

Jerzy Nawracała

Akademia Rolnicza w Poznaniu, Katedra Genetyki i Hodowli Roślin

## **Efektywność kwitnienia zróżnicowanych genotypów soi (*Glycine max* (L.) Merrill) w warunkach środowiskowych Wielkopolski**

### **Efficiency of flowering of varied soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) genotypes in the environmental conditions of Wielkopolska**

Słowa kluczowe: soja, kwitnienie, zawiązywanie strąków

Key words: soybean, flowering, pod setting

W trzyletnim doświadczeniu przeprowadzono obserwacje efektywności kwitnienia 38 genotypów soi. Genotypy wczesne, o zdeterminowanym typie wzrostu i małej liczbie kwiatów na roślinie, skupionych na pędzie głównym, wykazały większą efektywność kwitnienia w porównaniu z genotypami późnymi, obficie kwitnącymi. Odmiany najpóźniejsze (IV grupa dojrzałości) zawiązywały najmniej strąków (poniżej 10%) i były najbardziej zmienne ( $V = 134,6\%$ ). Najwyższą ( $35,9\%$ ) i najstabilniejszą ( $V = 24,1\%$ ) efektywnością kwitnienia wyróżniła się szwedzka odmiana Fiskeby V. Odmiana ta oraz szwedzkie linie PI 194 639 i PI 196 529 mogą stanowić materiał wyjściowy do prac hodowlanych w warunkach środowiskowych Wielkopolski.

During three year experiment observations of effectiveness of flowering of 38 different soybean genotypes were carried out. Early, determinate genotype had small number of flowers, on main stem mainly. These genotypes had higher efficiency of flowering, compared to late genotypes, which had a lot of flowers. The latest variety (maturity group IV) had the lowest pod setting (below 10%) and the highest variability ( $V = 134.6\%$ ). The highest ( $35.9\%$ ) and the most stable ( $V = 24.1\%$ ) efficiency of flowering was characteristic for Swedish variety Fiskeby V. This variety and lines PI 194 639 and PI 196 529 may be useful as starting material for breeding in Wielkopolska environmental conditions.

## **Wstęp**

Prowadzona w Polsce hodowla twórcza soi napotyka na problem pozyskiwania nowych materiałów wyjściowych do hodowli. Bezpośrednie wprowadzenie do uprawy genotypów z innych krajów jest niemożliwe (Nawracała i Konieczny 1997). Przeniesiona w warunki klimatyczne Polski soja zmienia przebieg faz rozwojowych (Jaranowski i in. 1983), a szczególnie cechy związane z kwitnieniem i zawiązywaniem strąków. Jedną z krytycznych faz wrażliwych na niekorzystne warunki pogodowe jest okres kwitnienia. W Polsce podczas kwitnienia soi często

występują okresy niskich temperatur. Znalezienie genotypów dobrze znoszących niekorzystne warunki pogodowe jest niezbędne dla dalszego postępu w pracach hodowlanych (Szyrmer i Federowska 1975).

Celem niniejszej pracy było dokładne poznanie w warunkach doświadczenia polowego przebiegu kwitnienia, morfologii i efektywności kwitnienia zróżnicowanych genotypów soi oraz znalezienie genotypów o dużej efektywności kwitnienia.

## Material i metody

---

Z kolekcji Katedry Genetyki i Hodowli Roślin do badań wybrano 38 odmian i linii soi różniących się pochodzeniem oraz grupą dojrzałości. Genotypy te charakteryzowały się dużą zmiennością cech związanych z kwitnieniem, stwierdzoną podczas obserwacji materiałów kolekcyjnych. Doświadczenie założono w układzie bloków losowanych w trzech powtórzeniach. Każdego roku nasiona wysiewano ręcznie 27 kwietnia w rozstawie  $30 \times 10$  cm na poletkach trzyrzędowych o długości dwóch metrów. Do obserwacji wybierano z każdego poletka pięć roślin ze środkowego rzędu. Obserwacje prowadzono przez kolejne trzy lata w Stacji Doświadczalnej Katedry Genetyki i Hodowli Roślin w Swadzimiu. Szczegółowe obserwacje kwitnienia przeprowadzono co trzy dni od początku kwitnienia roślin, ustalając liczbę kwiatów na pędzie głównym, liczbę kwiatów na roślinie, długość okresu od siewu do początku kwitnienia, długość okresu kwitnienia rośliny, procent zawiązanych strąków na pędzie głównym, procent zawiązanych strąków na roślinie oraz procent strąków pustych na roślinie. Wyniki opracowano statystycznie przeprowadzając analizę wariancji i obliczając najmniejszą istotną różnicę (NIR). Sprawdzone także hipotezę o interakcji pomiędzy genotypami a latami doświadczenia.

## Wyniki i dyskusja

---

### Warunki pogodowe

Zróżnicowane warunki termiczne i wilgotnościowe w kolejnych latach doświadczenia odbiegały od średnich temperatur i opadów z wielolecia (rys. 1, 2). Pierwszy rok doświadczenia był chłodny i suchy, drugi bardzo ciepły i suchy, a trzeci charakteryzował się temperaturami zbliżonymi do pierwszego roku doświadczenia, ale za to z dużym nadmiarem opadów w czerwcu i lipcu. W rezultacie średnie temperatury panujące w okresie poszczególnych faz rozwojowych roślin soi różniły się znacznie pomiędzy latami doświadczenia (tab. 1). Różnicujący,

zmienny układ warunków atmosferycznych w latach doświadczenia umożliwił prześledzenie przebiegu kwitnienia i zawiązywania strąków w odmiennych warunkach pogodowych.

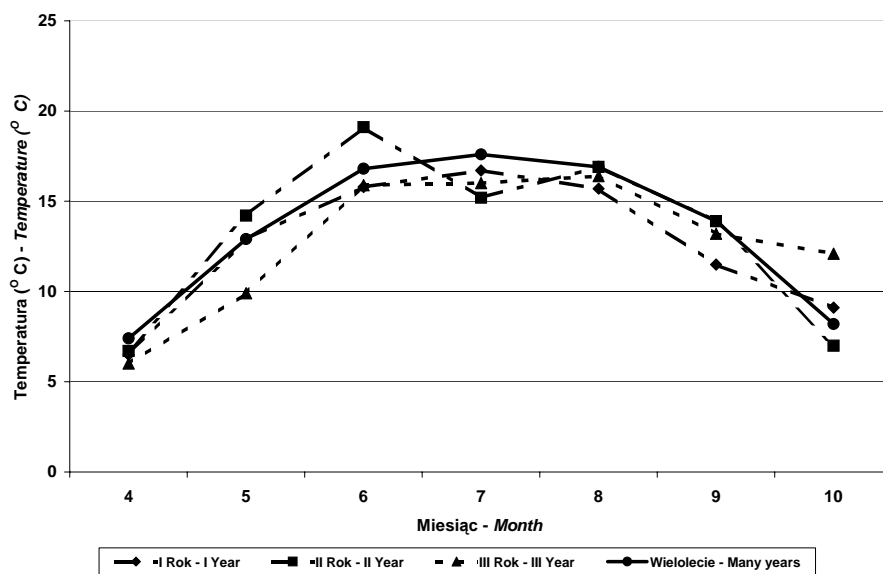
Tabela 1

Średnie dobowe temperatury podczas niektórych okresów rozwojowych 38 genotypów soi  
*Average daily temperature during some phases of development of 38 soybean genotypes*

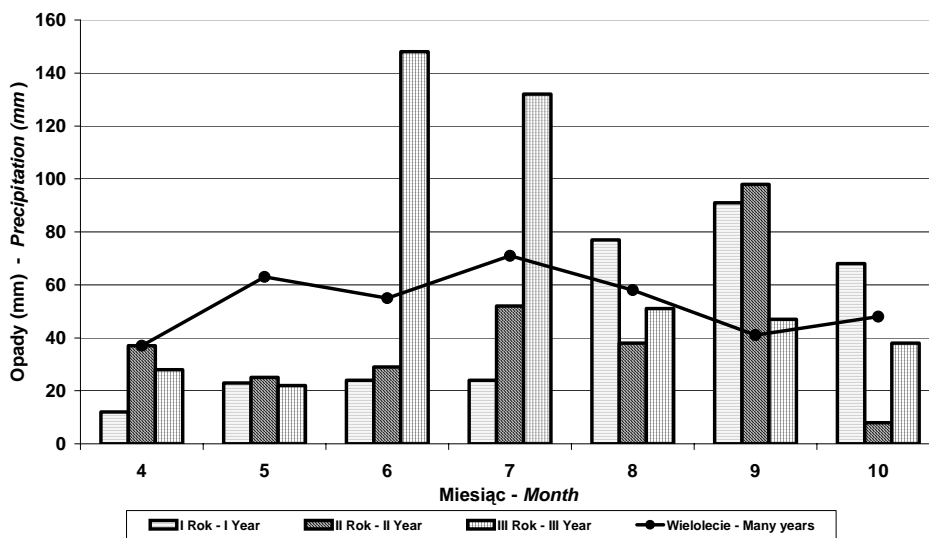
Okres rozwojowy <i>Phase of development</i>	Rok doświadczenia <i>Year of experiment</i>		
	I	II	III
Średnia dobowa temperatura w okresie od siewu do początku kwitnienia — <i>Average daily temperature during period from sowing to beginning of flowering</i>	13,9	15,9	12,2
Średnia dobowa temperatura w okresie inicjacji kwiatostanów <i>Average daily temperature during period of initiation of clusters</i>	16,6	19,4	15,0
Średnia dobowa temperatura w okresie kwitnienia <i>Average daily temperature during period of flowering</i>	15,6	17,1	16,7
Średnia dobowa minimalna temperatura w okresie kwitnienia <i>Average daily minimum temperature during period of flowering</i>	10,2	11,7	12,9

### Charakterystyka badanych genotypów

Genotypy soi badane w doświadczeniu pochodziły z różnych rejonów świata i należały z wyjątkiem odmian Mingo i Scioto do grupy dojrzałości 00 i 0 wg klasyfikacji amerykańskiej (tab. 2). Większość form zdecydowanie wydłużyła długość okresu wegetacji w stosunku do warunków amerykańskich (Bernard 1965) i dojrzewała w końcu września oraz w październiku. Niektóre odmiany z grupy dojrzałości 0 (Goldsoy, Wilkin i Merit) dojrzały tylko w najcieplejszym, drugim roku doświadczenia (tab. 1), w którym wszystkie badane genotypy dojrzały średnio o miesiąc wcześniej w porównaniu z pierwszym, najchłodniejszym rokiem (tab. 5). Odmiany należące do III i IV grupy dojrzałości praktycznie nie dojrzewały i były zbierane w listopadzie. Najwcześniej dojrzewały genotypy pochodzące ze Szwecji (tab. 2). Długość okresu wegetacji była cechą o małym współczynniku zmienności. Wysokość roślin była cechą mało zróżnicowaną pomiędzy genotypami i latami doświadczenia. Większość odmian i linii charakteryzowała się średnią i małą wysokością roślin. Tylko cztery późniejsze formy przekroczyły wysokość 60 cm (tab. 2). Najwyższe rośliny były w drugim, najcieplejszym roku doświadczenia (tab. 1, 5). Większe zróżnicowanie, jakkolwiek nieistotne, pomiędzy genotypami odnotowano w średniej liczbie pędów bocznych na roślinie. Genotypy późne, o niezdeterminowanym typie wzrostu, miały więcej pędów bocznych w porównaniu z genotypami wczesnymi (tab. 2).



Rys. 1. Średnie miesięczne temperatury w okresie wegetacji soi w porównaniu ze średnimi temperaturami z wielolecia — Average daily temperature during vegetation period of soybean comparing to average temperature from many years



Rys. 2. Średnie miesięczne sumy opadów w okresie wegetacji soi w porównaniu ze średnimi opadami z wielolecia — Average monthly sum of precipitation during vegetation period of soybean comparing to average monthly sum of precipitation from many years

Tabela 2

Charakterystyka 38 genotypów soi wykorzystanych w doświadczeniu (średnie z trzech lat doświadczenia) — *Characteristics of 38 soybean genotypes used in experiment (average from three years experiment)*

Genotyp <i>Genotype</i>	Pochodzenie <i>Origin</i>	Grupa dojrzałości <i>Maturity group</i>	Dł. okresu wegetacji <i>Vegetation period</i> [dni — <i>days</i> ]	V <sup>a</sup> [%]	Wysokość roślin <i>Plant height</i> [cm]	V <sup>a</sup> [%]	Liczba pędów bocznych <i>Number of branches</i>	V <sup>a</sup> [%]
Fiskeby V	Szwecja	00	133,5	9,2	35,7	5,9	2,9	26,1
PI 194 640	Szwecja	00	138,2	12,8	31,0	11,9	3,2	31,5
PI 231 172	Szwecja	00	141,2	10,1	41,4	16,4	2,8	43,3
PI 196 485	Szwecja	00	143,5	9,0	45,7	11,4	3,3	36,8
PI 154 200	Holandia	00	143,7	14,0	30,3	16,4	3,3	34,0
PI 194 639	Szwecja	00	144,7	9,1	29,2	15,9	3,3	41,4
Warszawska	Polska	0	145,9	7,8	34,0	26,9	5,6	11,9
PI 238 923	Czechy	00	146,0	8,8	34,8	25,3	4,9	9,4
Żółta Przebędowska	Polska	0	146,0	7,4	40,2	33,5	4,3	8,0
PI 196 529	Szwecja	00	146,2	10,7	42,8	12,9	2,3	53,3
PI 194 638	Szwecja	00	146,7	8,7	34,3	4,6	3,2	36,2
PI 194 636	Szwecja	00	147,2	14,9	28,9	11,9	4,0	20,3
PI 196 527	Szwecja	00	148,0	9,6	51,7	20,9	5,2	6,1
PI 196 504	Szwecja	00	149,5	10,9	42,0	15,6	3,6	24,7
PI 194 643	Szwecja	00	149,7	10,2	43,9	12,3	3,4	25,3
PI 153 304	Belgia	0	150,7	8,6	42,3	31,6	3,3	15,7
Mazowiecka II	Polska	0	152,2	10,3	44,9	20,2	4,6	16,4
PI 180 509	Niemcy	00	152,7	13,6	52,1	29,3	6,1	10,6
PI 161 431A	Szwecja	00	153,0	11,6	49,2	25,1	3,6	17,6
PI 238 920	Czechy	00	153,5	9,6	46,5	24,8	5,4	16,6
PI 297 552	USA	00	153,5	11,2	54,3	23,7	4,2	18,9
PI 152 361	Szwecja	0	153,5	10,2	45,5	19,9	6,1	8,3
Woronożeska	Rosja	0	153,6	11,9	28,3	37,8	5,4	9,6
PI 180 521	Niemcy	00	153,7	9,8	47,9	16,8	5,3	6,5
PI 232 998	Niemcy	00	154,5	8,6	61,3	25,8	5,2	23,3
CM 148	Kanada	00	154,7	9,0	43,5	19,8	3,2	46,6
IK 9	Polska	0	156,7	9,4	48,5	23,5	5,6	14,3
Altona	Kanada	00	157,5	13,9	53,5	7,7	2,3	44,5
PI 196 525	Szwecja	00	158,5	11,8	56,1	16,9	5,1	14,5
PI 180 499	Niemcy	00	166,2	12,9	50,0	26,0	3,9	26,3
Portage	Kanada	00	167,2	6,4	50,3	21,1	5,2	22,3
IK 8	Polska	0	167,2	7,6	66,8	21,0	4,0	11,4
PI 297 503	USA	00	169,7	5,3	48,2	30,7	4,8	34,4
Goldsoy	Kanada	0	178,2	11,7	42,9	10,8	6,4	5,6
Wilkin	USA	0	179,5	12,1	41,8	11,6	4,7	3,7
Merit	Kanada	0	183,5	10,3	56,4	26,9	5,3	7,2
Mingo	Korea	III	190,0	4,8	70,3	21,8	6,5	8,2
Scioto	Korea	IV	190,0	4,8	64,4	18,5	8,8	11,2
NIR <sup>b</sup> — <i>LSD</i>			3,0		2,8		0,3	

<sup>a</sup> — V — współczynnik zmienności — *coefficient of variability*

<sup>b</sup> — NIR — najmniejsza istotna różnica  $\alpha = 0,05$  — *least significant differences  $\alpha = 0.05$*

## Obserwacje przebiegu kwitnienia

### *Długość okresu od siewu do początku kwitnienia*

Do doświadczenia celowo dobrano genotypy pochodzące z różnych regionów geograficznych i sklasyfikowane w odmiennych grupach dojrzałości. Dlatego też obserwowano bardzo duże, istotne zróżnicowanie pomiędzy genotypami w długości okresu wegetacji (tab. 2) i w długość okresu od siewu do kwitnienia (tab. 3), który jest silnie skorelowany z długością okresu wegetacji (Jaranowski i in. 1983). Najwcześniej zakwitły pochodzące ze Szwecji linia PI 194 643 i odmiana Fiskeby V (odpowiednio 57,2 i 57,6 dni), a najpóźniej koreańskie odmiany Mingo i Scioto (96,1 i 101,6 dni). Istotna była także interakcja pomiędzy genotypami a latami doświadczenia (tab. 5). Siew doświadczenia przeprowadzono każdego roku tego samego dnia, tj. 27 kwietnia. Wschody wszystkich form były wyrównane i następowały po 11–14 dniach od siewu. Dlatego też różnice pomiędzy poszczególnymi genotypami w reakcji na lata doświadczenia mogły wynikać z ich różnej wrażliwości na zmiany temperatury i fotoperiodu. Najwcześniej zakwitły wszystkie genotypy w drugim roku doświadczenia (11.06), kiedy średnie temperatury tego okresu były najwyższe, a najpóźniej (przełom czerwca i lipca) rozpoczynały kwitnienie wszystkie formy w trzecim roku, gdy temperatury tego okresu były najniższe (tab. 1, 5). W najchłodniejszym roku wszystkie genotypy zakwitły średnio o 23,9 dnia później w porównaniu z rokiem doświadczenia, kiedy temperatura tego okresu była najwyższa (tab. 1, 5). Należy podkreślić, że we wszystkich latach doświadczenia temperatury w czasie wzrostu wegetatywnego soi były niższe od temperatury optymalnej dla tego okresu (dzień/noc — 26°C/10°C) podanej przez Thomasa i Raper (1978). Podobne opóźnienie zakwitania w okresie chłodnych lat obserwowali Schmid i Keller (1980) oraz Federowska (1981). Thomas i Raper (1978) stwierdzili, że rośliny soi zakwitły tym szybciej, im wyższa była temperatura dnia i im wyższa była temperatura nocy. Seddigh i Jolliff (1984) obserwowali znaczne skrócenie okresu od siewu do kwitnienia przy podwyższonych (z 10 do 16 i 24°C) nocnych temperaturach. Tanasch i Gretzmacher (1991) obserwowali u wszystkich badanych przez siebie genotypów zmniejszenie liczby dni od siewu do kwitnienia z 62,5 dni przy 15°C do 29,4 dni przy 20°C i 20,6 dni przy 30°C. Chapman (1986) stwierdził wysoką ujemną korelację pomiędzy temperaturą a długością okresu od siewu do kwitnienia. Obserwował jednocześnie dużą wrażliwość odmiany Merit na zmiany temperatury. W przeprowadzonym doświadczeniu odmiana Merit należała do najpóźniejszych. Odmiany późne są także uznawane za wrażliwe na zmiany fotoperiodu. Opóźnienie w zakwitaniu w warunkach długiego dnia obserwowali Criswell i Hume (1972), Polson (1972), Major i in. (1975) oraz Shanmugasudaran (1978). Chapman stwierdził jednocześnie, że długość okresu od siewu do kwitnienia odmian wczesnych jest bardziej zależna od temperatury niż od fotoperiodu. Ostatecznie Chapman (1986) stwierdził, że długość okresu od siewu do kwitnienia jest determinowana przez kompleksową interakcję pomiędzy

Tabela 3

Długość okresu niektórych faz fenologicznych oraz liczba kwiatów na pędzie głównym i na roślinie u 38 genotypów soi (średnie z trzech lat doświadczenia) — *Duration of some phenological phases and number of flowers on main stem and on plant in 38 soybean genotypes (average from three year experiment)*

Genotyp Genotypes	Długość okresu od siewu do początku kwitnienia Period from sowing to beginning of flowering		Długość okresu kwitnienia rośliny Period of plant flowering		Liczba kwiatów na pędzie głównym Number of flowers on main stem		Liczba kwiatów na roślinie Number of flowers on plant	
	dni — days	V <sup>a</sup> [%]	dni — days	V <sup>a</sup> [%]	V <sup>a</sup> [%]		V <sup>a</sup> [%]	
Fiskeby V	57,6	15,8	14,9	28,4	34,9	13,7	58,9	30,8
PI 194 640	58,4	19,8	15,3	28,3	25,5	10,5	54,1	17,0
PI 231 172	60,8	18,9	28,2	14,0	43,2	7,9	64,6	18,4
PI 196 485	59,6	16,3	16,5	18,1	37,8	8,1	61,6	18,9
PI 154 200	62,3	20,5	10,7	60,2	19,4	23,8	45,1	35,8
PI 194 639	60,1	15,0	9,4	30,2	19,1	11,1	43,4	40,3
Warszawska	68,5	17,3	19,4	20,6	36,0	27,0	108,6	19,2
PI 238 923	69,1	14,8	16,7	17,3	34,5	37,5	94,8	29,7
Żółta Przebędowska	66,8	17,1	19,7	17,6	37,4	22,1	92,3	25,1
PI 196 529	58,0	16,0	16,5	25,4	30,5	4,8	46,8	22,1
PI 194 638	61,0	16,2	8,9	29,8	21,5	18,4	43,6	36,3
PI 194 636	57,9	14,9	9,1	48,4	14,8	12,2	38,9	24,8
PI 196 527	69,4	17,1	22,9	11,5	60,4	7,4	106,8	17,8
PI 196 504	67,4	18,7	14,4	37,4	44,6	19,7	81,1	34,9
PI 194 643	57,2	15,4	25,7	26,0	31,4	6,6	51,0	15,9
PI 153 304	60,0	19,4	38,1	28,4	39,1	29,5	70,3	27,7
Mazowiecka II	69,7	21,6	29,5	15,8	42,4	22,3	87,7	31,5
PI 180 509	79,7	18,4	16,0	14,8	37,1	28,0	101,5	19,7
PI 161 431A	68,6	18,7	23,1	16,5	46,7	11,1	81,4	11,8
PI 238 920	74,7	18,5	16,4	3,9	42,0	17,3	106,2	7,4
PI 297 552	68,7	16,9	22,5	13,3	66,2	9,4	112,8	15,8
PI 152 361	73,1	16,6	19,0	9,1	33,4	20,5	100,5	3,0
Woronożeska	68,3	17,7	19,5	16,4	37,8	24,6	98,2	24,6
PI 180 521	75,8	21,3	23,7	18,6	37,8	10,9	84,8	2,0
PI 232 998	73,6	21,4	21,8	4,3	41,9	19,2	101,2	7,4
CM 148	61,9	19,5	25,8	5,8	29,0	18,2	45,7	23,8
IK 9	75,1	20,8	16,5	12,6	43,1	22,2	109,3	27,8
Altona	61,9	19,0	30,1	3,7	28,2	14,4	45,2	17,5
PI 196 525	72,2	18,6	18,3	9,7	42,4	19,2	97,1	8,8
PI 180 499	65,3	15,3	33,5	13,5	45,8	32,4	102,7	54,2
Portage	67,9	17,0	35,3	24,6	31,8	20,1	103,1	41,0
IK 8	68,6	20,3	33,9	18,7	46,2	27,2	98,4	43,5
PI 297 503	67,8	18,8	31,3	16,8	37,2	20,8	102,1	47,1
Goldsoy	77,6	23,0	21,0	29,2	29,4	26,6	101,3	32,7
Wilkin	75,2	23,2	23,5	48,6	39,6	41,9	93,2	56,2
Merit	81,2	15,3	23,6	46,6	44,0	43,9	127,0	66,1
Mingo	96,1	7,9	28,6	44,0	43,7	32,1	119,9	28,3
Scioto	101,6	5,5	25,5	45,2	43,9	49,8	200,9	49,3
NIR <sup>b</sup> — LSD <sub>0,05</sub>	0,9		2,3		2,1		5,4	

<sup>a</sup> — V — współczynnik zmienności — *coefficient of variability*

<sup>b</sup> — NIR — najmniejsza istotna różnica  $\alpha = 0,05$  — *least significant differences  $\alpha = 0.05$*

Tabela 4

Zawiązywanie strąków na pędzie głównym i na roślinie ocenione w stosunku do liczby kwiatów oraz procent pustych strąków u 38 genotypów soi (średnie z trzech lat doświadczenia) — *Pods setting on main stem and on the plant in relation to of number of flowers and percent of empty pods on 38 soybean genotypes (average from tree year experiment)*

Genotyp Genotype	Procent strąków zawiązanych na pędzie głównym Percent of pods setting on main stem		Procent strąków zawiązanych na roślinie Percent of pods setting on plant		Procent strąków pustych Percent of empty pods	
	V <sup>a</sup> [%]	V <sup>a</sup> [%]	V <sup>a</sup> [%]	V <sup>a</sup> [%]	V <sup>a</sup> [%]	V <sup>a</sup> [%]
Fiskeby V	38,1	29,9	35,9	24,1	6,9	23,7
PI 194 640	24,6	39,4	25,4	41,3	4,0	50,7
PI 231 172	24,0	43,9	24,9	40,8	3,0	60,6
PI 196 485	19,2	68,9	22,2	56,1	3,6	31,0
PI 154 200	31,8	46,8	29,7	47,4	1,3	90,1
PI 194 639	21,8	41,9	29,4	28,7	3,2	26,5
Warszawska	21,6	26,7	17,5	33,3	5,0	47,0
PI 238 923	28,3	20,5	21,5	25,7	5,3	51,6
Żółta Przebędowska	28,6	39,0	24,5	29,1	6,3	15,9
PI 196 529	30,4	59,2	28,8	61,9	3,5	64,7
PI 194 638	24,8	9,4	25,9	27,3	3,3	36,9
PI 194 636	20,9	44,3	27,6	43,8	2,0	87,2
PI 196 527	11,3	41,9	14,8	32,6	4,0	101,5
PI 196 504	16,7	51,2	20,0	43,9	4,4	46,1
PI 194 643	20,8	36,4	25,3	40,0	4,2	37,9
PI 153 304	17,8	21,7	21,4	30,8	1,9	28,5
Mazowiecka II	20,6	41,2	21,3	45,0	3,2	62,4
PI 180 509	20,5	68,7	15,6	84,4	7,2	20,4
PI 161 431A	14,2	87,4	15,9	84,3	2,9	93,9
PI 238 920	13,8	69,0	13,3	73,2	3,7	101,4
PI 297 552	11,7	38,1	14,8	49,8	3,1	68,4
PI 152 361	16,7	72,3	12,9	70,6	3,5	96,9
Woronożeska	23,7	36,4	18,9	36,5	2,9	76,1
PI 180 521	13,3	88,9	12,5	89,2	3,7	62,2
PI 232 998	18,2	50,1	17,8	66,2	7,5	84,2
CM 148	29,3	43,4	23,6	69,6	3,5	44,8
IK 9	19,1	48,7	15,2	76,0	7,6	45,4
Altona	23,9	28,8	23,9	30,2	2,8	22,3
PI 196 525	20,8	63,7	17,6	65,2	4,3	51,6
PI 180 499	19,3	42,2	16,9	44,2	3,8	112,0
Portage	17,4	34,3	15,9	37,8	7,2	75,8
IK 8	24,3	39,9	20,9	43,0	4,8	78,3
PI 297 503	21,0	69,6	18,7	59,8	2,9	90,8
Goldsoy	14,4	70,8	12,1	75,7	2,0	94,1
Wilkin	28,7	48,8	22,5	49,3	2,8	22,3
Merit	13,7	87,1	9,4	95,1	4,4	69,6
Mingo	14,6	80,5	9,5	84,6	9,0	95,8
Scioto	11,3	117,2	8,4	134,6	17,2	143,6
NIR <sup>b</sup> — LSD $\alpha = 0,05$	3,0		2,6		rn	

<sup>a</sup> — V — współczynnik zmienności — *coefficient of variability*

rn — nieistotne — *nonsignificant*

<sup>b</sup> — NIR — najmniejsza istotna różnica  $\alpha = 0,05$  — *least significant differences  $\alpha = 0.05$*



Tabela 5

Średnie wartości niektórych cech morfologicznych, fenologicznych i efektywności kwitnienia u 38 genotypów soi w kolejnych latach doświadczenia — *Average value of morphological and phenological traits and effectiveness of flowering of 38 soybean genotypes in following years of experiment*

Cecha — <i>Characteristics</i>	Rok doświadczenia			V <sup>a</sup>	NIR <sup>b</sup> LSD	Interakcja obiekty × lata <i>Interaction genotype × years</i>
	I	II	III			
Długość okresu wegetacji [dni] <i>Vegetation period [days]</i>	169,1	140,6	160,6	12,0	10,9	nieistotna — <i>nonsignificant</i>
Wysokość roślin — <i>Plant height [cm]</i>	37,1	53,8	46,0	28,5	10,0	nieistotna — <i>nonsignificant</i>
Liczba pędów bocznych — <i>Number of branches</i>	4,8	4,8	3,8	34,2	— <sup>c</sup>	nieistotna — <i>nonsignificant</i>
Długość okresu od siewu do początku kwitnienia [dni — <i>days</i> ]	68,6	57,1	81,0	20,3	2,9	istotna — <i>significant</i>
Długość okresu kwitnienia rośliny [dni] <i>Period of plant flowering [days]</i>	24,5	21,6	19,1	40,3	2,3	nieistotna — <i>nonsignificant</i>
Liczba kwiatów na pędzie głównym <i>Number of flowers on main stem</i>	34,8	45,2	32,1	33,9	7,7	istotna — <i>significant</i>
Liczba kwiatów na roślinie <i>Number of flowers on plant</i>	79,5	112,3	67,3	48,9	19,3	istotna — <i>significant</i>
Procent strąków zawiązanych na pędzie głównym <i>Percent of pods setting on main stem</i>	12,4	28,9	18,7	51,5	10,1	nieistotna — <i>nonsignificant</i>
Procent strąków zawiązanych na roślinie <i>Percent of pods setting on plant</i>	12,3	28,9	18,7	52,9	9,5	nieistotna — <i>nonsignificant</i>
Procent strąków pustych <i>Percent of empty pods</i>	3,0	5,3	5,3	108,6	— <sup>c</sup>	nieistotna — <i>nonsignificant</i>

<sup>a</sup> — V — Współczynnik zmienności — *Coefficient of variability*

<sup>b</sup> — NIR — Najmniejsza istotna różnica — *Least significant differences*

<sup>c</sup> — Różnice nieistotne — *Differences nonsignificant*

genotypem, temperaturą i fotoperiodem. Do podobnych wniosków doszedł Ecochard (1985). Uzyskane wyniki doświadczeń potwierdzają obserwacje powyżej cytowanych autorów. Należy poza tym zwrócić uwagę, że w warunkach doświadczenia polowego nie można rozdzielić wpływu poszczególnych czynników.

#### *Długość okresu kwitnienia rośliny*

Długość okresu kwitnienia rośliny była w przeprowadzonym doświadczeniu silnie zróżnicowana pomiędzy badanymi genotypami (8,9–38,1 dni) (tab. 3). Podobnie duże zróżnicowanie w warunkach Polski (15,0–40,0 dni) obserwowała Janicka (1986), a jeszcze większe (7,0–63,0 dni) Jaranowski i in. (1983). Najkrócej kwitły pochodzące ze Szwecji genotypy o zdeterminowanym typie wzrostu PI 196 638, PI 194 636 i PI 194 639. Najdłuższym okresem kwitnienia charakteryzowała się linia PI 153 304 (38,1 dnia), a także odmiany późne, wysokie, o dużej liczbie kwiatów i niezdedeterminowanym typie wzrostu (Portage i IK 8). Podobną zależność długości okresu kwitnienia od wysokości roślin znalazła Kovaczewa (1975), natomiast Kovacs (1963) odnotował istotną korelację pomiędzy długością okresu kwitnienia a liczbą kwiatów na roślinie. Średnio najdłużej kwitły badane genotypy w pierwszym roku doświadczenia, kiedy średnia dobową temperatura w tym okresie była najniższa, a najkrócej w drugim, najcieplejszym roku (tab. 1, 5). Reakcja poszczególnych genotypów na warunki środowiskowe lat doświadczenia była podobna i niezależna od długości okresu wegetacji form (nieistotna interakcja genotyp  $\times$  lata doświadczenia), jednak trudno znaleźć bezpośrednią zależność pomiędzy warunkami pogodowymi a długością kwitnienia. Janicka (1986) traktowała otrzymaną przez siebie prostoliniową zależność pomiędzy długością fazy kwitnienia a temperaturą tylko jako orientacyjną. Wydaje się więc, że długość okresu kwitnienia zależała przede wszystkim od typu wzrostu danego genotypu.

#### *Liczba kwiatów na pędzie głównym i na roślinie*

Genotypy biorące udział w doświadczeniu charakteryzowały się dużym, istotnym zróżnicowaniem liczby kwiatów na pędzie głównym (14,8–66,2) i na roślinie (38,9–200,9). Odmiana Scioto, mająca najwięcej kwiatów na roślinie (200,9), wytworzyła ponad pięciokrotnie więcej kwiatów niż produkująca najmniej kwiatów (38,9) linia PI 194 636. Zmienność liczby kwiatów na pędzie głównym i liczby kwiatów na roślinie była stosunkowo duża. Najbardziej zmienne pod względem tych cech były odmiany najpóźniejsze (tab. 3). Stwierdzono istotną interakcję pomiędzy genotypami i latami doświadczenia (tab. 5). Obserwacje dotyczące dużej zmienności w liczbie kwiatów na pędzie głównym i roślinie potwierdza wielu autorów. Kovacs (1963) obserwował duże różnice międzyodmianowe w liczbie kwiatów na pędzie głównym. Janicka (1986) odnotowała różnice w liczbie kwiatów na roślinie pomiędzy genotypami wynoszące od 45 do 195 kwiatów. Stwierdziła jednocześnie większy procentowy udział kwiatów na pędzie głównym niż na pędach bocznych. W przeprowadzonym doświadczeniu

obserwowano natomiast większość kwiatów skupionych na pędzie głównym tylko u genotypów o zdeterminowanym typie wzrostu, niskich z małą liczbą pędów bocznych. Formy późne produkowały więcej kwiatów na pędzie głównym niż formy wczesne oraz miały z wyjątkiem odmian Altona i CM 148 więcej kwiatów na roślinie od form wczesnych (tab. 3). Obfitość kwitnienia genotypów późnych, należących do III i IV grupy wczesności mogła też być spowodowana ich reakcją fotoperiodyczną na warunki długiego dnia (Polson 1972). Genotypy późne charakteryzowały się też większą wysokością roślin i większą liczbą pędów bocznych. Szyrmer i Janicka (1985) znaleźli istotną korelację pomiędzy liczbą kwiatów a wysokością roślin. Vidal i Hanafiah (1985) obserwowali, że największą liczbę kwiatów wytwarzały odmiany o niezeterminowanym typie wzrostu. W przeprowadzonym doświadczeniu takim typem wzrostu charakteryzowała się większość odmian późnych m.in. linia PI 196 527, która wytworzyła najwięcej kwiatów na pędzie głównym. Najmniej kwiatów na pędzie głównym obserwowano u linii o zdeterminowanym typie wzrostu: PI 194 639 i PI 154 200. Duże różnice liczby kwiatów na roślinie pomiędzy latami doświadczenia (tab. 5) można wyraźnie powiązać z przebiegiem warunków pogodowych w poszczególnych latach doświadczenia. Średnio wszystkie genotypy w najcieplejszym drugim roku doświadczenia (rys. 1, tab. 1) wytworzyły średnio 112,3 kwiatów, istotnie więcej niż w pozostałych, chłodniejszych latach (tab. 5). Łykowski (1984) stwierdza, że w okresie od pełni wschodów do początku kwitnienia soja ma wysokie wymagania termiczne. Okres ten w dużym stopniu pokrywa się z wyodrębnionym w naszej pracy okresem inicjacji kwiatostanów. Zdecydowanie najwyższą temperaturą tego okresu w drugim roku doświadczenia (tab. 1) była główną przyczyną obfitego kwitnienia roślin soi. Na liczbę kwiatów na roślinie może mieć wpływ zagęszczenie roślin na jednostce powierzchni. Dominguez i Hume (1978) stwierdzili, że liczba kwiatów na roślinie malała wraz ze wzrostem zagęszczenia roślin. Jednakże przy rozstawie podobnej do tej w przeprowadzonym doświadczeniu odmiana Fiskeby V wytwarzała 33 kwiaty, podczas gdy w naszych warunkach wytworzyła średnio 58,9 kwiatów. Podobną liczbę kwiatów u odmiany Fiskeby V (60,5) odnotowała w warunkach Polski Janicka (1986).

## Obserwacje efektywności kwitnienia

### *Zawiązywanie strąków*

Na zawiązywanie strąków i nasion oraz na efektywność kwitnienia w warunkach polowych wpływa bardzo dużo czynników, m.in. fotoperiod, temperatura, opady, nawożenie, wiązanie azotu, obsada roślin, wyleganie, choroby i szkodniki, zacienienie. W doświadczeniu przeprowadzonym w warunkach polowych nie można ściśle określić wpływu poszczególnych czynników. W przeprowadzonym doświadczeniu zawiązywanie strąków charakteryzowało się największą zmiennością ze wszystkich obserwowanych cech. W kolejnych latach doświadczenia

wszystkie genotypy zawiązały średnio 8,3; 28,4 i 11,3 strąka na roślinie. Cecha ta zależała głównie od warunków pogodowych — średnio najwięcej (28,4) strąków rośliny soi zawiązały w najcieplejszym, drugim roku doświadczenia, najmniej (8,3) w najchłodniejszym, pierwszym roku doświadczenia. W roku tym, przy średniej dobowej temperaturze w okresie kwitnienia wynoszącej 15,6°C i bardzo chłodnych nocach (minimalna dobową temperatura spadała kilkakrotnie poniżej 5°C), duża liczba roślin z genotypów późnych wcale nie zawiązała strąków. Podobnie dużą zmienność liczby strąków na roślinie obserwował w warunkach Polski Jaranowski i in. (1983).

#### *Efektywność kwitnienia*

Efektywność kwitnienia wyrażona procentem zawiązanych strąków w stosunku do liczby kwiatów była cechą o dużej zmienności (tab. 4, 5). Procent strąków zawiązanych na roślinie kształtował się podobnie jak procent strąków zawiązanych na pędzie głównym. Różnice w procencie zawiązanych strąków na pędzie głównym i na roślinie wynosiły dla większości genotypów 2–4% (tab. 4), natomiast średnie generalne w poszczególnych latach były prawie identyczne (tab. 5). Kovacs (1963) także odnotował, że większość odmian miała prawie taki sam procent strąków zawiązanych na pędzie głównym, jak i na pędach bocznych. Procent strąków zawiązanych na roślinie wahał się silnie zarówno pomiędzy badanymi genotypami (8,4–35,9%) (tab. 4), jak i pomiędzy latami doświadczenia (12,3–28,9%) (tab. 5). Podobnie duże zróżnicowanie obserwowała Janicka (1986), w której doświadczeniu efektywność kwitnienia pomiędzy genotypami wahała się od 13,2 do 42,0%, a pomiędzy latami od 20,1 do 33,8%. Wyższa efektywność kwitnienia w doświadczeniu Janickiej (1986) wynikać mogła z faktu, że większość materiału badawczego zastosowanego w doświadczeniu stanowiły linie wyprowadzone w warunkach Polski. Kovacs (1963) stwierdził, że efektywność kwitnienia na pędzie głównym wahała się od 25,5 do 44,3% w zależności od odmiany. Van Schaik i Probst (1958) odnotowali w zależności od odmiany od 19 do 57% zawiązanych strąków.

Efektywność kwitnienia na pędzie głównym była zdecydowanie największa (38,1%) u najwcześniejszej odmiany Fiskeby V, najmniejsza zaś (11,3%) u najpóźniejszej odmiany Scioto i linii PI 196 527. Odmiana Fiskeby V miała także największy procent zawiązanych strąków na roślinie w każdym roku doświadczenia oraz najstabilniej zawiązywała strąki ( $V = 24,1\%$ ). Genotypy wcześniejsze miały z reguły większy procent zawiązanych strąków na pędzie głównym i na roślinie niż genotypy późne (tab. 4). Najbardziej widoczne różnice pomiędzy genotypami wczesnymi i późnymi zaznaczyły się przy niesprzyjających wzrostowi soi warunkach pogodowych. Najmniejszy procent zawiązanych strąków miały najpóźniejsze odmiany Mingo i Scioto (tab. 4). W drugim roku doświadczenia, przy najwyższej średniej dobowej temperaturze w okresie kwitnienia (tab. 1) wszystkie genotypy miały średnio istotnie większy procent zawiązanych strąków

niż w latach chłodniejszych (tab. 5). Poszczególne genotypy różniły się reakcją na lata doświadczenia np. linia PI 194 638 w każdym roku zawiązywała podobny (22,1; 26,4; 25,1%), natomiast linia PI 196 485 zawiązywała różny (8,8; 34,1; 14,7%) procent strąków na roślinie w kolejnych latach doświadczenia. Genotypy późne charakteryzowały się dużą zmiennością tej cechy (tab. 4), np. współczynnik zmienności dla odmiany Scioto wyniósł 134,6%.

Występowanie różnic w zawiązywaniu strąków i w efektywności kwitnienia pomiędzy genotypami pod wpływem działania takich czynników jak fotoperiod czy też temperatura stwierdziło wielu autorów. Vidal i Hanafiah (1985) stwierdzili, że odmiany o zdeterminowanym typie wzrostu zawiązywały 20% strąków. W przeprowadzonym doświadczeniu obserwowano o wiele mniejszą efektywność kwitnienia genotypów późnych w porównaniu z genotypami wczesnymi. Istotną przyczyną słabego zawiązywania strąków przez genotypy późne mogła być ich reakcja fotoperiodyczna na warunki długiego dnia. Mann i Jaworski (1970) obserwowali znaczne zmniejszenie liczby strąków i liczby nasion na roślinie pod wpływem zastosowania stresu fotoperiodycznego. Polson (1972) wskazał na różnice wynikające z odmiennej reakcji fotoperiodycznej poszczególnych genotypów. Linia PI 196 529, którą Polson określił jako fotoneutralną, odznaczyła się w przeprowadzonym doświadczeniu stosunkowo dużą (28,8%) efektywnością kwitnienia. W doświadczeniu przeprowadzonym przez Criswella i Huma (1972), odmiany z grupy III i IV dojrzałości (Lincoln, Clark i Perry) w warunkach długiego dnia wcale nie zawiązały strąków. W przeprowadzonym doświadczeniu najslabiej zawiązywały strąki odmiany Mingo i Scioto należące właśnie do III i IV grupy dojrzałości. Także odmiana Merit, zaliczana przez wyżej wymienionych autorów do odmian wrażliwych na fotoperiod, zawiązywała w naszym doświadczeniu bardzo mało strąków. Jednocześnie linie PI 194 636 i PI 194 643, które Criswell i Hume (1972) zidentyfikowali jako niewrażliwe, charakteryzowały się w przeprowadzonym doświadczeniu bardzo wysoką efektywnością kwitnienia: odpowiednio 27,6% i 25,3%. Najwyższy zaś procent zawiązanych strąków (35,9%) odnotowano u odmiany Fiskeby V, którą Criswell i Hume (1972) określili jako fotoneutralną. Bardzo podobny wynik efektywności kwitnienia dla odmiany Fiskeby V (38,5%) uzyskała w warunkach Polski Janicka (1986), co potwierdza tezę o stabilnym wiązaniu strąków przez tę odmianę. Tanasch i Gretzmacker (1991) stwierdzili, że odmiana Fiskeby V zawiązywała strąki we wszystkich stosowanych fotoperiodach i temperaturach. Może to świadczyć o tym, że odmiana Fiskeby jest nie tylko fotoneutralna ale także termoneutralna. Polson (1972) stwierdza, że linie obojętne na długość dnia są zazwyczaj niewrażliwe na zmiany temperatury.

Jedną z przyczyn mniejszej efektywności kwitnienia genotypów późnych może być fakt, że wytwarzały one więcej kwiatów na roślinie niż odmiany wczesne. Przy podobnej liczbie strąków z rośliny daje to w efekcie końcowym

mniejszy procent zawiązanych strąków u odmian o największej liczbie kwiatów. Van Schaik i Probst (1958) obserwowali największy procent zawiązanych strąków u odmian o najmniejszej liczbie kwiatów. Podobną tendencję obserwowano w naszym doświadczeniu. Trzy odmiany wytwarzające najwięcej kwiatów na roślinie (Merit, Mingo i Scioto) zawiązały najmniejszy procent strąków, jednocześnie genotypy o małej liczbie kwiatów na roślinie (PI 154 200, PI 194 639, PI 196 529) charakteryzowały się stosunkowo dużym procentem zawiązanych strąków.

Istotnym zagadnieniem w warunkach klimatycznych Polski jest tolerancja soi na niską temperaturę. Stwierdzono, że w pierwszym roku doświadczenia, który był najchłodniejszym z trzech lat doświadczenia (rys. 1), wszystkie badane genotypy zawiązały najmniej strąków i charakteryzowały się najmniejszą efektywnością kwitnienia (tab. 5). Wiele roślin z późnych odmian wcale nie zawiązało strąków. Na pewno jedną z głównych przyczyn tak słabego zawiązywania strąków była reakcja poszczególnych genotypów na niską temperaturę. Wielu autorów, jak Holmberg (1973), Schmid (1980), Szyrmer i Janicka (1985), Janicka (1986) wykazało różnice genotypowe wynikające z odmiennej tolerancji na niskie temperatury występujące w czasie kwitnienia. Hume i Jackson (1981) stwierdzili, że soja zawiązywała mniej strąków przy temperaturze 10–15°C. Brenner i in. (1984) stwierdzili, że zastosowanie temperatur w wysokości 12/8°C i 10°C powoduje zwiększenie zrzucania kwiatów i strąków. Z kolei Tanash i Gretzmacker (1991) obserwowali, że wzrost temperatury do 30°C pociągał za sobą wzrost liczby zawiązanych strąków. Thomas i Raper (1978) obserwowali generalnie zwiększenie liczby zawiązanych strąków wraz ze wzrostem temperatury dnia i nocy. W przeprowadzonym doświadczeniu zależność zawiązywania strąków od temperatury była bardzo wyraźna jeżeli porówna się średnią temperaturę dobową w okresie kwitnienia w poszczególnych latach doświadczenia (15,6; 17,1; 16,7°C) ze średnim procentem strąków zawiązanych na roślinie (12,3; 28,9; 18,7%).

Wielu autorów podkreśla znaczenie temperatur nocnych dla dobrego zawiązywania strąków u soi. Łykowski (1984) uważa, że temperatury minimalne w okresie kwitnienia mają większy wpływ na plonowanie niż średnie temperatury dnia. Podobnie Howell (1963) stwierdza, że w okresie kwitnienia soi temperatura panująca w nocy jest ważniejsza od temperatury w czasie dnia. Podaje jednocześnie, że temperatura nocy nie powinna być zbyt wysoka, ale nie niższa niż 12°C. W warunkach Polski w okresie kwitnienia soi często występują bardzo niskie temperatury minimalne. W pierwszym roku doświadczenia odnotowano w lipcu kilka dni z temperaturą minimalną poniżej 5°C. Trudno jednak określić czy średnie temperatury minimalne występujące w okresie kwitnienia w ciągu trzech lat doświadczenia miały ujemny wpływ na zawiązywanie strąków. Thomas i Raper (1978) obserwowali, że rośliny rosnące przy temperaturach dnia 26 i 30°C największą liczbę strąków zawiązały przy temperaturze nocy 10°C — a więc podobnej do średniej temperatury minimalnej występującej podczas przeprowa-

dzzonego doświadczenia (tab. 1). Seddigh i Jolliff (1984) nie stwierdzili istotnego zwiększenia liczby strąków i nasion na roślinie nawet przy podniesieniu temperatury w nocy o 6 lub o 14°C.

Bardzo niska efektywność kwitnienia w pierwszym roku doświadczenia (tab. 5) była niewątpliwie spowodowana nałożeniem się niekorzystnych warunków termicznych i wilgotnościowych w okresie kwitnienia roślin. Głęboka posucha panująca w pierwszym roku od siewu do połowy sierpnia (rys. 2) mogła mieć bardzo silny wpływ na tak słabe zawiązywanie strąków. O tym, że niedobór opadów występujący w okresie kwitnienia może znacznie zwiększyć opadanie strąków donoszą m.in. Mackiewicz (1959), Szyrmer i Federowska (1975) oraz Sionit i Kramer (1977). Z kolei w trzecim roku doświadczenia czynnikiem obniżającym zawiązywanie strąków mogły być wysokie opady występujące w okresie kwitnienia (rys. 2). Zwiększone opadanie kwiatów pod wpływem wysokich opadów obserwował Pyzik (1982). Konova i in. (1975) przeprowadzając obserwacje nad wpływem czynników ekologicznych na wzrost, rozwój i produktywność soi wyciągnęła wniosek, że plon soi zależy w większym stopniu od warunków pogodowych niż od odmiany. Także Runge i Odell (1960) stwierdzili, że opady i maksymalne dzienne temperatury odpowiadają za 68% zmienności plonów nasion soi.

Procent strąków pustych na roślinie wahał się u poszczególnych genotypów od 1,3% (PI 154 200) do 17,2% (Scioto). Stosunkowo duży procent strąków pustych na roślinie miała także najwcześniejsza odmiana Fiskeby V. Cecha ta charakteryzowała się olbrzymią zmiennością, dlatego też analiza wariancji nie wykazała istotności różnic w procencie pustych strąków na roślinie pomiędzy badanymi genotypami i latami doświadczenia (tab. 4, 5).

## Wnioski

---

1. Badane genotypy soi istotnie różniły się pod względem przebiegu kwitnienia oraz cech morfologii i efektywności kwitnienia.
2. Stwierdzono dużą zależność liczby kwiatów na pędzie głównym i na roślinie od przebiegu temperatury w okresie inicjacji kwiatostanów. Wysokość temperatury w tym okresie decydowała o obfitości kwitnienia soi.
3. Najobficiej kwitły genotypy późne, wysokie, o dużej liczbie pędów bocznych.
4. Przebieg warunków pogodowych miał największy wpływ na długość okresu od siewu do kwitnienia, liczbę kwiatów na pędzie głównym i na roślinie oraz na liczbę strąków na roślinie.
5. Genotypy wczesne, o małej liczbie kwiatów na roślinie wykazały większą efektywność kwitnienia w porównaniu z genotypami późnymi, obficie kwitnącymi.

6. Wpływ na efektywność kwitnienia na pędzie głównym miała średnia dobową temperatura w okresie kwitnienia soi. Takiego wpływu nie miała średnia minimalna temperatura dobową występująca w tym okresie.
7. Zdecydowanie najwyższą i najstabilniejszą efektywnością kwitnienia wyróżniła się szwedzka odmiana Fiskeby V. Była ona najmniej wrażliwa na niekorzystne warunki termiczne i wilgotnościowe, jakie wystąpiły w przeprowadzonym doświadczeniu. W warunkach klimatycznych Polski przede wszystkim odmiana Fiskeby V oraz szwedzkie linie PI 194 639, PI 196 529 i holenderska linia PI 154 200 mogą stanowić perspektywiczny materiał wyjściowy do prac hodowlanych.

## Conclusions

---

1. Evaluated soybean genotypes differed significantly in flowering process, morphological characteristics and effectiveness of flowering.
2. Number of flowers on main stem and on plant depends on temperature during period of initiation of flowering. The level of temperature during this period determined the rate of flowering.
3. Late, tall genotypes with large number of branches had the highest number of flowers.
4. Weather conditions had the highest influence on period length from sowing to beginning of flowering, number of flowers on main stem and on the plant and on number of pods on plant.
5. Early genotypes with small number of flowers per plant had higher effectiveness of flowering compared to late flowering genotypes.
6. Average daily temperature during the period of flowering affected effectiveness of flowering on main stem. The minimal daily temperature during this period did not influence it.
7. The highest and the most stable efficiency of flowering distinguished Swedish variety Fiskeby V, which had the lowest sensibility to unfavourable thermal and moisture conditions during the conducted experiment. In Polish climate conditions variety Fiskeby V and Swedish lines PI 194 639 and PI 196 529 and Dutch line PI 154 200 may be useful as starting material for further breeding work.



## Literatura

---

- Bernard R.L. 1965. Evaluation of groups 00 and 0 of the USDA soybean collection. US-Regional Soybean Laboratory, Urbana, 111.
- Brenner H., Keller E.R., Soldati A. 1984. Effects of cool temperatures on the development of shoots, roots and reproductive organs of soybean plants. *Eurosoya* 2: 24-28.
- Chapman J. 1986. The influence of photoperiod and temperature on the pre-flowering phase length of eleven soybean cultivars in northern Natal. *S.-Afr. Tydskr. Plant Grod* 3, 2: 61-65.
- Criswell J.G., Hume D.J. 1972. Flowering, abortion, and yield of early-maturing soybean at three densities.
- Dominquez C., Hume D.J. 1978. Flowering, abortion and yield of early-maturing soybeans at three densities. *Agron. J.* 70: 801-805.
- Ecochard R. 1985. La sensibilité du soja à la photoperiode et à la termoperiode. *Eurosoya* 3: 30-37.
- Federowska B. 1981. Rytm wzrostu i rozwoju soi. Cz. I. Badanie rytmu wzrostu soi na podstawie odmian w kolekcji. *Biul. Inst. Hod. Rośl.* 143: 101-117.
- Holmberg S.A. 1973. Soybean for cool temperature climates. *Agric. Hort. Genet.* 31: 1-20.
- Howell R.W. 1963. Physiology of the soybean. W: Norman A.G. (ed.) *The Soybean*. Academic Press, New York-London: 75-124.
- Hume D.J., Jackson A.K.H. 1981. Pod formation in soybean at low temperatures. *Crop Sci.* 21: 933-937.
- Janicka M. 1986. Morfologia kwitnienia i produktywność zróżnicowanych genotypowo form soi. Część I. Wpływ warunków klimatycznych na przebieg kwitnienia i zawiązywania strąków. *Hod. Rośl. Aklim. i Nas.* 30, 3/4: 59-75.
- Jaranowski J., Skorupska H., Konieczny G., Muszyński A., Torz L. 1983. Charakterystyka zmienności ważniejszych pod względem gospodarczych cech użytkowych soi. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 253: 7-24.
- Konova L., Marinova P., Glbov S., Prodanov I., Macov B., Rajnova L. 1975. The influence of ecological conditions on the growth, development and yield of soybean. *Biul. Inst. Hod. i Aklim. Rośl.* 128/129: 171-188.
- Kovaczewa J. 1975. On the variability and correlations between some traits in soybean. *Biul. Inst. Hod. i Aklim. Rośl.* 128/129: 139-142.
- Kovacs S. 1963. The gradient of anthesis and seed-setting in soybeans. *Acta Agron.* 12: 233-250.
- Łykowski B. 1984. Warunki klimatyczne rozwoju i plonowania soi w Polsce. *Rozprawy Naukowe i Monografie*. Wydawnictwo SGGW-AR, Warszawa 1-84.
- Mackiewicz Z. 1959. Krytyczne okresy wilgotnościowe w rozwoju soi. *Hod. Rośl. Aklim. i Nas.* 3/4: 507-514.
- Major D.J., Johnson D.R., Tanner J.W., Anderson I.C. 1975. Effect of daylength and temperature on soybean development. *Crop Sci.* 15: 174-179.
- Mann J.D., Jaworski E.G. 1970. Comparison of stresses which may limit soybean yields. *Crop Sci.* 10: 620-624.
- Marin A. 1975. The inheritance and correlation between some quantitative characters in soybean. *Biul. Inst. Hod. i Aklim. Rośl.* 128/129: 59-62.
- Nawracała J., Konieczny G. 1997. Możliwości wykorzystania zmienności introdukowanej, mutacyjnej i rekombinacyjnej w hodowli soi. *Hodowla Roślin — I Krajowa Konferencja*: 91-94.

- Polson D.E. 1972. Day-neutrality in soybean. *Crop Sci.* 12: 773-776.
- Pyzik J. 1982. Wpływ warunków przyrodniczych i czynników agrotechnicznych na plon i skład chemiczny nasion oraz niektóre cechy morfologiczne nowych form soi. *Zesz. Nauk AR Kraków. Rozpr. Nauk.* 87: 1-80.
- Runge E.C.A., Odell R.T. 1960. The relation between precipitation, temperature, and the yield of soybean on the Agronomy South Farm, Urbana, Illinois. *Agron. J.* 52: 245-247.
- Schmid J., Keller E.R. 1980. The behaviour of three cold tolerant and a standard soybean variety in relation to the level and the duration of a cold stress. *Can. J. Pl. Sci.* 60: 821-829.
- Seddigh M., Jolliff G.D. 1984. Physiological responses of field-grown soybean leaves to increased reproductive load induced by elevated night temperatures. *Crop Sci.* 24: 952-957.
- Seddigh M., Jolliff G.D. 1984. Night temperature effects on morphology, phenology, yield and components of indeterminate field-grown soybean. *Agron. J.* 76: 824-828.
- Shanmugasundaram S. 1978. Variation in the photoperiodic response to flowering in soybean. *Soybean Genet. Newsl.* 5: 91-94.
- Sionit N., Kramer P.J. 1977. Effect of water stress during different stages of growth of soybean. *Agron. J.* 69: 274-277.
- Szyrmer J., Federowska B. 1975. Kierunki badań w biologii i hodowli soi. *Biul. Inst. Hod. i Aklim. Rośl.* 3/4: 3-8.
- Szyrmer J., Janicka M. 1985. Screening of soybean genotypes for cold-tolerance during flowering. *Eurosoya* 3: 51-54.
- Tanasch L., Gretzmacher R. 1991. Influence of photoperiod and temperature on flower induction of soybean. *Eurosoya* 7/8: 10-15.
- Thomas J.F., Raper C.D. 1978. Effect of day and night temperature during floral induction on morphology of soybean. *Agron. J.* 70: 893-898.
- Van Schaik P.H., Probst A.H. 1958. Effects of some environmental factors on flower production and reproductive efficiency in soybean. *Agron. J.* 50: 192-197.
- Vidal A., Hanafiah T.O. 1985. Influence du type de croissance sur la morphologie et la floraison du soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Eurosoya* 3: 62-70.