grain met the brewery standards. Similarly fodder barley grain from sprinkling-irrigated and triple-NPK-dose-fertilized plots was of high fodder quality.

Key words: barley, sprinkling irrigation, fertilisation, yield, grain quality

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 15.05.2004