

Reakcja *Galega orientalis* na zmianę częstotliwości defoliowania roślin w aspekcie jej właściwości biologicznych i chemicznych

W. ZIELEWICZ, D. GOLEMBKA, S. KOZŁOWSKI

Katedra Łąkarstwa i Krajobrazu Przyrodniczego, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Response of *Galega orientalis* to changes in the plant defoliation frequency from the point of view of its biological and chemical properties

Abstract: Fodder as well as phytoenergetic phytomass utilisation of goat's rue depends, to a considerable extent, on plant response to their defoliation frequency. This feature is critical when decisions are to be taken whether it is more advantageous to employ a single harvest or to apply continuous production of phytomass by repeated plant defoliation. The performed experiments comprised: recognition of changes in plant chemical composition with respect to organic and mineral constituents important from nutritional point of view, determination of shoot morphological structure, assessment of plant vitality on the basis of the content of chlorophyll dyes as well as determination of the over-ground mass yield of goat's rue regrowths.

Key words: *Galega orientalis*, defoliation frequency, biological properties, chemical properties

1. Wstęp

Galega orientalis Lam., czyli rutwica wschodnia, klasyfikowana jest do rodziny *Fabaceae* Lindl., podrodziny *Faboideae* i rodzaju *Galega*. Gatunek ten jest coraz częściej uprawiany na różne cele w wielu krajach Europy, nawet w Finlandii, Estonii, na Litwie i Łotwie. Również w Rosji zwiększa się areal uprawy tego gatunku. W Polsce zainteresowanie uprawą rutwicy jest niewielkie z powodu trudności w pozyskiwaniu materiału siewnego, czego przyczyną jest, przede wszystkim, słabe wykształcanie nasion (IGNACZAK, 1999).

Rutwica wschodnia jest rośliną o różnorodnych możliwościach wykorzystania – także w naszym kraju (IGNACZAK, 1997; 1999). Aktualnie przeważa użytkowanie pastewne rutwicy wschodniej (SKÓRKO-SAJKO i WSP., 2005; SKÓRKO-SAJKO i WSP., 2011, SZYSZKOWSKA i WSP., 2004). Zakres i sposób jej wykorzystywania determinują właściwości biologiczne i chemiczne tego gatunku, które wymagają coraz lepszego poznania. Toteż podejmowana przez badaczy problematyka z tego zakresu, a w konse-

kwencji literatura, jest obfita (ANDRZEJEWSKA i IGNACZAK, 2001; MOLLER i HOSTRUP, 1996; NOMMSALU i MERIPOLD, 1996). Rozwój wieloletnich roślin motylkowatych, także rutwicy, jest mocno warunkowany czynnikami atmosferycznymi i agrotechnicznymi (JASIŃSKA i KOTECKI, 1993). Wykazano między innymi, że struktura masy nadziemnej pędów, wytwarzanie kwiatów oraz wykształcanie nasion jest w dużej mierze uzależnione od rozkładu opadów, temperatury powietrza i terminów koszenia w okresie wegetacji roślin (DZIEŻYC, 1989; ROJEK, 1986). Dobrze rozwinięty system korzeniowy rutwicy wschodniej z korzeniem palowym i rozbudowaną siecią kłączy może minimalizować krótkotrwałe niedobory opadów (WOJCIECHOWSKA i IGNACZAK, 1992).

W wykorzystywaniu fitomasy rutwicy, tak w sferze paszowej jak i fitoenergetycznej, ważnym zagadnieniem jest reakcja roślin na częstotliwość defoliacji. Cecha ta w decydującej mierze rozstrzyga czy bardziej uzasadniony staje się jednorazowy zbiór, czy też możliwość ciągłego pozyskiwania fitomasy poprzez wielokrotną defoliację roślin. Kwestia ta była już poruszana w badaniach nad możliwością pozyskiwania nasion z rutwicy prowadzonych przez SLEPETYS'A (2010).

W dotychczasowych pracach badawczych nad rutwicą koncentrowano się na jej właściwościach chemicznych i biologicznych. Jednakże w szerokim spektrum poznawania tych komplementarnych wobec siebie właściwości ważne miejsce zajmuje kwestia reakcji roślin na częstotliwość defoliacji, która nie była obiektem naszych badań. Poznawanie tej reakcji jest celem niniejszej pracy.

2. Materiał i metody

Prace badawcze nad rutwicą wschodnią realizowano w latach 2009–2011. Jak już podano wcześniej miały one szeroki zakres i koncentrowały się na właściwościach biologicznych i chemicznych tego gatunku o czym świadczą publikacje KOZŁOWSKIEGO i WSP. (2012); KOZŁOWSKIEGO i ZIELEWICZA (2013). W niniejszym opracowaniu przedstawiona została kwestia reakcji na zróżnicowane defoliowanie.

Materiał roślinny do badań z tego zakresu pochodził z polowej uprawy rutwicy odmiany Gale, prowadzonej na terenie Stacji Doświadczalnej Katedry Łąkarstwa i Krajobrazu Przyrodniczego Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu zlokalizowanej w Brodach. Przedplonem dla doświadczenia był zasiew życicy trwałej. Gleba w sferze właściwości fizyko-chemicznych charakteryzowała się następującymi parametrami: 1,24% zawartością próchnicy, 16% udziałem części spławialnych, obojętnym odczynem ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 6,98$) oraz obecnością 182 mg P, 234 mg K i 46,5 mg Mg w odniesieniu do kg^{-1} s.m. gleby.

Wysiewu nasion dokonano 25 kwietnia 2009 roku na powierzchni 108 m^2 . Do siewu wykorzystano ręczny siewnik Meteor. Norma wysiewu wynosiła 20 kg ha^{-1} , a rozstaw rzędów 40 cm. Skaryfikowane chemicznie nasiona (zanurzone przez 30 minut w stężonym kwasie siarkowym) przed siewem zaprawiono Funabenem T oraz zaszczerpiono bakteriami *Rhizobium galegae*. Przed wysiewem nasion zastosowano nawożenie fosforem (80 kg P ha^{-1}) i potasem (120 kg K ha^{-1}). W latach pełnego użytkowania zasiewu rutwicy zastosowano takie samo nawożenie, ale wykonywano je przed ruszeniem wegetacji.

W roku 2011 pole z uprawą rutwicy podzielono na trzy jednakowe części, każda o powierzchni 36 m², różniące się częstotliwością defoliacji. Toteż w ciągu sezonu wegetacyjnego uzyskiwano jeden, dwa lub trzy odrosty. Zbioru odrostów dokonywano w różnych terminach kalendarzowych, w fazie pełni kwitnienia roślin. Masa nadziemna pędów rutwicy była koszona na wysokości 6 cm. Z każdej kombinacji pozyskiwano 10 prób.

Tabela 1. Warunki pogody podczas wzrostu i rozwoju rutwicy w roku 2011
Table 1. Weather conditions during the growth and development of goat's rue in 2011 year

Częstotliwość defoliacji Frequency of defoliation	Odrost Regrowth	Czas odrostu Time of regrowth	Suma opadów dla odrostu Total rainfall for regrowth (mm)	Średnia temperatura powietrza dla odrostu Average air temperature for regrowth (°C)
Jednokrotna defoliacja One defoliation	I	1.04 – 05.08	246,8	15,7
Dwukrotna defoliacja Twice defoliation	I	1.04 – 30.06	148,6	13,7
	II	1.07 – 15.09	254,3	18,4
Trzykrotna defoliacja Triple defoliation	I	1.04 – 31.05	131,6	11,2
	II	1.06 – 15.07	61,3	19,6
	III	16.07 – 15.09	200,4	17,6

Warunki pogodowe trwające podczas wzrostu i rozwoju poszczególnych odrostów, w odniesieniu do temperatury powietrza i opadów, zamieszczono w tabeli 1. Były one zróżnicowane dla odrostów w poszczególnych wariantach częstotliwości koszenia. Bardziej dokładne dane dotyczące warunków pogodowych w których wzrastała rutwica w tym roku zostały obszernie przedstawione w pracy KOZŁOWSKIEGO i WSP. (2012).

Prace badawcze obejmowały poznanie zmian w składzie chemicznym roślin w odniesieniu do ważnych z żywieniowego punktu widzenia składników organicznych i mineralnych, określenie struktury morfologicznej pędów, określenie żywotności roślin na podstawie zawartości barwników chlorofilowych oraz określeniu plonu masy nadziemnej odrostów rutwicy. W sferze metodycznej wykorzystano informacje zawarte we wcześniejszych publikacjach KOZŁOWSKIEGO i WSP. (2012); KOZŁOWSKIEGO i ZIELEWICZA (2013).

3. Wyniki

Wyniki badań nad reakcją rutwicy na zmianę częstotliwości defoliowania roślin wyrażającą się zmianami ich składu chemicznego przedstawiono w tabelach 2 i 3. Jak się okazuje przeprowadzana defoliacja wyraźnie zaznaczyła swój wpływ na skład chemiczny roślin rutwicy. W sytuacji jednorazowego ścinania uzyskano masę nadziemną wyróżniającą się przede wszystkim dużą zawartością celulozy, predyspozycją do wytwarzania hemicelulozy i ligniny oraz niewielkim poziomem białka i karotenu. Skład mineralny roślin nie był bogaty w odniesieniu do popiołu surowego, a zwłaszcza potasu,

sodu i krzemu. Poziom magnezu był zbliżony do wartości optymalnej, a wapń daleko ją przewyższał.

Tabela 2. Wpływ częstotliwości defoliacji roślin na występowanie składników organicznych w rutwicy wschodniej (g kg^{-1} s.m.)

Table 2. Influence of defoliation frequency of plants for organic components in goat's rue (g kg^{-1} DM)

Składnik Component	1-krotna defoliacja One defoliation		2-krotna defoliacja Twice defoliation		3-krotna defoliacja Triple defoliation	
	odrost regrowth	zawartość content	odrost regrowth	zawartość content	odrost regrowth	zawartość content
Białko ogólne Crude protein	I	114,1	I II	122,2 195,1	I II III	126,7 133,1 190,2
Cukry Sugars	I	24,9	I II	27,3 29,8	I II III	16,3 33,6 27,8
Celuloza Cellulose	I	384,2	I II	367,6 319,2	I II III	287,7 288,9 307,1
Hemicelulozy Hemicelluloses	I	172,7	I II	158,8 153,4	I II III	158,3 164,3 145,9
Ligniny Lignins	I	45,6	I II	42,1 39,9	I II III	40,4 35,3 35,9
Chlorofil ($a+b$) Chlorophyll ($a+b$) (mg g^{-1} s.m. – DM)	I	5,97	I II	6,42 7,13	I II III	7,61 7,04 7,57
β -karoten β -carotene (mg g^{-1} s.m. – DM)	I	22,1	I II	26,1 39,0	I II III	22,1 33,5 34,8

W warunkach dwukrotnego defoliowania dało o sobie znać zróżnicowanie składu chemicznego poszczególnych odrostów. Jak się okazuje rośliny pierwszego odrostu wykazywały więcej celulozy oraz mniej białka i karotenu niż rośliny drugiego odrostu. Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy odrostami w odniesieniu do cukrów, hemiceluloz i lignin. Porównując skład chemiczny rutwicy jednokrotnie defoliowanej do dwukrotnie koszonej można zauważyć, że powtórne ścinanie spowodowało uzyskanie roślin młodszych, bardziej delikatnych, a więc o niższej zawartości węglowodanów strukturalnych i lignin ale bardziej zasobnych w białko ogólne. W sferze składu mineralnego uwagę w zebranych roślinach zwraca nadmiar wapnia i potasu, optymalny poziom fosforu oraz niedobór sodu i magnezu. Zależność ta jeszcze bardziej uwydatniła się w warunkach trzykrotnej defoliacji.

Trzykrotne koszenie spowodowało niewielki wzrost zawartości białka i karotenu, a zmniejszenie udziału celulozy, hemiceluloz oraz lignin. W sferze składu mineralnego zanotowano zwiększenie ilości popiołu surowego, a zwłaszcza potasu i fosforu,

a zmniejszenie zawartości wapnia i sodu. Poziom magnezu nie uległ istotnym zmianom w porównaniu do roślin rutwicy jednokrotnie i dwukrotnie koszonych.

Tabela 3. Wpływ częstotliwości defoliacji roślin na występowanie składników mineralnych w rutwicy wschodniej (g kg⁻¹ s.m.)

Table 3. Influence of defoliation frequency of plants for occurrence of minerals components in goat's rue (g kg⁻¹ DM)

Składnik Component	1-krotna defoliacja One defoliation		2-krotna defoliacja Twice defoliation		3-krotna defoliacja Triple defoliation	
	odrost regrowth	zawartość content	odrost regrowth	zawartość content	odrost regrowth	zawartość content
Popiół surowy Crude ash	I	67,2	I II	74,8 76,1	I II III	89,5 98,3 82,3
Wapń Calcium	I	26,6	I II	16,2 16,9	I II III	16,5 19,7 20,2
Magnez Magnesium	I	1,6	I II	1,0 1,1	I II III	1,2 1,9 1,1
Fosfor Phosphorus	I	3,5	I II	3,4 4,3	I II III	4,1 5,0 4,7
Potas Potassium	I	8,5	I II	24,7 23,5	I II III	29,7 30,6 24,9
Sód Sodium	I	0,5	I II	0,3 0,3	I II III	0,3 0,4 0,3
Krzem Silicon	I	0,4	I II	0,6 0,3	I II III	0,7 0,7 0,3

Reakcja roślin rutwicy na zmianę częstotliwości koszenia rozpoznawano także w odniesieniu do struktury morfologicznej pędów. Podjęcie tego zakresu badań miało też swoje uzasadnienie w dużych różnicach składu chemicznego liści i łodyg rutwicy, co wykazano we wcześniejszych badaniach (KOZŁOWSKI i ZIELEWICZ, 2013).

Tabela 4. Struktura morfologiczna pędów rutwicy wschodniej

Table 4. Morphological structure of shoots of goat's rue

Organ pędu Part of the shoots	Udział w % – Participation in %			NIR _{0,05} – LSD _{0,05}
	1-krotna defoliacja One defoliation	2-krotna defoliacja Twice defoliation	3-krotna defoliacja Triple defoliation	
Łodygi – Stems	63,02	58,18	52,39	0,30
Liście – Leaves	22,59	30,56	41,26	0,33
Kwiatostan Inflorescence	14,39	11,26	6,35	0,23

Jak się okazuje (tab. 4.) w masie nadziemnej pędów, niezależnie od częstotliwości defoliacji roślin, dominują łodygi. Najbardziej jest to widoczne w warunkach jednokrotnej defoliacji. Zwiększenie częstotliwości defoliacji pędów doprowadziło do zmniejszenia udziału łodyg. Natomiast w przypadku liści dostrzeżono sytuację odwrotną. Systematycznie wzrastał ich udział, w miarę zwiększania częstotliwości koszenia. Udział kwiatostanów w masie pędu był zróżnicowany. Był on znaczny, lecz tylko u roślin defoliowanych jednokrotnie i dwukrotnie. W sytuacji trzykrotnego defoliowania tylko nieznaczne pędy osiągały stadium wykształcania kwiatostanów, dlatego ich udział w strukturze morfologicznej pędu był niewielki.

Analizując reakcję rutwicy na zmianę częstotliwości koszenia zwrócono także uwagę na kwestię żywotności roślin, którą oceniono na podstawie zawartości chlorofilu ($a+b$) w liściach (tab. 5). Obserwując rośliny jednokrotnie defoliowane łatwo zauważyć ich mocno zróżnicowaną żywotność od rozpoczęcia wegetacji do skoszenia roślin. Do końca czerwca zawartość barwników chlorofilowych kształtowała się na wysokim poziomie około 7 mg g^{-1} s.m. Natomiast podczas dalszej wegetacji nastąpił gwałtowny spadek koncentracji barwników do najniższego poziomu, czyli około 4 mg g^{-1} s.m. Było to rezultatem wzrostu i rozwoju roślin w warunkach średnich dobowych temperatur

Tabela 5. Wpływ częstotliwości defoliacji na występowanie barwników chlorofilowych w rutwicy wschodniej (mg g^{-1} s.m.)

Table 5. Influence of defoliation frequency on the occurrence of chlorophyll dyes in goat's rue (mg g^{-1} DM)

Wyszczególnienie Item	Terminy pomiarów – Deadlines of measurements				
	31.05	30.06	15.07	05.08	15.09
	Jednokrotna defoliacja – One defoliation				
Chlorofil <i>a</i> Chlorophyll <i>a</i>	5,26	5,07	3,46	2,99	–
Chlorofil <i>b</i> Chlorophyll <i>b</i>	1,88	1,69	1,34	1,04	–
Chlorofil (<i>a+b</i>) Chlorophyll (<i>a+b</i>)	7,13	6,76	4,80	4,03	–
	Dwukrotna defoliacja – Twice defoliation				
Chlorofil <i>a</i> Chlorophyll <i>a</i>	4,41	4,56	5,28	4,07	6,80
Chlorofil <i>b</i> Chlorophyll <i>b</i>	1,80	1,55	1,87	1,32	2,15
Chlorofil (<i>a+b</i>) Chlorophyll (<i>a+b</i>)	6,22	6,11	7,16	5,29	8,94
	Trzykrotna defoliacja – Triple defoliation				
Chlorofil <i>a</i> Chlorophyll <i>a</i>	4,87	5,20	5,29	4,83	6,57
Chlorofil <i>b</i> Chlorophyll <i>b</i>	1,93	1,78	1,82	1,64	2,10
Chlorofil (<i>a+b</i>) Chlorophyll (<i>a+b</i>)	6,80	6,98	7,11	6,47	8,67

powietrza dochodzących do 24°C oraz bardzo małej ilości opadów – 10,5 mm wody. Taka sytuacja pogodowa utrzymywała w pierwszej dekadzie sierpnia, a jej konsekwencją było zmniejszanie się żywotności roślin aż po zasychanie pędów, zwłaszcza ich liści, które szybko odpadały. Duży jednostkowy opad deszczu, w końcu lipca, w ilości 88,7 mm nie zregenerował żywotności roślin. Toteż 5 sierpnia podjęto słuszną decyzję o skoszeniu roślin.

Przy dwukrotnym koszeniu stwierdzono znaczną stabilność żywotności roślin pierwszego odrostu, a tym samym występowania chlorofilu. Susza dała o sobie znać dopiero w drugim odroście, kiedy stwierdzono słabą żywotność roślin. W warunkach trzykrotnej defoliacji pędów nastąpiła znaczna stabilizacja żywotności roślin, której wyrazem jest zawartość chlorofilu. Spadek zawartości tego barwnika nawet w trudnych uwarunkowaniach pogody w sierpniu był niewielki. Uprawa trzykrotnie koszona dobrze znosiła stres termiczny i wilgotnościowy.

Oceniając reakcję roślin rutwicy na zwiększoną częstotliwość koszenia przez pryzmat ich barwy łatwo też dostrzec blisko trzykrotną przewagę chlorofilu *a* nad chlorofilem *b*. Dominacja tego barwnika utrzymywała się we wszystkich roślinach niezależnie od częstości koszenia (tab. 5). Właściwość ta jest niewątpliwie cechą charakterystyczną rutwicy.

Ostatnim kryterium oceny reakcji roślin rutwicy na zmianę częstotliwości defoliacji było plonowanie (tab. 6). Jak się okazuje największy, w ujęciu globalnym, plon uzyskano z uprawy dwukrotnie defoliowanej. Był on o blisko 130% większy od plonu uprawy koszonej tylko jeden raz w okresie wegetacji. Tak niski plon zasiewu jednokrotnie koszonego jest rezultatem zasychania i zamierania pędów na skutek stresów termicznych i wilgotnościowych jakie pojawiły się latem, pod koniec lipca i na początku sierpnia. Takie zróżnicowanie uzyskanych plonów ma swoje uzasadnienie, przede wszystkim, w warunkach pogodowych – temperaturze powietrza i opadach (tab. 1). Wspomniane wcześniej trudne warunki w miesiącach letnich doprowadziły w efekcie do przerwania wegetacji roślin, stąd decyzja o skoszeniu ich w terminie 5 sierpnia. Wznowienie wegetacji nastąpiło dopiero późną jesienią, jednakże nie uzyskano takiego odrostu, którego plon klasyfikował się do koszenia. Uwagę zwraca wielkość plonu pierw-

Tabela 6. Plon masy nadziemnej rutwicy wschodniej
Table 6. Yield of aboveground mass of goat's rue

Częstotliwość defoliacji Frequency of defoliation	Odrost Regrowth	Plon (dt s.m. ha ⁻¹) Yield (dt ha ⁻¹ DM)
Jednokrotna defoliacja One defoliation	I	91,4
Dwukrotna defoliacja Twice defoliation	I	136,1
	II	72,1
	Plon roczny – Annual yield	208,1
Trzykrotna defoliacja Triple defoliation	I	74,8
	II	21,5
	III	39,8
	Plon roczny – Annual yield	136,1

szezo odrostu z uprawy dwukrotnie defoliowanej. Uznać go należy za rekordowy w tych warunkach, gdyż osiągnął ponad 136 dt s.m. z hektara. Czynnikiem sprawczym były korzystne, w sferze temperatury i opadów, warunki pogody jakie zaistniały w czerwcu. Z tych warunków nie mogły w pełni skorzystać rośliny pierwszego odrostu z zasiewu trzykrotnie defoliowanego.

4. Dyskusja

U podstawy podjętych badań było poszukiwanie najlepszego wariantu użytkowania zasiewów rutwicy w sferze częstotliwości defoliacji roślin. Jako kryterium oceny przyjęto skład chemiczny, strukturę morfologiczną ich pędów, żywotność roślin oraz plonowanie upraw. Uzyskane wyniki stanowią jednak efekt nie tylko zróżnicowanej częstotliwości defoliacji ale także tożsamości gatunkowej, oddziaływania pogody i zmieniającej się struktury morfologicznej pędów.

Jak się okazuje (tab. 7) zwiększenie częstotliwości defoliacji doprowadziło do korzystnych z żywieniowego punktu widzenia zmian składu chemicznego, zwłaszcza poprzez zmniejszenie zawartości celulozy, hemiceluloz, lignin oraz wzrost zawartości białka ogólnego i większości badanych składników mineralnych. Wyniki badań własnych w sferze składu chemicznego dobrze korespondują z poglądami RAIGA i NOMMSALU (1988), SZYSZKOWSKIEJ i WSP. (2004) czy też MOLLERA i HOSTRUPA (1996), którzy zalecają zbiór zielonki rutwicy we wcześniejszych fazach rozwojowych dla jej paszowego wykorzystania. SKÓRKO-SAJKO i WSP. (2005), podkreślają też, że zasadne jest poddanie zasiewu rutwicy wielokrotnemu defoliowaniu z krótkim czasem odrastania, co wpływa korzystnie na wartość pokarmową zielonki. Zwiększenie częstotliwości koszenia doprowadziło również do wykształcania pędów z większym udziałem liści (tab. 4). Niewątpliwie może to doprowadzić do poprawy wartości pokarmowej zbieranego plonu, co także podkreślają RAIG i NOMMSALU (1988). Zwiększenie częstotliwości koszenia powoduje też uzyskanie roślin o większej żywotności, czego wyrazem wzrastająca zawartość barwników chlorofilowych (tab. 8). Taka reakcja roślin, jak podkreślają KOZŁOWSKI i WSP. (2001) może mieć istotne znaczenie dla paszowego wykorzystania gatunku i odmian. Niewątpliwie rośliny młode są bardziej aktywne w sferze fizjologicznej, co w konsekwencji może mieć wpływ na wartość użytkową roślin, zwłaszcza w sferze paszowej. Wyniki badań nad występowaniem chlorofilu w rutwicy utwierdzają też pogląd, że gatunek ten nie jest zasobny w sferze ilościowego występowania tego barwnika, co jest zgodne z opiniami SMOLIKOVEJ i WSP. 2011 oraz SLEPETY-S'A (2010). Równocześnie ukazują znaczną odporność rutwicy na trudne termiczne i wilgotnościowe warunki pogodowe w których następował wzrost i rozwój roślin. Mimo powszechnej opinii o rutwicy jako rośliny odpornej pod tym względem może następować przerwa w jej vegetacji, co wynika z naszych obserwacji.

Analizując kwestię wpływu częstotliwości defoliacji na wielkość plonów rutwicy najbardziej optymalne okazało się dwukrotne koszenie. Wielkość uzyskiwanych plonów suchej masy nie jest tylko rezultatem częstotliwości koszenia lecz układu warunków termicznych i wilgotnościowych. W tym kontekście uzyskane wyniki dobrze korespondują

z opinią VAVILOVA i FILATOVA (1980), uzasadniająca dwukrotne koszenie upraw rutwicy. W użytkowaniu paszowym bardziej realne staje się trzykrotne koszenie z racji korzystnego składu chemicznego roślin. Otwartą pozostaje sprawa kosztów wielokrotnego koszenia rutwicy.

Tabela 7. Skład chemiczny *Galega orientalis* poddanej zróżnicowanej częstotliwości defoliacji (g kg⁻¹ s.m.)

Table 7. The chemical composition of *Galega orientalis* subjected to varying frequency of defoliation (g kg⁻¹ DM)

Składnik Component	Częstotliwość defoliacji Frequency of defoliation			NIR _{0,05} – LSD _{0,05}
	jednokrotna one defolia- tion	dwukrotna twice defolia- tion	trzykrotna triple defolia- tion	
Białko ogólne – Crude protein	114,1	158,6	159,8	1,31
Cukry – Sugars	24,9	28,5	25,9	0,41
Celuloza – Cellulose	384,2	350,9	298,1	0,50
Hemicelulozy – Hemicelluloses	180,6	156,1	151,8	0,44
Ligniny – Lignins	47,6	40,9	35,6	0,36
Popiół surowy – Crude ash	67,2	75,4	90,1	0,22
Wapń – Calcium	26,6	16,5	18,8	0,34
Magnez – Magnesium	1,6	1,0	1,4	n.s.
Fosfor – Phosphorus	3,5	3,9	4,6	0,23
Potas – Potassium	8,5	24,1	28,4	0,43
Sód – Sodium	0,5	0,3	0,3	n.s.
Krzem – Silicon	0,4	0,5	0,8	0,17
Azot azotanowy – Nitrate nitrogen	0,01	0,04	0,04	n.s.
β -karoten – β -carotene (mg g ⁻¹ s.m. DM)	2,2	2,8	3,1	0,28

n.s. – różnice nieistotne – differences not significant.

Tabela 8. Średnia zawartość chlorofilu ($a+b$) w roślinach rutwicy w zależności od częstotliwości defoliacji (mg g⁻¹ s.m.)

Table 8. The mean content of chlorophyll ($a + b$) in goat's rue plants depending on the frequency of defoliation (mg g⁻¹ DM)

Barwnik Dye	Częstotliwość defoliacji Frequency of defoliation			NIR _{0,05} – LSD _{0,05}
	jednokrotna one defoliation	dwukrotna twice defolia- tion	trzykrotna triple defolia- tion	
Chlorofil a – Chlorophyll a	4,19	5,02	5,35	0,86
Chlorofil b – Chlorophyll b	1,48	1,73	1,85	n.s.
Chlorofil $a+b$ – Chlorophyll $a+b$	5,67	6,75	7,20	1,05

Oceniając kwestię reakcji roślin rutwicy na defoliację można też zauważyć, że tylko jednokrotne koszenie umożliwiło pozyskanie nasion. Wielkość plonu nasion określona została na 4,77 dt z hektara, a wraz z łuszczynami 11,06 dt. Jednakże wykazywały one bardzo niską zdolność kiełkowania – na poziomie 6,3%. Skaryfikacja nasion za pomocą

stężonego kwasu siarkowego doprowadziła do wzrostu zdolności ich kiełkowania – przy 30 minutowym działaniu kwasu do 85,3%, a przy 70 minutowym do 99,8%.

5. Wnioski

- Na zwiększenie częstotliwości defoliacji upraw rutwicy wschodniej rośliny reagowały korzystnymi zmianami składu chemicznego, zwłaszcza w odniesieniu do zawartości celulozy, hemiceluloz, lignin, białka i karotenu.
- Zwiększenie częstotliwości defoliacji doprowadziło do uzyskania pędów o większym udziale liści w strukturze, co może mieć istotne znaczenie dla wartości pokarmowej zielonki rutwicy wschodniej wykorzystywanej w żywieniu zwierząt.
- Zwiększenie częstotliwości koszenia upraw rutwicy wschodniej powoduje pozyskanie odrostu o znacznie większej żywotności roślin i zmniejsza ich wrażliwość na stresowe uwarunkowania termiczne i wilgotnościowe podczas wegetacji.
- O wielkości zbieranego plonu masy nadziemnej rutwicy decydują w istotnym stopniu uwarunkowania pogodowe – temperatura powietrza i opady, które mogą być silniejsze w oddziaływaniu niż naturalna odporność rutwicy w tym względzie.
- Uzyskane wyniki wskazują, że dla paszowego wykorzystania zielonki rutwicy bardziej zasadne jest dwukrotne lub trzykrotne koszenie upraw. W przypadku pozapaszowego wykorzystania można zalecać tylko jednokrotne koszenie upraw rutwicy.

Literatura

- ANDRZEJEWSKA J., IGNACZAK S., 2001. Effectiveness of symbiosis between fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) and *Rhizobium galegae* on fallow land. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. Agronomy, 2, volume 4.
- DZIEŻYC J. (red.), 1989. Potrzeby wodne roślin uprawnych. PWN, Warszawa, 418.
- IGNACZAK S., 1997. Porównanie tradycyjnego i ekstensywnego systemu użytkowania rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.). Biuletyn Oceny Odmian, 29, 143–148.
- IGNACZAK S., 1999. Wartość zielonki z rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) jako surowca dla różnych form paszy. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 468, 145–157.
- JASIŃSKA Z., KOTECKI A., 1993. Rośliny strączkowe. Warszawa. PWN, 205.
- KOZŁOWSKI S., GOLIŃSKI P., GOLIŃSKA B., 2001. Barwniki chlorofilowe jako wskaźniki wartości użytkowej gatunków i odmian traw. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 474, 215–223.
- KOZŁOWSKI S., ZIELEWICZ W., LIPIŃSKI W., 2012. Występowanie składników mineralnych w rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) w aspekcie jej paszowego wykorzystania. Łąkarstwo w Polsce, 15, 95–107.

- KOZŁOWSKI S., ZIELEWICZ W., 2013. Występowanie składników organicznych w rutwicy wschodniej w aspekcie jej paszowego wykorzystania. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, 13, 4 (44), 65–77.
- MOLLER E., HOSTRUP H., 1996. Digestibility and feeding value of fodder galega (*Galega orientalis* Lam). Acta Agriculturae Scandinavica, Section A, Animal Science, 46 (2), 97–104.
- NOMMSALU H., MERIPOLD H., 1996. Forage production, quality and seed yield of fodder galega (*Galega orientalis* Lam). Grassland Science in Europe, 1, 541–544.
- RAIG H., NOMMSALU H., 1980. Kozłjatnik vostochnyj – cennaja bobovaja kultura. Osobiennosti Agrotechniki. Kormovyje Kultury, 5, 35–37.
- ROJEK S. 1986. Potrzeby wodne roślin motylkowych. Fragmenta Agronomica, 3, 2 (10), 3–19.
- SKÓRKO-SAJKO H., TYWOŃCZUK J., SKOMLAŁ J., PAJĄK J., MINAKOWSKI D., SAJKO J., 2005. Wartość pokarmowa zielonki i kiszonki z rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) dla przeżuwaczy. Journal of Animal and Feed Science, 14, 311–314.
- SKÓRKO-SAJKO H., TYWOŃCZUK J., LIPIŃSKI J., SAJKO J., MINAKOWSKI D., 2011. Ocena możliwości zastosowania kiszonki z rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) w żywieniu krów mlecznych na podstawie ich produktywności i cech fizykochemicznych mleka. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Biologia i Hodowla Zwierząt, 62, 403–411.
- SLEPETYS, J., 2010. Influence of cutting and management regimes on fodder galega for forage and seed production. Agronomy Research, 8, 711–720.
- SMOLIKOVA G.N., LAMAN N.A., BORISKEVICH O.V., 2011. Role of chlorophylls and carotenoids in seed tolerance to abiotic stressors. Russian Journal of Plant Physiology, 58, 6, 965–973.
- SZYSZKOWSKA A., BODARSKI R., SOWIŃSKI J., KRZYWICKI S., 2004. Zmiany składu chemicznego i aminokwasowego rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) oraz efektywny rozkład białka i suchej masy tej paszy w zwaczu w sezonie wegetacyjnym. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu, 505, 249–254.
- VAVILOV P.P., FILATOV W.I., 1980. Kozłjatnik vostochnyj (L.) Galega vostochnaja. Intensivnyje Kormovyje Kultury v Nechernozemle. Moskovskij Rabochij, 103–113.
- WOJCIECHOWSKA W., IGNACZAK S., 1992. Wstępna informacja o rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) nowej pastewnej roślinie motylkowatej. Hodowla Roślin, 4, 26–29.

Response of *Galega orientalis* to changes in the plant defoliation frequency from the point of view of its biological and chemical properties

W. ZIELEWICZ, D. GOLEMBKA, S. KOZŁOWSKI

Department of Grassland and Natural Landscape Sciences, Poznań University of Life Sciences

Summary

Investigations on goat's rue were carried out in years 2009–2011 and the plant material for experiments in this area derived from a field cultivation of goat's rue cv. Gale. In 2011, the field on which goat's rue was cultivated was divided into three identical parts differing in the frequency of defoliation. In the course of the vegetation season, one, two or three regrowths were harvested.

The results of our experiments revealed that increased defoliation frequency of goat's rue plants resulted in advantageous changes in their chemical composition, in particular regarding concentrations of cellulose, hemicelluloses, lignin, protein and carotene. Moreover, increased defoliation frequency made it possible to obtain shoots with a greater share of leaves which may exert a significant influence on the nutritional value of the goat's rue fodder utilised in animal feeding. In addition, more frequent cutting of goat's rue cultivations resulted in regrowths characterised by better plants vitality and reduced their sensitivity to stressful thermal and moisture conditions during vegetation. The amount of harvested yields of goat's rue is strongly influenced by climatic conditions – air temperature and precipitation which may be stronger in their action than the natural resistance of this plant. The obtained research results indicate that two- or three-time cutting of goat's rue cultivations is more advantageous for fodder utilisation of this crop plant forage. In the case of non-fodder utilisation of goat's rue, a single cutting of this crop plant can be recommended.

Adres do korespondencji – Address for correspondence:

Prof. dr hab. Stanisław Kozłowski

Katedra Łąkarstwa i Krajobrazu Przyrodniczego

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań

tel. 61 848 74 24, fax. 61 848 76 12

e-mail: sknardus@up.poznan.pl