

PLONOWANIE ORAZ ZAWARTOŚĆ TŁUSZCZU,  
KWASÓW TŁUSZCZOWYCH I BIAŁKA W NASIONACH KRAJOWYCH  
ODMIAN SOI W WARUNKACH SUSZY

*Sławomir Michałek, Edward Borowski*

Katedra Fizjologii Roślin, Akademia Rolnicza  
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin  
e-mail: slawomir.michalek@ar.lublin.pl

**Streszczenie.** W latach 2002 - 2003 przeprowadzono doświadczenia w hali wegetacyjnej i na polu, których celem było określenie wpływu okresowej suszy na niektóre komponenty struktury plonu, masę uzyskanych nasion, zawartość tłuszczu, kwasów tłuszczowych oraz białka w krajowych odmianach soi. Uzyskane wyniki wskazują, że najwięcej strąków z rośliny uzyskano niezależnie od warunków wzrostu roślin, z odmian Nawiko i Mazowia, najmniej z odmian Aldana i Jutro, zastosowana susza wyraźnie ograniczyła wytwarzanie strąków, natomiast nie wpłynęła istotnie na liczbę nasion w strąku, w doświadczeniu wazonowych stwierdzono także istotny wpływ suszy na spadek MTN. Największą masę nasion w obu doświadczeniach, wydały odmiany Polan, Nawiko i Mazowia. Okresowa susza zredukowała plon w doświadczeniu wazonowym o 49,1%, a polowym o 19,8%, jednakże spadek masy nasion u odmian Polan, Progres, Mazowia, Gaj i Nawiko był mniejszy niż u odmian Aldana i Jutro. Najwięcej tłuszczu, niezależnie od poziomu wilgotności podłoża, zawierały nasiona odmiany Aldana i Jutro, w doświadczeniu wazonowym średnio 17,7%, a polowym 14,9%. Okresowy niedobór wody wpłynął na obniżenie zawartości procentowej tłuszczu w nasionach wszystkich badanych odmian soi, w doświadczeniu wazonowym średnio o 2,3%, a polowym o 0,7%, w największym stopniu u odmian Nawiko, Progres i Polan. Warunki suszy wpłynęły na wzrost zawartości nasyconych, a spadek zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych w nasionach, odpowiednio o 3,5% i 13,6%. Spadek zawartości kwasów tłuszczowych nienasyconych w największym stopniu dotyczył odmiany Mazowia (o 28,2%) i Gaj (o 22,6%). Najwyższą zawartość białka niezależnie od warunków wzrostu w obu doświadczeniach, zawierały nasiona odmian Gaj (śr. 41,4%) i Polan (śr. 40,8%), a najniższą Mazowia (śr. 37,9%) i Jutro (śr. 38,5%). Okresowa susza wpłynęła na zwiększenie zawartości procentowej białka w nasionach soi.

**Słowa kluczowe:** susza, soja, MTN, liczba strąków, plon, białko, tłuszcz, kwasy tłuszczowe

## WSTĘP

Soja (*Glycine max* (L.) Merrill) wzbudza w ostatnich latach coraz szersze zainteresowanie. Jest to związane z dostrzeżeniem jej wielostronnych zalet biologicznych i dietetycznych. Soja jest wyjątkowo cennym źródłem białka i tłuszczu w nasionach [12]. Zarówno formy botaniczne, jak i odmiany uprawne soi różnią się pokrojem roślin, owłosieniem łodyg i liści, barwą kwiatów i nasion, ich wielkością oraz zawartością procentową białka i tłuszczu w nasionach. Soja podobnie jak inne rośliny strączkowe zaliczana jest do gatunków wrażliwych na okresowe niedobory wody w glebie. Wywołują one deficyt wody w tkankach, który poprzez zahamowanie przebiegu różnych procesów fizjologicznych, wpływa na wzrost i rozwój roślin, a w konsekwencji na ich plonowanie i skład chemiczny [2,4,6,7, 9,10,11,13,15,16].

Obecnie na świecie trwają intensywne badania i prace hodowlane nad uzyskaniem odmian roślin odpornych na stresy środowiskowe, ponieważ w tym widzi się możliwość poważnej zwyżki plonów. Uważa się bowiem, iż nawożenie i ochrona roślin nie dają już możliwości znacznego podwyższenia plonów.

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu okresowej suszy na komponenty struktury plonu, masę nasion, zawartość tłuszczu, kwasów tłuszczowych oraz białka w krajowych odmianach soi.

## MATERIAŁ I METODY

Prezentowane badania obejmują doświadczenia wazonowe przeprowadzone w roku 2002 i 2003, w hali wegetacyjnej AR w Lublinie oraz doświadczenia polowe w miejscowości Zakrzew, woj. lubelskie. Obiektem doświadczalnym było 7 odmian soi krajowej hodowli: Aldana, Gaj, Jutro, Mazowia, Nawiko, Polan i Progres, będących w rejestrze COBORU. Nasiona 5 pierwszych odmian pochodziły z hodowli IHAR w Radzikowie, zaś odmiany Gaj i Nawiko z hodowli Katedry Genetyki AR w Poznaniu. Przed wysiewem do wazonów o pojemności 10 dm<sup>3</sup> wypełnionych ziemią uniwersalną z piaskiem (3:1), nasiona poddano 12 godzinnemu pęcznieniu w H<sub>2</sub>O, a następnie zaszczepiono je nitraginą zawierającą szczep *Rhizobium japonicum* (szczepionka na torfie). Seria doświadczalna zawierająca jedną odmianę soi złożona była z 12 wazonów, w jednym wazonie rosły 3 rośliny soi. Po wschodach roślin przez okres 3 tygodni, we wszystkich wazonach, uwodnienie podłoża w doświadczeniach, utrzymywano metodą wagową na poziomie 70% pełnej pojemności wodnej (p.p.w.) określonej w stosunku do suchej masy podłoża. Po tym okresie połowę roślin soi każdej odmiany (6 losowo wybranych wazonów) poddano dwukrotnie, w fazie początków kwitnienia i fazie wypełniania nasion okresowej 10 dniowej suszy. Okres suszy liczono od czasu uzyskania w wazonach wilgotności podłoża 25% p.p.w.

Doświadczenie polowe założono w układzie split-plot na glebie brunatnej powstałej z utworów lessopodobnych, klasy bonitacyjnej IIIa. Rośliny wysiano na poletka o powierzchni 1 m<sup>2</sup> w rzędy o rozstawie 33 cm. i po wschodach pozostawiono 75 roślin·m<sup>2</sup>. Każda odmiana soi występowała na 8 poletkach, z których cztery w okresie od osiągnięcia przez rośliny fazy 2-3 liści do fazy kwitnienia były osłonięte od deszczu folią rozpiętą na specjalnie przygotowanej konstrukcji. Rośliny więc na tych poletkach były okresowo traktowane suszą, na poletkach nie osłoniętych stanowiły kontrolę. Oznaczone nasycenie gleby wodą w 8 tygodniu od wschodów roślin soi wynosiło na poletkach kontrolnych średnio 52% p.p.w., a na poletkach osłanianych przed deszczem 27% p.p.w. Gdy rośliny w doświadczeniach wazonowych i doświadczeniu polowym osiągnęły fazę dojrzałości zbiorczej określono liczbę strąków na roślinie, liczbę nasion w strąku, MTN, suchą masę nasion z rośliny, zawartość tłuszczu surowego w nasionach, zawartość i udział poszczególnych kwasów tłuszczowych oraz zawartość białka. Zawartość tłuszczu w nasionach oznaczono metodą ekstrakcyjno-wagową w aparacie Soxtec HT-6, białka w aparacie Kjeltac, natomiast analizę kwasów tłuszczowych wykonano chromatografią gazową [14].

Wyniki przedstawione w tabelach, dotyczące doświadczeń wazonowych stanowią średnią z obu lat prowadzonych badań. Uzyskany plonu nasion, liczbę strąków na roślinie, średnią ilość nasion w strąku oraz MTN poddano analizie statystycznej stosując układ podwójnej klasyfikacji krzyżowej i półprzedziały ufności Tuckey'a przy p<sub>0,05</sub>, oznaczone pod tabelą jako NIR.

#### WYNIKI I DYSKUSJA

Analizując wyniki zawarte w tabeli 1 i 2 można zauważyć, że odmiany o niskiej masie tysiąca nasion plonowały lepiej zarówno w warunkach kontroli jak i suszy, co potwierdzają badania Pisulewskiej i in. [5]. Odmiany Nawiko i Mazowia wydały najwięcej strąków z rośliny zarówno w kontroli jak i po przejściu okresowej suszy, najmniej strąków uzyskano u odmian Aldana i Jutro. Niedobór wody w podłożu wyraźnie ograniczył wytwarzanie strąków, natomiast nie wpłynął istotnie na liczbę nasion w strąku. W obu typach doświadczeń stwierdzono, że pod wpływem suszy następuje spadek MTN, który średnio wynosił w doświadczeniu wazonowym 9,9%, zaś w doświadczeniu polowym tylko 3,8% (tab. 1).

Najwyższą masę nasion w doświadczeniu wazonowym uzyskano z roślin utrzymywanych w warunkach dobrego uwilgotnienia podłoża – kontrola (średnio 5,24 g-roślina<sup>-1</sup>), (tab. 2). Zastosowanie suszy spowodowało, że średnia masa nasion wszystkich badanych odmian soi obniżyła się o blisko 50%. Różnie też na okreso-

**Tabela 1.** Wpływ suszy w doświadczeniu wazonowym i polowym na niektóre komponenty struktury plonu soi  
**Table 1.** Effect of drought in the pot and field experiment on some components of soybean yielding structure

Odmiany soi Soybean cultivars (B)	Liczba strąków na roślinie Number of pods per plant				Liczba nasion w strąku Number of seeds per pod				MNT (g) Weight of 1000 seeds (g)			
	Doświadczenie wazonowe – Pot experiment											
	Wilgotność podłoża Soil moisture (A)		Śred. Mean A	NIR LSD A	Wilgotność podłoża Soil moisture (A)		Śred. Mean A	NIR LSD A	Wilgotność podłoża Soil moisture (A)		Śred. Mean A	NIR LSD A
Kontrola Control	Susza Drought			Kontrola Control	Susza Drought			Kontrola Control	Susza Drought			
Aldana	10,9	6,6	8,7		2,05	1,76	1,90		205	184	194	
Jutro	10,4	6,2	8,3		2,00	1,72	1,86		210	187	198	
Polan	14,9	9,6	12,2		1,94	1,79	1,86		176	159	167	
Progres	13,4	8,6	11,0	0,22	1,90	1,66	1,78	0,12	181	169	175	9,4
Mazowia	14,0	8,9	11,4		2,10	2,02	2,06		166	149	157	
Gaj	15,2	9,4	12,3		1,89	1,63	1,76		181	168	174	
Nawiko	14,6	9,8	12,2		2,14	2,25	2,19		153	135	144	
Średnia Mean B	13,3	8,4	10,8		2,00	1,86	1,93		182	164	173	
NIR LSD B	0,38			r.n – ns				16,2				
NIR LSD A x B			0,57					0,25		r.n ns		

**Tabela 1. c.d.**

**Table 1. Cont.**

Odmiany soi Soybean cultivars (B)	Liczba strąków na roślinie Number of pods per plant				Liczba nasion w strąku Number of seeds per pod				MNT (g) Weight of 1000 seeds (g)			
	Doświadczenie wazonowe – Pot experiment											
	Wilgotność podłoża Soil moisture (A)		Śred. Mean A	NIR LSD A	Wilgotność podłoża Soil moisture (A)		Śred. Mean A	NIR LSD A	Wilgotność podłoża Soil moisture (A)		Śred. Mean A	NIR LSD A
	Kontrola Control	Susza Drought			Kontrola Control	Susza Drought			Kontrola Control	Susza Drought		
Doświadczenie polowe – Field experiment												
Aldana	19,2	14,2	16,7		1,78	1,73	1,75		238	218	228	
Jutro	20,5	15,1	17,8		1,75	1,69	1,72		246	232	239	
Polan	18,8	15,6	17,2		1,81	1,77	1,79		195	189	191	
Progres	19,6	15,1	17,3	1,23	1,82	1,72	1,77	0,10	201	198	199	23
Mazowia	22,5	19,7	21,1		1,86	1,84	1,82		172	169	170	
Gaj	21,2	17,8	19,5		1,69	1,64	1,66		219	216	217	
Nawiko	23,4	22,3	22,3		1,88	1,85	1,86		161	155	158	
Średnia Mean B	20,9	17,0	18,9		1,80	1,75	1,77		209	201	205	
NIR LSD B	1,65				r.n. – ns				r.n. – ns			
NIR LSD A x B			2,37				0,25				r.n ns	

wą suszę reagowały uwzględnione w badaniach odmiany soi. W najmniejszym stopniu stres suszy wpłynął w stosunku do kontroli na zmniejszenie masy nasion u odmiany Polan (o 41,2%), w większym u odmian Progres, Mazowia, Nawiko i Gaj (średnio o 48,8%), w największym u odmian Jutro i Aldana (o 53,3%). W warunkach optymalnego uwilgotnienia podłoża, jak i przy okresowej suszy stosunkowo największą masę nasion otrzymano z roślin odmian Polan, Nawiko i Mazowia. Nieco słabiej plonowały odmiany Progres i Gaj, zdecydowanie najslabiej odmiany Jutro i Aldana. Różnica w wysokości plonu nasion odmiany Polan i Jutro wynosiła 26,8%.

**Tabela 2.** Wpływ suszy na suchą masę nasion soi (g-roślina<sup>-1</sup>)

**Table 2.** Effect of drought on dry mass of soybean seeds (g plant<sup>-1</sup>)

Wilgotność podłoża Soil moisture (A)	Odmiany – Cultivars (B)							Śred. dla A Mean for A
	Aldana	Jutro	Polan	Progres	Mazowia	Gaj	Nawiko	
Doświadczenie wazonowe – Pot experiment								
Kontrola Control	4,62	4,38	5,54	5,32	5,75	5,24	5,86	5,24
Susza Drought	2,14	2,06	3,26	2,78	2,94	2,64	2,87	2,67
Spadek Decrease (%)	53,7	53,0	41,2	47,8	48,9	49,6	49,0	49,1
Średnia dla B Mean for B	3,38	3,22	4,40	4,05	4,34	3,94	4,36	4,36
Doświadczenie polowe – Field experiment								
Kontrola Control	8,82	8,78	8,96	8,75	8,58	8,87	8,62	8,81
Susza Drought	6,24	6,18	7,46	7,18	7,64	7,23	7,51	7,06
Spadek Decrease (%)	29,3	29,6	16,8	18,0	13,7	18,5	12,9	19,8
Średnia dla B Mean for B	7,53	7,48	8,21	7,96	8,11	8,05	8,06	7,93

Doświadczenie wazonowe: NIR<sub>0,005</sub>: wilgotność 0,11; odmiana 0,21; wilgotność × odmiana 0,44,

Pot experiment: LSD<sub>0,05</sub>: moisture 0.11; cultivar 0.21; moisture × cultivar 0.44,

Doświadczenie polowe: NIR<sub>0,005</sub>: wilgotność 0,15; odmiana 0,19; wilgotność × odmiana 0,37,

Field experiment: LSD<sub>0,05</sub>: moisture 0.15; cultivar 0.19; moisture × cultivar 0.37.

Również w doświadczeniu polowym badane odmiany różniły się istotnie wysokością plonu nasion zarówno w warunkach kontrolnych jak i zastosowanej suszy

(tab. 2). Najwyższą masę nasion uzyskano w kontroli z roślin odmiany Polan (8,96 g) oraz Gaj (8,87 g), mniejszy plon wydały odmiany Aldana, Jutro i Progres (średnio 8,78 g), a najmniejszy odmiany Mazowia i Nawiko (8,58 g i 8,62 g). Rośliny poddane suszy wytworzyły średnio o prawie 20% niższą masę nasion, przy czym wystąpiły różnice w procentowym spadku masy nasion zależne od odmiany. Najbardziej zmniejszyła się masa nasion u odmian Jutro i Aldana (średnio o 29,4%), mniej u odmian Gaj, Progres i Polan (średnio o 17,8%), zaś najmniej u odmian Mazowia (o 13,7%) i Nawiko (12,9%). Z podobną opinią o wpływie suszy na plonowanie soi, można spotkać się w pracach Szyrmera [11], dotyczących krajowych odmian soi i Rose'a [6], Singh'a i Singh'a [9], Hidy i in. [3] oraz Wang'a i in. [13], dotyczących odmian zagranicznych.

Warunki suszy wpłynęły na obniżenie zawartości tłuszczu w nasionach soi, przy czym w doświadczeniu wazonowym spadek wynosił średnio dla badanych odmian 13,8%, a w doświadczeniu polowym 4,8%. Związane to było przypuszczalnie z większą różnicą wilgotności w okresie suszy w wazonach niż w glebie. Reakcja jednakże badanych odmian na zastosowany stres w tych warunkach była podobna. W największym stopniu spadła zawartość tłuszczu u odmiany Nawiko (o 12,5%), a najmniejszym u Jutro (o 5,1%). Niezależnie od warunków wzrostu roślin soi najwyższą zawartością tłuszczu charakteryzowały się nasiona odmian Jutro i Aldana (16,3%), niższą Polan, Mazowia i Progres (16,7-17,1%), a najniższą Nawiko i Gaj (13,7% i 13,8%) (tab. 3). O wysokiej zawartości tłuszczu w nasionach soi odmiany Aldana i niższej odmiany Nawiko donosi Ziótek i in. [17]

Pod wpływem zastosowanej suszy, zwiększyła się zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu surowym, uzyskanym z nasion badanych odmian soi (tab. 4), w największym stopniu wzrost ten dotyczył odmiany Aldana (o 9,2%), nie wykryto zaś wpływu suszy na zawartość tych kwasów w nasionach odmiany Mazowia.

Jednocześnie susza spowodowała spadek zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych w nasionach (tab. 5), najbardziej obniżyła się zawartość tych kwasów u odmiany Mazowia i Gaj. Przeprowadzone badania wykazały, że badane odmiany charakteryzowały się niższym udziałem jednonienasyconych kwasów tłuszczowych, w granicach 15,79-27,52%, zaś dużo wyższym wielonienasyconych kwasów tłuszczowych 53,31-66,94% (tab. 6). Najmniej jednonienasyconych kwasów wykryto w nasionach odmiany Nawiko, najwięcej zaś odmiany Aldana. Zaś udział wielonienasyconych kwasów tłuszczowych był najniższy dla odmiany Jutro, a najwyższy dla odmiany Nawiko (tab. 6). Podobne zależności dotyczące udziału kwasów tłuszczowych dla czterech odmian soi stwierdziła Pisulewska i in. [5].

**Tabela 3.** Wpływ suszy na zawartość tłuszczu surowego w nasionach soi (% s.m.)  
**Table 3.** Effect of drought on crude fat content in soybean seeds (% of d.m)

Wilgotność podłoża Soil moisture (A)	Odmiany – Cultivars (B)							Śred. dla A Mean for A
	Aldana	Jutro	Polan	Progres	Mazowia	Gaj	Nawiko	
Doświadczenie wazonowe – Pot experiment								
Kontrola Control	19,4	18,3	17,6	16,2	15,4	14,8	15,0	16,7
Susza Drought	17,0	16,2	14,8	13,8	13,9	13,3	12,2	14,4
Spadek Decrease (%)	12,4	11,5	15,9	14,8	9,8	10,1	18,7	13,8
Średnia dla B Mean for B	18,2	17,2	16,2	15,0	14,6	14,0	13,6	15,5
Doświadczenie polowe – Field experiment								
Kontrola Control	15,0	14,9	15,1	15,2	14,6	14,2	14,3	14,7
Susza Drought	14,7	15,1	14,2	13,8	13,6	13,3	13,4	14,0
Spadek Decrease (%)	2,0	+1,3	6,0	9,2	6,8	6,3	6,3	4,8
Średnia dla B Mean for B	14,8	15,0	14,6	14,5	14,1	13,7	13,8	14,3

**Tabela 4.** Wpływ suszy na zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych w nasionach soi (w % masy  
tłuszczu surowego)

**Table 4.** Effect of drought on saturated fatty acid content in soybean seeds (in % of mass of crude fat)

Wilgotność podłoża Soil moisture (A)	Odmiany – Cultivars (B)							Śred. dla A Mean for A
	Aldana	Jutro	Polan	Progres	Mazowia	Gaj	Nawiko	
Doświadczenie wazonowe – Pot experiment								
Kontrola Control	12,30	13,65	12,33	13,81	12,68	12,62	12,75	12,88
Susza Drought	13,43	13,92	12,83	14,07	12,67	13,28	13,09	13,33
Wzrost Increase (%)	9,2	2,0	4,0	1,9	0,0	5,2	2,7	3,5
Średnia dla B Mean for B	12,86	13,78	12,58	13,94	12,67	12,95	12,92	13,10



**Tabela 5.** Wpływ suszy na zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych w nasionach soi (w % masy tłuszczu surowego)

**Table 5.** Effect of drought on unsaturated fatty acid content in soybean seeds (in % of mass of crude fat)

Wilgotność podłoża Soil moisture (A)	Odmiany – Cultivars (B)							Śred. dla A Mean for A
	Aldana	Jutro	Polan	Progres	Mazowia	Gaj	Nawiko	
Doświadczenie wazonowe – Pot experiment								
Kontrola Control	59,44	52,69	56,84	57,23	61,02	62,86	61,09	58,74
Susza Drought	56,22	46,12	48,15	55,25	43,84	48,66	56,80	50,72
Spadek Decrease (%)	5,4	12,5	15,3	3,5	28,2	22,6	7,0	13,6
Średnia dla B Mean for B	57,83	49,40	52,49	56,24	52,43	55,76	58,94	54,73

Pod wpływem zastosowanej suszy w obydwu doświadczeniach, zwiększyła się zawartość białka w nasionach (względem kontroli) średnio o 6,4%, w największym stopniu u odmiany Progres (o 8,1%), a najmniejszym u Gaj (o 5,3%). Najwięcej przy tym białka niezależnie od warunków wzrostu zawierały nasiona odmian Gaj i Polan (41,4% i 40,8%), mniej odmian Nawiko, Aldana i Progres (średnio 39,4%), a najmniej odmian Mazowia i Jutro (37,9% i 38,5%) (tab. 7).

Wzrost zawartości białka i spadek tłuszczu w nasionach soi pod wpływem suszy obserwowali także Sale i Campbell [7], Foroud i in. [2], Sarkar [8], Anuradha i Sarma [1], You [15], Zhang i in. [16] oraz Kubova [4]. Natomiast nie stwierdził takiej zależności Sionit i Kramer [10].



**Tabela 7.** Wpływ suszy na zawartość białka ogólnego w nasionach soi (% s.m.)  
**Table 7.** Effect of drought on total protein content in soybean seeds (% of d.m)

Wilgotność podłoża Soil moisture (A)	Odmiany – Cultivars (B)							Śred. dla A Mean for A
	Aldana	Jutro	Polan	Progres	Mazowia	Gaj	Nawiko	
Doświadczenie wazonowe – Pot experiment								
Kontrola Control	36,8	36,7	37,4	36,8	34,8	38,5	37,7	36,9
Susza Drought	38,6	38,4	39,8	38,9	37,4	41,6	39,5	39,2
Spadek Decrease (%)	4,9	4,6	6,4	5,7	7,5	8,0	4,8	6,2
Średnia dla B Mean for B	37,7	37,5	38,6	37,8	36,1	40,0	38,6	38,0
Doświadczenie polowe – Field experiment								
Kontrola Control	39,6	37,9	42,1	38,4	38,9	42,4	39,3	39,8
Susza Drought	42,8	41,2	44,0	42,5	40,6	43,5	42,2	42,4
Spadek Decrease (%)	8,1	8,7	4,5	10,7	4,4	2,6	7,4	6,5
Średnia dla B Mean for B	41,2	39,5	43,0	40,4	39,7	42,9	40,7	41,1

#### WNIOSKI

1. Okresowa susza zastosowana zarówno w doświadczeniu wazonowym jak i polowym wpłynęła na istotne obniżenie średniej liczby strąków na roślinie i MTN w doświadczeniu wazonowym, co skutkowało spadkiem plonu nasion u wszystkich badanych odmian soi. Jednakże spadek plonu u odmian Nawiko, Mazowia, Polan, Progres i Gaj był mniejszy, niż u odmian Jutro i Aldana.

2. Okresowy niedobór wody w podłożu i glebie wpływał na obniżenie zawartości procentowej tłuszczu w nasionach wszystkich badanych odmian soi. Największą zawartością tłuszczu charakteryzowały się odmiany Jutro i Aldana, najmniejszą zaś odmiana Gaj i Nawiko.

3. Stres suszy wpłynął na zwiększenie zawartości procentowej białka w nasionach soi. Niezależnie przy tym od warunków wzrostu w obu doświadczeniach, najwięcej białka zawierały nasiona odmian Polan i Gaj, a najmniej Mazowia i Jutro.

4. Warunki suszy wpłynęły na wzrost zawartości nasyconych, a spadek zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych w nasionach, w największym stopniu spadek ten dotyczył odmiany Mazowia i Gaj.

## PIŚMIENNICTWO

1. **Anuradha K., Sarma P.S.:** Influence of applied potassium under moisture stress on morphological characters and seed yield of soybean in Verisols. *J. of Potassium Res.*, 11, 381-384, 1995.
2. **Foroud N., Mundel H.H., Saindon G., Entz T.:** Effect of level and timing of moisture stress on soybean yield, protein, and oil responses. *Field Crops Res.*, 31, 195-209, 1993.
3. **Hida Y., Hirasawa T., Ishihara K.:** Varietal differences in growth of soybeans to soil moisture depletion. *Japanese Journal of Crop Science*, 64, 3, 565-572, 1995.
4. **Kubova A.:** Changes of soybean plant productivity and seed quality under water stress. *Mat. Ogólnopol. Konfer. „Ekofizjologiczne aspekty reakcji roślin na działanie abiotycznych czynników stresowych”*, Kraków 12-14 czerwiec, 129, 1997.
5. **Pisulewska E., Lorenc-Kozik A., Borowiec F.:** Porównanie plonu nasion oraz zawartości tłuszczu i kwasów tłuszczowych w krajowych odmianach soi. *Rośliny Oleiste*, t. XIX, 97-104, 1998.
6. **Rose I. A.:** Effects of moisture stress on the oil and protein components of soybean seeds. *Austr. J. Agricul. Res.*, 39, 163-170, 1988.
7. **Sale P.W.G., Campbell L.C.:** Changes in physical characters and composition of soybean seed during crop development. *Field Crop Res.*, 3, 147-155, 1980.
8. **Sarkar R. K.,** Studies on some morpho-physiological characters in relation to drought tolerance in soybean. *Indian J. Plant Physiology*, 37,1, 40-42, 1994.
9. **Singh K.D., Singh N.P.:** Yield and quality of soybean (*Glycine max* L. Merrill) as influenced by excess soil water at different stages of growth. *Ann. Agricult. Res.*, 14, 95-99, 1993.
10. **Sionit N., Kramer P.J.:** Effect of water stress during different stages of growth of soybean. *Agron. J.*, 69, 274-278, 1977.
11. **Szyrmer J.:** Wpływ odmiany i zróżnicowanych warunków środowiska na plony nasion soi (*Glycine hispida* Max.) oraz zawartość w nich białka i tłuszczu. *Zesz. Nauk. SGGW* 12: 117-135, 1969.
12. **Szyrmer J.:** Hodowla i wprowadzenie do uprawy krajowych odmian soi. *Biul. IHAR*, 164, 25-35, 1987.
13. **Wang P.W., Isoda A., Wei G.Z.:** Growth and adaptation of soybean cultivars under stress conditions. III. Yield response and dry matter production. *Japan. J. Crop Sci.*, 64, 777-783, 1995.
14. **Wierniński J.:** Ogólne zasady przygotowywania materiału biologicznego do analizy składników chemicznych instrumentalnymi metodami Centralnego Laboratorium Aparaturowego. *Wyd. AR Lublin*, 1984.
15. **You Z.G.:** Effects of barnyard grass on nitrogen content, nitrogen quota in above-ground plant organs and seed protein yield of soybeans under different water stress conditions. *Acta Phyto. Sinica*, 22, 355-360, 1995.
16. **Zhang J.R., Gap J.G., Li C. R., Zheng H.Q., Li W.F., Zhu X.C.:** Effect of drought from flowering to seeds filling on the chemical composition of soybeans. *Soybean Sci.*, 15, 84-90, 1996.
17. **Ziótek W., Kulig B., Pisulewska E.:** Plon i zawartość tłuszczu w nasionach soi w zależności od zróżnicowanych terminów i sposobów zbioru oraz lat uprawy. *Rośliny Oleiste* t. XVIII, 287-296, 1997.

YIELDING, OIL, FATTY ACIDS AND PROTEIN CONTENT  
IN THE SEEDS OF POLISH SOYBEAN CULTIVARS  
UNDER DROUGHT CONDITIONS

*Sławomir Michałek, Edward Borowski*

Department of Plant Physiology, Agricultural University  
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin  
e-mail: slawomir.michalek@ar.lublin.pl

**Abstract.** The objective of the experiment carried out during the years 2001-2003 in the greenhouse and in the field was to determine the influence of drought on some components of yielding structure, seed yield, oil content, fatty acid content and protein content in Polish soybean cultivars. The results indicate that the largest number of pods was received, irrespective of the conditions of growth, from Nawiko and Mazowia cultivars, and the lowest from Aldana and Jutro. The drought conditions applied significantly reduced the production of pods and had no effect on the number of seeds in pods. In the pot experiment a significant influence of drought on the weight of 1000 seeds was also observed. The highest weight of seeds, in both experiments, was received from Polan, Nawiko and Mazowia cvs. Periodical drought reduced the seed yield by 49.1% in the pot experiment and by 19.8% in the field, however the drop of the seed weight of Polan, Progres, Mazowia, Gaj and Nawiko was lesser than that of Aldana and Jutro. The highest content of oil, irrespective of the level of soil moisture, was recorded for the seeds of Aldana and Jutro, in the pot experiment on average at 17.7% and in the field experiment at 14.9%. The periodic water deficiency caused a decrease of oil content in soybean seeds of all tested cultivars, in the pot experiment by 2.3% and in the field by 0.7%, in the highest degree in seeds of Nawiko, Progres and Polan. The conditions of drought increased the saturated fatty acid content and decreased unsaturated fatty acid content, by 3.5% and 13.6% respectively. The decrease of unsaturated fatty acid content related to the greatest degree to the seeds of Mazowia (by 28.2%) and Gaj (by 22.6%). The highest protein content was observed in the seeds of Gaj cv. (mean 41.4%) and Polan cv. (mean 40.8%), while the lowest was found in Mazowia cv. (mean 37.9%) and Jutro cv. (mean 38.5%). Periodical drought increased the protein content in soybean seeds.

**Key words:** drought, soybean, weight of 1000 seeds, number of pods, yield, protein, oil, fatty acid