

## BIOLOGIA KWITNIENIA I OWOCOWANIA RUTWICY WSCHODNIEJ (*Galega orientalis* Lam.) W WARUNKACH WOJEWÓDZTWA WARMIŃSKO-MAZURSKIEGO

Danuta Packa <sup>1</sup>, Irena Koczowska <sup>1</sup>, Teresa Wojnowska <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa,  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

<sup>2</sup> Katedra Chemii Rolnej i Ochrony Środowiska,  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

### Wstęp i cel badań

Rutwica wschodnia (*Galega orientalis* Lam.) jest nową, motylkowatą rośliną pastewną, wprowadzaną do uprawy na terenie Polski [IGNACZAK, WOJCIECHOWSKA 1992; WOJCIECHOWSKA, IGNACZAK 1992a, 1992b]. Gatunek ten posiada szereg zalet:

- wieloletność roślin, o dobrej zimotrwałości i zdolności wegetatywnego rozmnażania, pozwala na zakładanie długotrwałych plantacji;
- części nadziemne roślin, o dużej zawartości białka, mogą być użytkowane jako zielona pasza, siano, kiszonka, sianokiszonka, lub jako wysokobiałkowy susz;
- długowieczność roślin, duża masa resztek poźniwnych, wysoka produktywność oraz znaczne zdolności użyźniania gleby preferują rutwicę do wykorzystania dla rekultywacji terenów zdewastowanych [ŠAGAROV 1985; VARIS 1986; RAIG, NÖMMSALU 1988; IGNACZAK, WOJCIECHOWSKA 1992; ARTEMOV i in. 1994; CHAREČKIN, SMAGIN 1994; JARUŠIN, KURBANGALIEV 1994; RAIG 1994; STEPANOV 1994; NÖMMSALU i in. 1996].

Wady takie jak: wolne tempo wzrostu roślin w pierwszym roku wegetacji, niska odporność na suszę i wyleganie, duży udział nasion twardych, obecność w zielonej masie związków antyżywniowych – można będzie ograniczyć drogą hodowlaną. Z powodu braku naturalnych stanowisk tego gatunku na terenie Polski – badaniami objęto formy estońskie i fińskie.

Celem badań, realizowanych w Katedrze Hodowli Roślin i Nasiennictwa oraz Katedrze Chemii Rolnej i Ochrony Środowiska UWM w Olsztynie jest poznanie biologii kwitnienia i owocowania fińskiej formy rutwicy wschodniej w warunkach województwa warmińsko-mazurskiego.

## Metodyka

Badania nad biologią kwitnienia i owocowania rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) rozpoczęto w 1996 roku. Nasiona fińskiej formy rutwicy wschodniej, skaryfikowane mechanicznie, wysiano w drugiej połowie maja 1995 roku. Materiałem do badań były rośliny rutwicy rosnące na polu doświadczalnym w Bałcynach (56 km na płd.-zach. od Olsztyna, 53°36' szer. półn.). Do badań nad biologią kwitnienia przeznaczono po jednym poletku z 4-powtórzeniowego doświadczenia. Z każdego poletka analizowano 30 roślin, łącznie 120 roślin dla całej badanej populacji.

Badania przeprowadzone w latach 1996–1998 obejmowały:

1. Określenie liczby kwiatów, strąków i nasion w pierwszym rozwijającym się gronie oraz indeksu płodności (IP%),
2. Określenie żywotności pyłku przy zastosowaniu metody barwienia i kiełkowania pyłku na pożywce,
3. Zapylenie i zapłodnienie w powiązaniu z morfologią kwiatu,
4. Określenie liczby zalążków w zalążni,
5. Określenie elementów struktury plonu nasion,
6. Biometrię pojedynków rutwicy w fazie kwitnienia i dojrzałości pełnej (1998 r.).

W celu określenia żywotności, pyłek poddano kiełkowaniu na pożywce o następującym składzie: sacharoza – 5%, kwas cytrynowy – 0,001%, agar – 0,8%. W trzech kolejnych latach analizowano po 1000 ziaren pyłku z każdej kombinacji, z uwzględnieniem pyłku kiełkującego i niekiełkującego na pożywce po 30 minutach od wysiania. Ponadto wybarwiono pyłek acetokarminem, przeanalizowano od 500 do 1000 komórek z każdej kombinacji, z uwzględnieniem pyłku barwiącego się i niezabarwionego. Wyniki podano jako procent ziaren pyłku kiełkującego na pożywce oraz procent pyłku zabarwionego (żywego).

Indeks płodności (IP) określono wg wzoru:

$$IP(\%) = \frac{L_s}{L_k} \times 100$$

$L_k$  – liczba kwiatów     $L_s$  – liczba strąków

dla całej badanej populacji (120 roślin). Dla liczby kwiatów, strąków i nasion podano odchylenie standardowe (SD) oraz współczynnik zmienności (V%).

Dla cech dotyczących kwitnienia i owocowania rutwicy jak: liczba kwiatów/strąków/nasion z grona, liczba nasion w strąku i masa nasion z grona, przeprowadzono jednoczynnikowe analizy wariancji.

Liczbę zalążków w zalążni oraz obecność łagiewek pyłkowych wnikaających do zalążków analizowano w mikroskopie fluoroscencyjnym po wybarwieniu kalozy błękitem anilinowym [WĘDZONY 1996]. Przeanalizowano 500 słupków wypreparowanych z kwiatów otwartych.

Analiza biometryczna obejmowała następujące cechy roślin:

- wysokość (cm),
- liczba rozgałęziczeń I-ego rzędu,
- liczba gron,
- liczba strąków,
- liczba nasion,
- masa nasion (g).

Dla każdej opisywanej cechy podano wartości  $\text{min} \div \text{max}$ , odchylenie standardowe (SD) oraz współczynnik zmienności (V%).

Wielkość powierzchni liściowej określono przy pomocy fotoplanimetru.

## Wyniki badań

### Kwitnienie i owocowanie rutwicy wschodniej

Kwitnienie rutwicy w trzech kolejnych latach badań rozpoczynało się w ostatniej dekadzie maja i trwało do końca czerwca. Każdego roku kwitnienie rutwicy trwało około miesiąca. Warunki meteorologiczne w maju i czerwcu sprzyjały wykształceniu dużej liczby kwiatów w gronie i obfitemu kwitnieniu rutwicy (tab. 1). Zbiór przeprowadzano przy końcu lipca lub na początku sierpnia. Duża ilość opadów odnotowana w lipcu 1997 roku spowodowała pogorszenie jakości otrzymanych nasion (tab. 1).

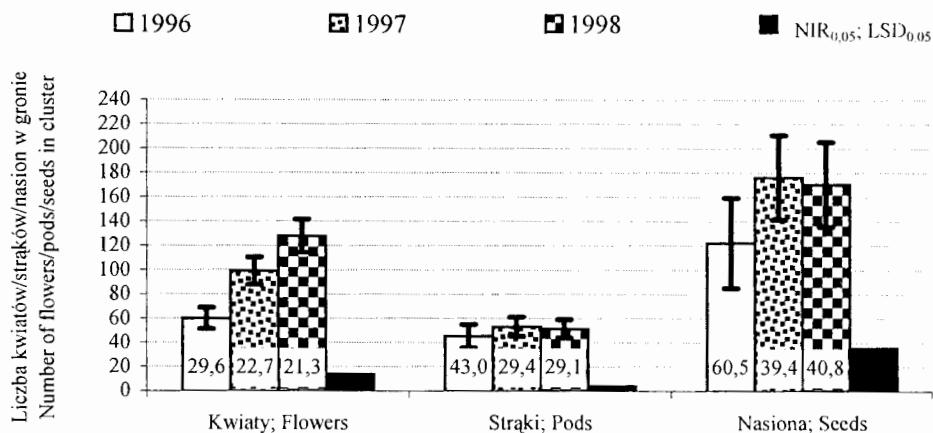
Tabela 1; Table 1

Dane meteorologiczne w okresie badań (Bałcyny, 1996–1998)  
Weather conditions during the experiment (Bałcyny, 1996–1998)

Miesiące Months	Temperatura; Temperature (°C) Średnia; Average				Opady atmosferyczne; Rainfall (mm) Suma; Sum			
	1996	1997	1998	1961–1990	1996	1997	1998	1961–1990
IV	7,2	3,9	9,0	6,5	10,8	22,6	44,5	32,8
V	13,1	11,4	13,3	12,6	93,5	99,0	58,3	49,4
VI	15,3	15,7	16,2	15,7	64,5	71,7	141,9	83,9
VII	15,3	16,9	16,3	17,4	72,4	187,6	57,5	74,9
VIII	18,0	18,3	15,1	16,9	59,1	25,1	58,3	71,4
IX	9,4	12,5	13,0	12,5	45,1	47,3	21,8	58,8
IV–IX	13,1	13,1	13,8	13,6	345,4	453,3	382,3	371,2

Kwiatostany rutwicy stanowią grona o długości 12–15 cm, osadzone w kątach liści na długich szypułkach (rys. 2). Niebieskie lub niebiesko-fioletowe kwiaty mają budowę typową dla motylkowatych. Liczebność kwiatów w gronie rutwicy była zróżnicowana w zależności od roku badań (tab. 2). Średnia liczba kwiatów w pierwszym rozwijającym się gronie w trzech kolejnych latach badań zwiększała się sukcesywnie (60,1, 99,1 i 127,9), a różnice pomiędzy średnimi okazały się statystycznie istotne (rys. 1). Jednocześnie cecha ta była zróżnicowana w obrębie bada-

nej populacji, o czym świadczy wartość odchylenia standardowego i współczynnik zmienności (rys. 1)



Rys. 1. Porównanie kwitnienia i owocowania rutwicy wschodniej w trzech kolejnych latach badań (dla każdej cechy podano odchylenie standardowe i wartość współczynnika zmienności)

Fig. 1. Comparison of flowering and pod setting of fodder galega in the three years of the experiment (standard deviation and variation coefficient value quoted for each trait)

Tabela 2; Table 2

Liczebność kwiatów w gronie rutwicy wschodniej w trzech latach badań  
Number of flowers per cluster of fodder galega in the three years of the study

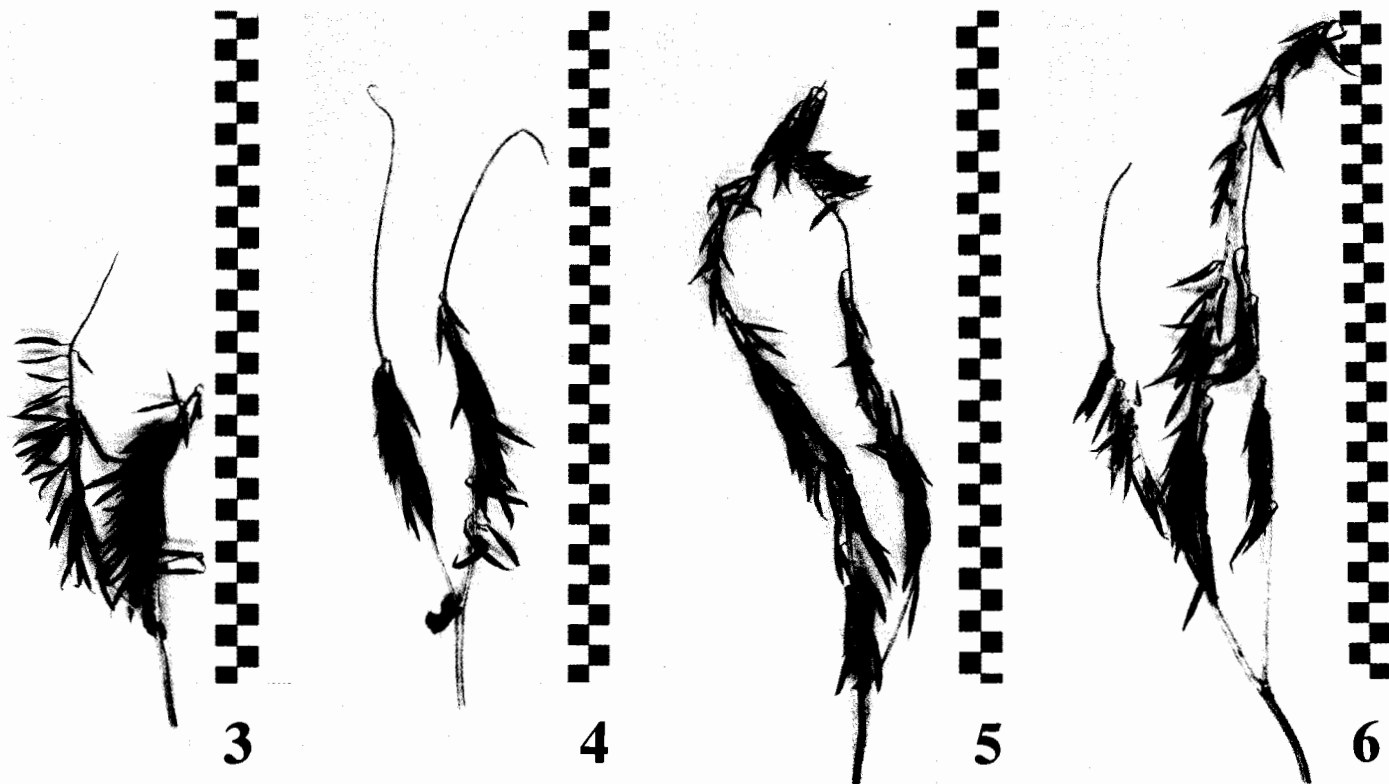
Liczba kwiatów w gronie Number of flowers per cluster zakres od – do; range from – to	Procentowy udział gron o danej liczbie kwiatów Percentage of clusters of given flowers number		
	1996	1997	1998
21 – 30	1,7	0,0	0,0
31 – 40	12,5	0,0	0,0
41 – 50	19,2	0,0	0,0
51 – 60	20,8	2,5	0,0
61 – 70	20,0	5,8	0,8
71 – 80	13,3	14,2	0,8
81 – 90	7,5	13,3	4,2
91 – 100	1,7	18,3	12,5
101 – 110	3,3	16,7	15,0
111 – 120	0,0	15,8	9,2
121 – 130	0,0	6,8	8,3
131 – 140	0,0	0,8	15,8
141 – 150	0,0	2,5	13,3
151 – 160	0,0	2,5	9,2
161 – 170	0,0	0,0	6,7
ponad 170	0,0	0,8	4,2
Rzeczywisty zakres liczby kwiatów Actual range of flowers number	22÷106	52÷175	61÷205

Strąki rutwicy mają 3–4 cm długości, są proste, zakończone ostrym dzióbkiem. Początkowo strąki są zielone, w fazie dojrzewania stają się brązowe lub brunatne. Na szczycie pędu głównego zwykle wykształcają się dwa lub trzy grona ze strąkami, o zróżnicowanej morfologii (rys. 3, 4, 5, 6). Liczebność strąków w gronie w trzech kolejnych latach była na zbliżonym poziomie (tab. 3). Istotność różnic pomiędzy średnimi wykazano tylko dla pierwszego roku badań (rys. 1). Jednocześnie cecha ta w 1996 roku charakteryzowała się największym współczynnikiem zmienności (43,0%).

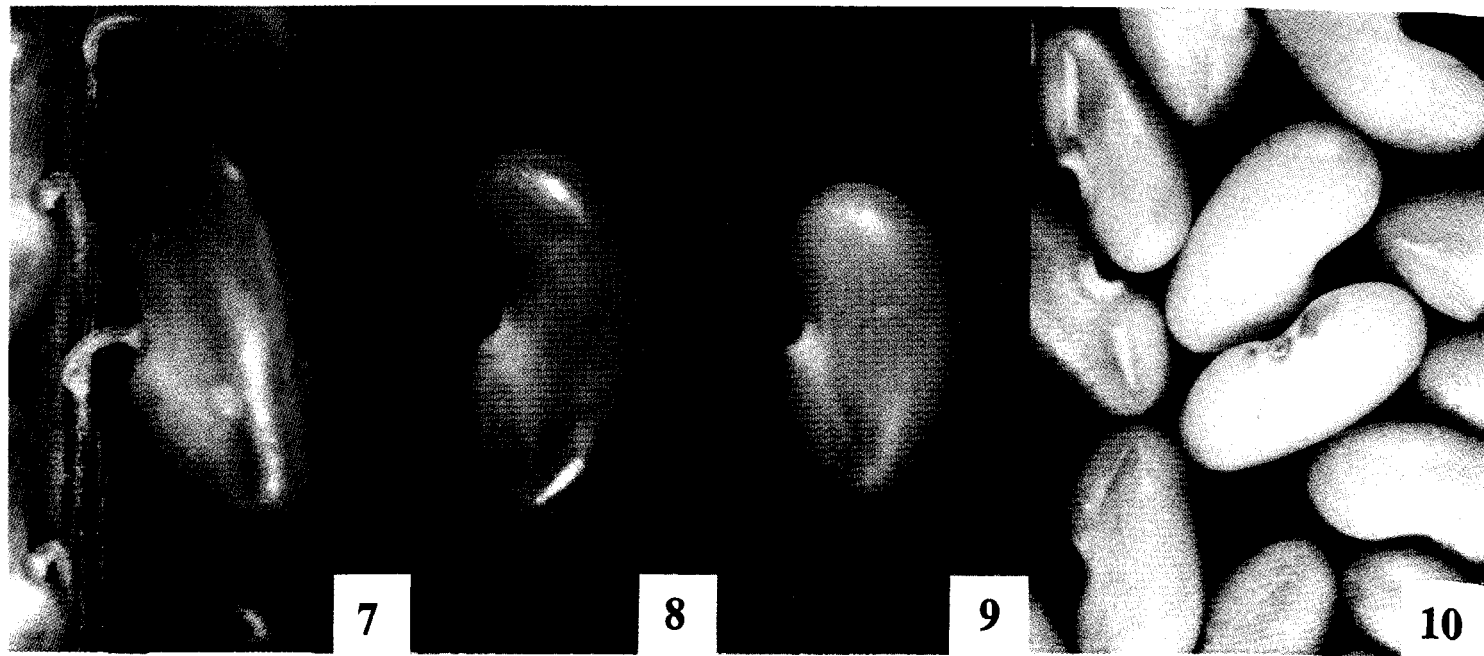
Nasiona rutwicy mają około 3–4 mm długości i 1,5 mm szerokości, kształtem przypominają nasiona lucerny siewnej. Nasiona początkowo zielone (rys. 7) w czasie dojrzewania zmieniają barwę na żółto-zieloną i żółtą (rys. 8, 9, 10). Podczas przechowywania nasiona ciemnieją stając się jasno lub ciemno brązowe. Liczebność nasion w gronie była zróżnicowana w zależności od roku badań (tab. 4). Średnia liczba nasion z grona była najniższa w pierwszym roku badań i istotnie różniła się od średnich w dwóch kolejnych latach. Jednocześnie cecha ta w pierwszym roku badań charakteryzowała się najwyższym współczynnikiem zmienności (rys. 1).



Rys. 2. Kwiatostany (grona) rutwicy wschodniej. Podziałka skali=1 cm  
 Fig. 2. Inflorescences (clusters) of fodder galega. Scale=1 cm

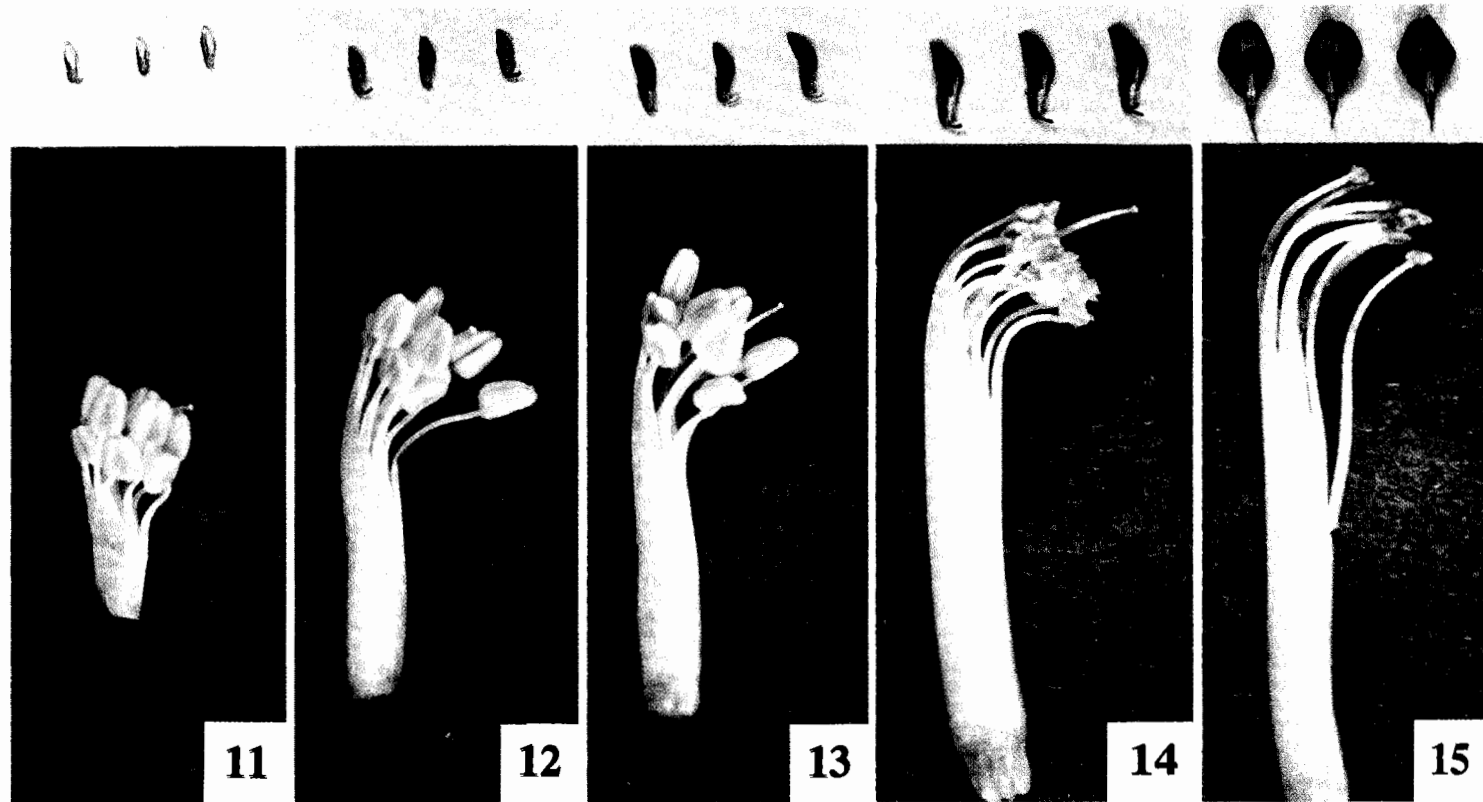


Rys. 3-6. Morfologia gron ze strąkami. Podziałka skali=1 cm  
Fig. 3-6. Clusters with pods of fodder galega – morphological differences. Scale=1 cm



Rys. 7–10. Nasiona rutwicy wschodniej o różnym stopniu dojrzałości. Rys. 7. Nasiona zielone z grona na pędzie głównym, zebrane 24 czerwca. Rys. 10. Nasiona żółte w fazie dojrzałości pełnej, zebrane na początku sierpnia (fotografie w tej samej skali)

Fig. 7–10. Seeds of fodder galega at different maturity stages. Fig. 7. Green seeds from main stem cluster harvested on 24 June. Fig. 10. Yellow seeds at full maturity stage, harvested at the beginning of August (photographs in the same scale)



Rys. 11–15. Stadia rozwojowe pylników rutwicy wschodniej w pąkach kwiatowych i kwiatach otwartych. Rys. 11–13. Zamknięte pylniki w pąkach kwiatowych. Rys. 14. Pęknięte pylniki w dużych pąkach kwiatowych. Rys. 15. Pylniki po wysypaniu pyłku w kwiatach otwartych (fotografie w tej samej skali)

Fig. 11–15. Development phases of fodder galega anthers in flower buds and open flowers. Fig. 11–13. Closed anthers in flower buds. Fig. 14. Splitted anthers in large flower buds. Fig. 15. Empty anthers in open flowers (photographs in the same scale)



Tabela 3; Table 3

Liczebność strąków w gronie rutwicy wschodniej w trzech latach badań  
Number of pods per cluster of fodder galega in the three years of study

Liczba strąków w gronie Number of pods per cluster zakres od – do range from – to	Procentowy udział gron o danej liczbie strąków Percentage of clusters of given pods number		
	1996	1997	1998
0 – 20	7,5	1,7	0,8
21 – 30	19,2	5,1	5,0
31 – 40	15,0	18,3	20,0
41 – 50	20,0	16,7	25,0
51 – 60	17,5	25,8	19,2
61 – 70	11,7	18,3	15,0
71 – 80	5,8	8,3	12,5
81 – 90	0,8	5,0	2,5
ponad 90	2,5	0,8	0,0
Rzeczywisty zakres liczby strąków Actual range of pods number	6÷105	16÷94	14÷83

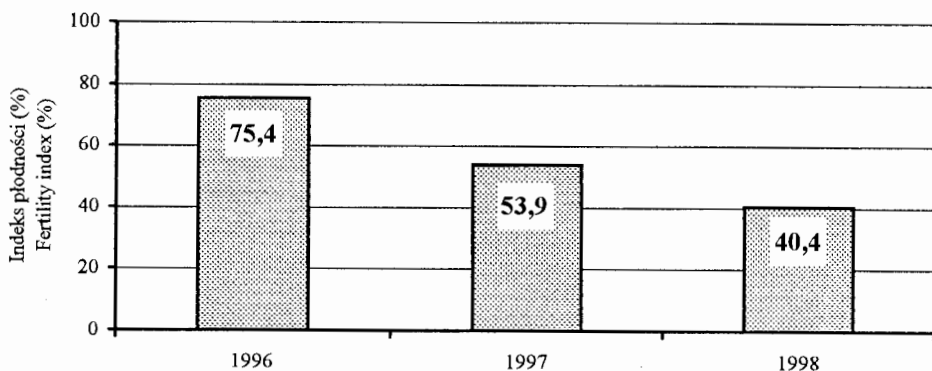
Tabela 4; Table 4

Liczebność nasion w gronie rutwicy wschodniej w trzech latach badań  
Number of seeds per cluster of fodder galega in the three years of study

Liczba nasion w gronie Number of seeds per cluster zakres od – do range from – to	Procentowy udział gron o danej liczbie nasion Percentage of clusters of given seeds number		
	1996	1997	1998
0 – 50	17,5	1,7	0,8
51 – 100	28,3	7,5	15,8
101 – 150	19,2	28,3	25,0
151 – 200	19,2	33,3	24,2
201 – 250	11,6	13,4	21,7
251 – 300	1,7	12,5	8,3
301 – 350	2,5	1,7	2,5
351 – 400	0,0	0,8	1,7
401 – 450	0,0	0,8	0,0
Rzeczywisty zakres liczby nasion Actual range of seeds number	2÷329	18÷443	46÷396

## Indeks płodności

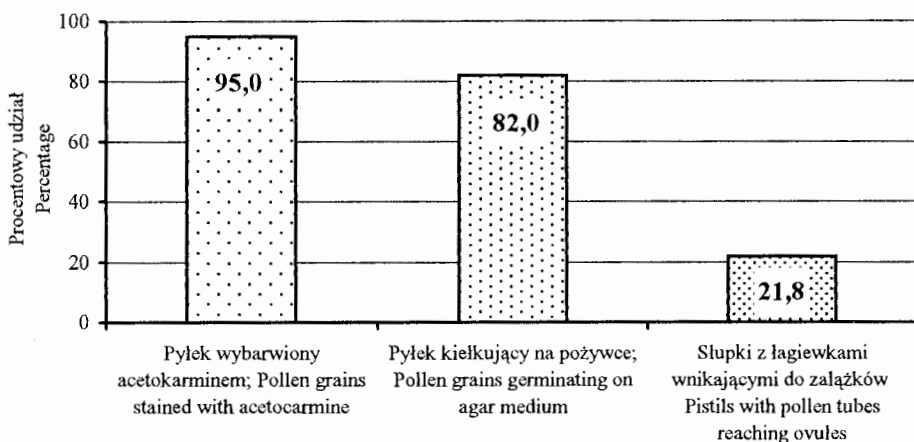
Rutwica wschodnia, podobnie jak większość roślin motylkowatych, charakteryzuje się obfitością kwitnienia. Zmniejszająca się w kolejnych latach wartość indeksu płodności (75,4%, 53,9%, 40,4%), odzwierciedla liczbę wykształconych strąków rutwicy w stosunku do obfitości kwitnienia (rys. 16). U rutwicy w trakcie rozwoju roślin obserwowano opadanie kwiatów lub też zawiązanych strąków oraz spadek liczby nasion w strąku, szczególnie w górnych partiach grona.



Rys. 16. Indeks płodności dla grona na pędzie głównym rutwicy wschodniej w trzech kolejnych latach badań

Fig. 16. Fertility index for the main stem cluster of *Galega orientalis* Lam. in the three years of experiment

## Żywotność pyłku oraz zdolność do zapłodnienia

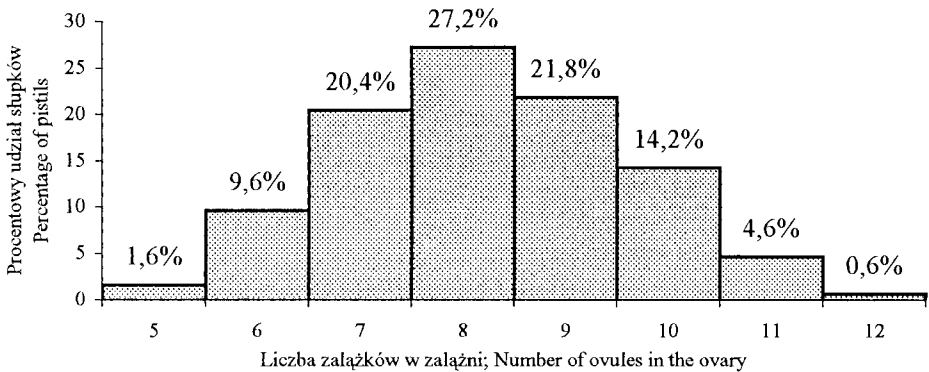


Rys. 17. Żywotność i zdolność do zapłodnienia pyłku rutwicy wschodniej

Fig. 17. Viability and fertility of *Galega orientalis* Lam. pollen grains

Analizując pąki kwiatowe i kwiaty o różnym stopniu rozwoju stwierdzono, że pękanie pylników następuje w dużych pąkach przed otwarciem kwiatu, ale nie jest to równoznaczne z samozapyleniem kwiatów (rys. 11–15). W kwiatach otwartych, których pylniki wysypały pyłek, słupki zapłodnione (słupki z łagiewkami wnijkającymi przynajmniej do jednego zalążka) stanowiły jedynie 21,8% (rys. 17). Żywotność pyłku rutwicy określona metodą barwienia była bardzo wysoka i wynosiła średnio w trzech kolejnych latach – 95%. Ziarna pyłku barwiły się jednolicie, jedynie nieliczne ziarna puste pozostały niezabarwione. Kielkowanie pyłku na pożywce następowało bardzo szybko, po około 5 minutach, a po 30 minutach długość łagiewek pyłkowych przekraczała 100  $\mu\text{m}$ . Żywotność pyłku określona metodą kiełkowania wynosiła średnio – 82%. Dane te wskazują, że rutwica wytwarza wystarczającą ilość żywotnego pyłku, zdolnego do zapłodnienia wykształconych kwiatów.

### Elementy struktury plonu nasion



Rys. 18. Liczebność zalążków w zalążni rutwicy wschodniej

Fig. 18. Frequency of ovules in the ovary of *Galega orientalis* Lam.

Tabela 5; Table 5

Elementy struktury plonu nasion rutwicy w trzech latach badań  
Seed yield components of *Galega orientalis* Lam. in the three years of study

Lata Years	Srednia liczba zalążków Mean number of ovules	Srednia liczba nasion w strąku Mean number of seeds per pod	Srednia masa nasion z grona Mean seed weight per cluster (g)	Masa 1000 nasion 1000 seeds weight (g)
1996	8,22	2,69	0,84	6,20
1997		3,30	1,20	7,34
1998		3,30	1,24	7,43
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>		0,54	0,32	

W zalążni badanej formy rutwicy rozwija się od pięciu do dwunastu zalążków, średnio – 8,22 (rys. 18). Natomiast średnia liczba nasion w strąku w trzech kolejnych latach badań była niewspółmiernie niska w porównaniu ze średnią lic-

bą zalążków, wynosiła  $2,69 \div 3,30$  (tab. 5). Świadczy to o obumieraniu ponad 50% zalążków. Z powodu małej liczby nasion w strąku również masa nasion z grona była niska i wynosiła średnio – 1,1 g. Masa tysiąca nasion (MTN) badanej populacji mieściła się w charakterystycznym dla nasion rutwicy zakresie, pomiędzy 5 i 9 g. Średnia liczba nasion w strąku, średnia masa nasion z grona oraz MTN były najniższe w pierwszym roku badań. Analiza wariancji potwierdziła istotność różnic pomiędzy średnimi dla liczby nasion w strąku i masy nasion z grona (tab. 5).

### Analiza biometryczna pojedynków rutwicy

Tabela 6; Table 6

Analiza biometryczna pojedynków rutwicy wschodniej w czwartym roku wegetacji roślin  
Biometrical analysis of individual plants of *Galega orientalis* Lam.  
in the fourth year of vegetation

Cecha Trait	Średnia Mean	Wartość min ÷ max Min ÷ max value	Odchylenie standardowe Standard deviation	Współczynnik zmienności Coefficient of variation (%)
1. Wysokość roślin Plant height (cm)	141,02	115 ÷ 165	11,18	7,9
2. Liczba pędów bocznych Number of branches	2,58	0 ÷ 6	1,31	50,6
3. Liczba gron z: Number of clusters from:				
a) pędu głównego main stem	2,45	0 ÷ 8	1,30	52,9
b) pędów bocznych branches	6,25	0 ÷ 5	4,62	73,8
c) rośliny; plant	8,70	0 ÷ 27	5,37	61,8
4. Liczba strąków z: Number of pods from:				
a) pędu głównego main stem	55,32	7 ÷ 142	24,97	45,1
b) pędów bocznych branches	73,62	0 ÷ 372	61,31	83,3
c) rośliny; plant	128,94	37 ÷ 454	71,65	55,6
5. Liczba nasion z: Number of seeds from:				
a) pędu głównego main stem	173,90	17 ÷ 454	88,33	50,8
b) pędów bocznych branches	225,95	0 ÷ 845	184,34	81,6
c) rośliny; plant	399,85	68 ÷ 1041	219,50	54,9
6. Masa nasion z rośliny Seed weight per plant (g)	2,91	0,43 ÷ 8,67	1,60	54,9
7. Liczba liści na roślinie Number of leaves per plant	15,50	5 ÷ 32	5,38	34,7
8. Powierzchnia liści Area of leaves (cm <sup>2</sup> )	913,03	319,31 ÷ 1832,77	308,70	33,8

Cechy 1–6 opisano w fazie pełnej dojrzałości roślin, po zbiorach; Traits 1–6 described at full plant maturity, after harvest

Cechy 7 i 8 opisano w fazie kwitnienia roślin; Traits 7 and 8 described at the flowering phase

Analiza biometryczna pojedynków rutwicy w fazie dojrzałości pełnej wykazała dużą zmienność opisywanych cech, co wskazuje na niejednorodność populacji pod względem fenotypowym. Najbardziej wyrównaną cechą była wysokość roślin ( $V=7,9\%$ ). Pozostałe cechy charakteryzowały się wysokimi współczynnikami zmienności (od 45,1% dla liczby strąków z pędu głównego do 81,6% dla liczby nasion z pędów bocznych). Analiza biometryczna pojedynków rutwicy w fazie kwitnienia wykazała zróżnicowaną liczbę liści  $5 \div 32$  oraz zróżnicowaną wielkość powierzchni liściowej  $319,31 \div 1832,77 \text{ cm}^2$  (tab. 6).

## Dyskusja

Spośród znanych w przyrodzie sześciu gatunków z rodzaju *Galega*, najbardziej rozpowszechniona jest rutwica lekarska – *Galega officinalis* L., a także rutwica wschodnia *Galega orientalis* Lam. Oba gatunki są formami diploidalnymi o szesnastu chromosomach w komórkach somatycznych ( $2n=16$ ). Rutwica lekarska jest rośliną ozdobną i leczniczą, a z powodu zawartości trujących alkaloidów nie nadaje się do wykorzystania na cele paszowe [BRODA, MOWSZOWICZ 1979; OZAROWSKI, JARONIEWSKI 1987; GRESHAM, BOOTH 1991]. Rutwica wschodnia zawiera w częściach wegetatywnych różne substancje antyżywieniowe (również alkaloidy guanidynowe), ale w nieznacznych ilościach [LAAKSO i in. 1990; SALONIEMI i in. 1993; BENN i in. 1996]. Ze względu na możliwość wykorzystania rutwicy wschodniej na cele paszowe zaproponowano dla niej nazwę „rutwica pastewna (fodder galega)” [RAIG 1994]. Charakterystykę botaniczną tego gatunku można znaleźć w opracowaniach florystycznych [KOMAROV 1945; TUTIN i in. 1968] oraz w publikacjach [VARIS 1986; IGNACZAK, WOJCIECHOWSKA 1992; RAIG 1994; ANISZEWSKI i in. 1996; NÖMMSALU i in. 1996].

Rutwica wschodnia, podobnie jak większość roślin motylkowatych, charakteryzuje się obfitością kwitnienia, jednak procent zawiązanych i wykształconych strąków w stosunku do liczby kwiatów w gronie jest zmienny i zależy od wielu czynników. Występując u roślin motylkowatych zjawisko zrzucania w trakcie rozwoju organów reprodukcyjnych niewątpliwie zależy od genotypu poszczególnych form, ale może być potęgowane lub prowokowane przez czynniki stresowe, występujące w okresie kwitnienia i zawiązywania strąków. Spośród roślin motylkowatych uprawianych w Polsce, najmniej strąków zawiązuje wyka kosmata – poniżej 1%, a najwięcej groch 50–60% [JASIŃSKA, KOTECKI 1993]. Przyczyny opadania kwiatów i strąków u roślin motylkowatych mogą być spowodowane: zaburzeniami w procesie zapylenia, zaburzeniami fizjologicznymi powodowanymi nierównomierną dystrybucją asymilatów pomiędzy organami generatywnymi na różnych etapach rozwoju, anomaliami w rozwoju struktury embrionalnych [EL-FOULY 1982; FILEK, DUBERT 1985; SEMENOVA 1986, 1987; AUFHAMMER i in. 1989].

Rutwica wschodnia jest rośliną obcopolną, zapylaną przez pszczoły i trzmiele [VARIS 1986, 1995]. Wykazano, że umieszczenie uli na polach rutwicy w warunkach niekorzystnych do zapylenia, może podnieść plon nasion od 180–400  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  do 670  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  [VARIS 1986 (za Raig 1980)]. Dostatek owadów zapyłających i odpowiednie warunki termiczno-wilgotnościowe w czasie kwitnienia są w dużej mierze odpowiedzialne za wiązanie nasion u rutwicy. Kwitnienie roślin w obrębie badanej populacji trwało około miesiąca. Ze względu na dużą liczbę kwiatów, kwitnienie pojedynczego osobnika rozciągnięte jest w czasie. Podczas gdy w dolnych par-

tiach grona znajdują się młode strąki, w części środkowej i górnej grona znajdują się kwiaty o różnym stopniu rozwoju. Rozwijające się strąki są aktywnymi centrami wchłaniania asymilatów, więc obecność młodych strąków u podstawy grona może być czynnikiem inicjującym opadanie kwiatów w górnej części grona. Średnia liczba nasion w strąku dla badanej populacji była niska i wynosiła – 3,10, podczas gdy średnia liczba zalążków – 8,22. Dolne strąki w gronie były lepiej wykształcone niż górne. W dolnych strąkach znajdowano po 8–10 nasion, a w górnych zwykle 1 lub 2. Wydaje się, że niedostateczne zapylenie kwiatów (21,8% słupków z łagiewkami osiągniętymi zalążnię), jak również niedożywienie zalążków w górnej części grona są odpowiedzialne za małą liczbę nasion w strąku rutwicy.

Na zawiązywanie nasion u roślin motylkowatych ma również wpływ płodność zalążków. SEMENOVA [1987] stwierdziła, że zamieranie zalążków u strączkowych zachodzi na różnych etapach rozwoju: przed otwarciem kwiatu, w czasie zapylenia, po zapłodnieniu. W opadłych kwiatkach obserwowano sterylne zalążki charakteryzujące się: nieprawidłową budową woreczków zalążkowych, anomaliami w funkcjonowaniu epidermy ośrodka, zaburzeniami w procesie zapłodnienia i rozwoju zarodka, zaburzeniami w rozwoju bielma, które nie jest w stanie odżywić zarodka. W trakcie obserwacji rozwoju zarodka rutwicy stwierdzono występowanie degenerujących zalążków, które nie posiadały woreczków zalążkowych, lub też w woreczkach zalążkowych nie rozwijały się zarodki i bielmo. Poznanie przyczyn obniżonej płodności zalążków u rutwicy wschodniej wymaga dalszych badań.

Analiza biometryczna pojedynków rutwicy została przeprowadzona tylko w 1998 roku (w czwartym roku wegetacji). Analiza ta wykazała bardzo dużą zmienność cech związanych z plonem zielonej masy i plonem nasion. Zmienność populacji pod względem opisywanych cech uzasadnia konieczność prowadzenia selekcji w celu poprawienia i ujednoczenia cech rolniczo-użytkowych.

### Podsumowanie

1. Rutwica wschodnia charakteryzuje się obfitością kwitnienia w sprzyjających warunkach środowiskowych.
2. W fazie kwitnienia następuje redukcja liczby organów generatywnych, o czym świadczy zmniejszająca się w kolejnych latach wartość indeksu płodności (75,4%, 53,9%, 40,4%).
3. Badana populacja charakteryzowała się słabym wiązaniem nasion.
4. Żywotność pyłku, określona w warunkach laboratoryjnych, była wysoka i wystarczająca do zapylenia wykształconych kwiatów.
5. Słabe wiązanie nasion mogło być spowodowane: niedostatecznym zapyleniem kwiatów przez owady zapylające, zróżnicowaną płodnością zalążków oraz zaburzeniami fizjologicznymi, spowodowanymi niedożywieniem zalążków.
6. Wartości elementów struktury plonu nasion rutwicy wschodniej były najniższe w 1996 roku – drugim roku wegetacji rutwicy.
7. Analiza biometryczna pojedynków rutwicy wykazała bardzo dużą zmienność opisywanych cech ( $V=7,9\% \div 83,3\%$ )

8. Zróżnicowanie populacji pod względem opisywanych cech uzasadnia konieczność prowadzenia selekcji w celu poprawienia i ujednoczenia cech rolniczo-użytkowych.

### Literatura

- ANISZEWSKI T., DROZDOV S.N., KHOLOPTSEVA E.S., MIHKIEV A.I. 1996. *Botanical characteristics and phenological development of Galega orientalis Lam. in the primeval forest zone of eastern Fennoscandia*. Aquilo Ser. Bot. 36: 21–26.
- ARTEMOV I.W., PERVUŠIN V.M., BELONOŽKINA T.G. 1994. *Kozljatnik vostočnyj v centralno-černozemnoj zone*. Kormoproizvodstvo 4: 7–12.
- AUFHAMMER W., NALBORCZYK E., GEYER B., GÖTZ I., MACK C., PALUCH S. 1989. *Interactions between and within inflorescences in relation to the storage capacity of field beans (Vicia faba)*. J. Agric. Sci., Camb. 112: 419–424.
- BENN M.H., SHUSTOV G., SHUSTOVA L., MAJAK W., BAI Y., FAIREY N.A. 1996. *Isolation and characterization of two guanidines from Galega orientalis Lam. cv. Gale (fodder galega)*. J. Agric. Food Chem. 44: 2779–2781.
- BRODA B., MOWSZOWICZ J. 1979. *Przewodnik do oznaczania roślin leczniczych, trujących i użytkowych. Rodzaj Galega L. – rutwica*. PZWL Warszawa: 337–338.
- CHAREČKIN V.I., SMAGIN V.P. 1994. *Perspektivnoe rastenie dla zony suchich stepiej*. Kormoproizvodstvo 4: 12–14.
- EL-FOULY M.M. 1982. *Flower and pod drop*. In: „*Faba Bean Improvement*”. Hatwin G., Weeb C. (Eds). The Hague Netherlands, Martinus Nijhoff, ICARDA, Aleppo, Syria: 177–184.
- FILEK W., DUBERT F. 1985. *Samoregulacja zawiązywania strąków u bobiku (Vicia faba minor Beck.)*. Acta Agraria et Silvestria, S. Agraria XXIV: 17–33.
- GRESHAM A.C.J., BOOTH K. 1991. *Poisoning of sheep by goat's rue*. Veterinary Record 129: 197–198.
- IGNACZAK S., WOJCIECHOWSKA W. 1992. *Rutwica wschodnia (Galega orientalis Lam.) nowa motylkowa roślina pastewna*. PNR 4: 21–32.
- JARUŠIN A., KURBANGALIEV V. 1994. *Kozljatnik vostočnyj na Kamčatke*. Kormoproizvodstvo 4: 16–17.
- JASIŃSKA Z., KOTECKI A. 1993. *Rośliny strączkowe*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa: 20–29.
- KOMAROV V.L. 1945. *Flora SSSR*. XI, Izdat. Akad. Nauk SSSR, Moskwa: 303–304.
- LAAKSO I., VIRKAJARVI P., AIRAKSINEN H., VARIS E. 1990. *Determination of vasicine and related alkaloids by gas chromatography-mass spectrometry*. Journal of Chromatography 505(2): 424–428.
- NÖMMSALU H., MERIPÖLD H., METLITSKAJA J., RAIG H. 1996. *Fodder galega (Galega orientalis Lam.): a promising new leguminous forage plant*. Seed Sci. Technol. 24: 359–364.
- OŻAROWSKI A., JARONIEWSKI W. 1987. *Rośliny lecznicze i ich praktyczne zastosowanie. Rutwica lekarska – Galega officinalis L.* IWZZ Warszawa: 339–341.
- RAIG H. 1994. *Advances in the research of the new fodder crop Galega orientalis*

Lam. In: *Fodder galega (Galega orientalis Lam.) research in Estonia*. Edited by H. Nõmmsalu. The Estonian Research Institute of Agriculture, Saku: 5–24.

RAIG H.A., NÕMMSALU H.K. 1988. *Kozljatnik vostočnyj – cennaja bobovaja kultura. Osobennosti agrotechniki*. Kormovye Kultury 5: 35–39.

SALONIEMI H., KALLELA K., SAASTAMOINEN I. 1993. *Study of the phytoestrogen content of goat's rue (Galega orientalis), alfalfa (Medicago sativa) and white clover (Trifolium repens)*. Agric. Sci. Finl. 2: 517–524.

SEMENOVA E.V. 1986. *Pričiny opadenija butonov, cvetkov i plodov u bobov (Faba bona Medik.)*. Bjulletin Vsesojuz. Inst. Rastn. Vavilova 165: 35–37.

SEMENOVA E.V. 1987. *Fertilnost i sterilnost semjapoček kormovyh bobov*. Bjulletin Vsesojuz. Inst. Rastn. Vavilova 175: 39–42.

STEPANOV A.F. 1994. *Kozljatnik vostočnyj v Sibiri*. Kormoproizvodstvo 4: 14–16.

ŠAGAROV A.M. 1985. *Kozljatnik vostočnyj – cennaja bobovaja kultura*. Kormoproizvodstvo 8: 30–32.

TUTIN T.G., HEYWOOD V.H., BURGESS N.A., MOORE D.M., VALENTINE D.H., WALTERS S.M., WEBB D.A. 1968. *Flora Europaea*. Cambridge University Press, Vol. 2: 107.

VARIS E. 1986. *Goat's rue (Galega orientalis Lam.), a potential pasture legume for temperate conditions*. J. Agric. Sci. in Finland 58: 83–101.

VARIS A.L. 1995. *Abundance, species composition and daily pattern of bees visiting field bean, goat's rue and turnip rape in southern Finland*. Agric. Sci. Finland 4: 473–478.

WĘDZONY M. 1996. *Mikroskopia fluorescencyjna dla botaników*. Zakład Fizjologii Roślin im. Franciszka Górskiego PAN Kraków: 113 ss.

WOJCIECHOWSKA W., IGNACZAK S. 1992a. *Wstępna informacja o rutwicy wschodniej (Galega orientalis Lam.) nowej, pastewnej roślinie motylkowatej*. Hod. Rośl. Nasion. 4: 26–29.

WOJCIECHOWSKA W., IGNACZAK S. 1992b. *Czy rutwica wschodnia przyjmie się w Polsce jako roślina uprawna?* Wszechświat 93(9): 234–236.

**Słowa kluczowe:** rutwica wschodnia (*Galega orientalis* Lam.), kwitnienie, owocowanie, indeks płodności, żywotność pyłku, biometria

### Streszczenie

Badano kwitnienie i owocowanie fińskiej formy rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) w warunkach województwa warmińsko-mazurskiego. Realizowane badania obejmowały drugi, trzeci i czwarty rok wegetacji rutwicy. Wykazano, że rutwica wschodnia charakteryzuje się obfitością kwitnienia w sprzyjających warunkach środowiskowych, natomiast procent wykształconych strąków w stosunku do liczby kwiatów jest zmienny w latach (75,4%; 53,9%; 40,4%). Żywotność pyłku określona w warunkach laboratoryjnych była wysoka i wystarczająca do zapylenia wykształconych kwiatów. Badana populacja charakteryzowała się słabym wiązaniem nasion (3,10 średnia liczba nasion w strąku, 8,22 średnia liczba załączków). Słabe wiązanie nasion mogło być spowodowane: niedostatecznym zapyleniem kwiatów przez owady zapyłające (21,8% słupków z łagiewkami osiagającymi załącznię), zróżnicowaną płodnością załączków (występowanie degenerujących za-



łązków) oraz zaburzeniami fizjologicznymi spowodowanymi niedożywieniem załązków (bardzo mała liczba nasion w strąkach z górnej części grona). Wartości elementów struktury plonu nasion były najniższe w drugim roku wegetacji rutwicy, co potwierdziła przeprowadzona analiza wariancji. Analiza biometryczna pojedynczych rutwicy przeprowadzona w czwartym roku wegetacji wykazała dużą zmienność cech związanych z plonem zielonej masy i plonem nasion.

BIOLOGY OF FLOWERING AND POD SETTING  
OF *Galega orientalis* Lam. GROWN IN THE PROVINCE  
OF WARMIA AND MASURIA

Danuta Packa<sup>1</sup>, Irena Koczowska<sup>1</sup>, Teresa Wojnowska<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Plant Breeding and Seed Production,  
Warmia and Masuria University, Olsztyn

<sup>2</sup> Department of Agricultural Chemistry and Environmental Protection,  
Warmia and Masuria University, Olsztyn

Key words: fodder galega (*Galega orientalis* Lam.), flowering, pod setting, fertility index, pollen viability, biometrics

Summary

Flowering and pod setting of Finnish form of fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) grown in the province of Warmia and Masuria were analyzed. The study covered the second, third and fourth vegetative year of fodder galega. *Galega orientalis* Lam. was observed to produce abundant flowers when cultivated under favourable environmental conditions, but the percentage of pods set relative to the number of flowers was different in each year (75.4%, 53.9%, 40.4%). Pollen viability determined in laboratory was high and sufficient to pollinate the flowers set. Seed setting in tested population was poor (mean number of seeds per pod – 3.10, mean number of ovules – 8.22). Poor seed setting could be caused by: insufficient pollination of flowers by pollinating insects (21.8% of pistils with pollen tubes reaching the ovary), varied fertility of ovules (presence of degenerating ovules) and physiological disturbances resulting from the undernourishment of ovules (a very low number of seeds in pods in the upper part of a cluster). Values of seed yield components were the lowest in the second year of vegetation; the observation was confirmed by the analysis of variance. Biometrical analysis of individual plants of fodder galega performed in the fourth year of vegetation showed high variability of traits related to both green matter and seed yields.

Dr Danuta Packa

Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski

Pl. Łódzki 3

10-724 OLSZTYN

e-mail: ansaw@moskit.art.olsztyn.pl