Wpływ niektórych właściwości fizycznych gleby i gatunków towarzyszących na zawartość β -karotenu w roślinach łąkowych

MARIA WIDERA

Zakład Ekologii i Ochrony Przyrody, Instytut Botaniki, Uniwersytet Wrocławski

(Otrzymano dn. 12 VII 1979)

M. Widera (*Department of Ecology and Nature Protection, Institute of Botany, Wrocław University, Kanonia 6/8, 50-328 Wrocław, Poland*) *Acta Agrobotanica* 33 (2): 251-268, 1980

Effects of some physical properties of the soil and of accompanying species on the β -caroten content in meadow plants

Abstract

β -caroten content was estimated in the leaves of 8 selected species of meadow plants from two meadows on which rolling was done once or twice. The percent content of accompanying plants occurring on the examined meadows was estimated on the basis of the biomass of these species. The volume weight and the water relationships were estimated in the soil. The accumulation of β -caroten in the examined plants was found to depend on the physical properties of the soil which change as a result of rolling. Moreover, various species of accompanying plants (symptoms of allelopathy) affect the accumulation of β -caroten in plants.

WSTĘP

Podstawowym zagadnieniem współczesnej gospodarki, związanej z żywieniem człowieka, jest problem paszy dla zwierząt. Do produkcji mieszanek paszowych można wykorzystać susz roślinny, będący cennym źródłem witaminy A, ze względu na dużą zawartość w nim β -karotenu (Widera i Kazimierzak, 1970).

Każdy z komponentów siana odznacza się inną zdolnością gromadzenia składników pokarmowych i witamin, a więc i β -karotenu, przy czym zdolność ta jest różna w różnych warunkach, na co zwraca uwagę między innymi Wierzchowski (1957) i Kukułka (1965, 1971).

Zabiegi agrotechniczne stosowane na łąkach zmieniają ich skład

florystyczny, a więc i wartość odżywczą i witaminową tych łąk. Niejednokrotnie na łąkach, zwłaszcza torfowych stosuje się wałowanie. Ma ono na celu poprawę stosunków wodnych gleby, a co za tym idzie jakości składu florystycznego łąk (Lidtke, 1978).

W dotychczasowych badaniach brak jest publikacji na temat wpływu różnej struktury gleby oraz stosunków wodnych na zawartość β -karotenu w poszczególnych gatunkach roślin. Skłoniło to autorkę do podjęcia niniejszych badań, których celem było wyjaśnienie następujących kwestii:

1. Czy gromadzenie się β -karotenu w roślinach zależy od ciężaru objętościowego, kapilarnej pojemności wodnej i wilgotności gleby, zmieniających się pod wpływem wałowania?

2. Czy na zawartość β -karotenu w roślinach mają wpływ inne gatunki roślin, współwystępujące w badanym zbiorowisku łąkowym?

METODYKA BADAŃ

Na dwóch łąkach A i B, położonych w Pakosławsku k/Milicza, zastosowano wałowanie 1-krotne i 2-krotne, używając wału napelnianego wodą o ciężarze 500 kg na 1 m szerokości roboczej. Uzyskano w ten sposób 3 kombinacje (tab. 1), z których pobierano po 4 próby gleby i roślin 4-krotnie w ciągu okresu wegetacyjnego, w odstępach 30-dniowych (maj—sierpień). W badanej glebie oznaczono ciężar objętościowy chwilowy, metodą Kopeckiego (Musierowicz, 1968), kapilarną pojemność wodną wagową i wilgotność gleby, zgodnie z Musierowiczem (1968). Materiał roślinny rozdzielono na poszczególne gatunki i po wysuszeniu zważono. Ciężary te posłużyły następnie do wyliczenia procentowego udziału każdego z gatunków w każdej z 3 kombinacji.

Oznaczenia zawartości suchej masy i β -karotenu dokonano w świeżych liściach następujących gatunków roślin: *Alopecurus pratensis*, *Festuca rubra*, *Festuca pratensis*, *Holcus lanatus*, *Poa pratensis*, *Plantago lanceolata*, *Carex hirta* i *Carex Hudsonii*. Zawartość suchej masy oznaczono metodą wagowo-suszarkową, a zawartość β -karotenu, metodą standardową Komisji Metod Analitycznych w Anglii, zmodyfikowaną przez Wierzchowskiego (1960). Zawartość suchej masy w roślinach podano w %, a zawartość β -karotenu w mg % s.m. Każde oznaczenie wykonano w 3 powtórzeniach.

Wyniki badań poddano analizie matematyczno-statystycznej, w której uwzględniono analizę wariancji jednokierunkowej według Modelu Stałego I (Elandt, 1964) w celu zbadania zmienności zastosowanych w eksperymencie kombinacji, pod względem rozpatrywanych czynników (ciężar objętościowy, stosunki wodne), jak również procentowego udziału poszczególnych gatunków roślin w badanych kombinacjach, oraz wzglę-

dem zawartości suchej masy i β -karotenu w roślinach. Podano wartość średnią ogólną ($\bar{x}$) dla badanych kombinacji i najmniejszą istotną różnicę (NIR). Istotność zróżnicowania określono testem F Snedecora przy poziomie prawdopodobieństwa 0,05 (Scheffé, 1959). Zanalizowano korelacje proste między zawartością suchej masy i β -karotenu w roślinach, a ciężarem objętościowym i stosunkami wodnymi gleby, oraz korelacje między zawartością suchej masy i β -karotenu w roślinach a procentowym udziałem gatunków towarzyszących. Wyniki przedstawiono tabelarycznie lub przy pomocy wykresów.

WYNIKI BADAŃ

Wyniki analizy ciężaru objętościowego i stosunków wodnych gleby z obu badanych łąk (A i B) zestawiono w tabeli 1. Umieszczono w niej wartości średnie ze wszystkich pomiarów ciężaru objętościowego, wykonanych w ciągu okresu wegetacyjnego, odnoszących się do poletek wałowanych i nie wałowanych. Wałowanie spowodowało wzrost ciężaru objętościowego w obu warstwach gleby na badanych łąkach. Analiza matematyczno-statystyczna wykazała istotne zróżnicowanie pod względem tej cechy większości kombinacji (tab. 1).

Podobnie jak ciężar objętościowy, również stosunki wodne badanej gleby zmieniają się wraz ze zmianą ciężaru objętościowego gleby, a więc w zależności od sposobu jej wałowania. W wyniku wałowania na obu badanych łąkach (A i B) rośnie wartość kapilarnej pojemności wodnej gleby, oraz jej wilgotność w obu badanych warstwach. Najwyższe wartości tych właściwości gleby stwierdzono przy wałowaniu 2-krotnym (tab. 1). Analiza matematyczno-statystyczna wykazała istotne zróżnicowanie gleby pod względem kapilarnej pojemności wodnej, oraz wilgotności we wszystkich kombinacjach doświadczalnych.

Procentowy udział gatunków roślin na obu badanych łąkach zestawiono w tabeli 2. Najliczniej na łące A występują rośliny *Carex hirta*, *Festuca rubra* i *Holcus lanatus*, a na łące B rośliny *Holcus lanatus* i *Plantago lanceolata*, czego wyrazem jest największy procentowy udział tych roślin na badanych łąkach (tab. 2). Wałowanie wpływa na wzrost udziału *Festuca rubra* i *Plantago lanceolata* na obu łąkach. Udział *Holcus lanatus*, *Poa pratensis*, *Festuca pratensis* i *Rumex acetosa* rośnie na łące A pod wpływem wałowania, a na łące B maleje. Natomiast udział roślin *Deschampsia caespitosa* maleje na obu łąkach pod wpływem wałowania (tab. 2). Stwierdzono istotne zróżnicowanie pod względem procentowego udziału u wszystkich badanych gatunków między poletkami wałowanymi i nie wałowanymi.

Zawartość suchej masy w liściach badanych gatunków roślin łąkowych zestawiono w tabeli 3. Wzrost zawartości suchej masy pod wpły-

Tabela 1—Table 1

Ciężar objętościowy i właściwości wodne badanych gleb w warstwie gleby 5-10 i 20-25 cm
Volume weight and water properties of investigated soils in the layers 5-10 and 20-25 cm

		Łąka A—Meadow A						Łąka B—Meadow B					
Wałowanie Rolling		Ciężar objętościowy chwilowy Momentary volume weight		Kapilarna pojemność wodna wagowa w % Capillary capacity of water (% weight)		Wilgotność gleby w % Soil humidity (%)		Ciężar objętościowy chwilowy Momentary volume weight		Kapilarna pojemność wodna wagowa w % Capillary capacity of water (% weight)		Wilgotność gleby w % Soil humidity (%)	
		5-10	20-25	5-10	20-25	5-10	20-25	5-10	20-25	5-10	20-25	5-10	20-25
1.	0	1,32	1,43	56,17	39,39	29,73	32,04	1,27	1,35	45,34	29,13	18,04	12,36
2.	1	1,33	1,50	77,01	78,13	41,01	35,69	1,39	1,57	64,50	39,42	31,34	22,64
3.	2	1,45	1,68	121,24	119,48	54,25	53,01	1,62	1,77	93,21	50,26	39,53	25,24
	$\bar{x}$	1,37	1,54	84,80	78,99	41,66	40,24	1,42	1,57	67,68	39,60	29,64	20,08
Test	F obl.	16,82	83,71	29,93	72,87	151,95	54,19	40,41	25,81	154,58	62,74	177,05	155,26
Snedecora													
Snedecora	F tab.	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
cor test													
NIR—LSD		0,08	0,07	18,04	12,12	5,17	2,94	0,08	0,12	5,55	3,67	2,92	1,86

NIR—najmniejsza istotna różnica.

LSD—least significant difference.

Tabela 2—Table 2

Procentowy udział gatunków roślin na badanych łąkach.
Percent participation of plant species in the investigated meadows

Łąka A — Meadow A

Lp. No.	Wałowanie Rolling	<i>Poa pra- tensis</i>	<i>Holcus lanatus</i>	<i>Festuca rubra</i>	<i>Festuca pratensis</i>	<i>Descham- psia caes- pitosa</i>	<i>Carex hirta</i>	<i>Lotus uliginosus</i>	<i>Plantago lanceolata</i>	<i>Rumex acetosa</i>	<i>Potentilla anserina</i>	Inne Others
1.	0	0,88	12,67	14,13	1,93	7,65	35,93	1,54	1,10	2,88	4,82	16,47
2.	1	1,46	18,08	20,68	2,40	7,21	17,99	5,90	2,43	3,96	7,40	22,31
3.	2	1,08	20,85	19,98	2,36	6,68	16,53	2,64	10,09	5,13	6,39	8,27
	$\bar{x}$	1,14	17,20	18,26	2,23	7,18	23,48	3,36	4,54	3,99	6,20	12,35
Test Sne- decora	F obl.	62,17	5315,48	317,48	1084,63	2350,48	9999,99	1277,10	1140,9	228,42	963,33	
	F tab.	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	
	NIR — LSD	0,32	0,44	1,44	0,34	0,41	0,50	0,26	0,61	0,53	0,28	

Łąka B — Meadow B

Lp. No.	Wałowanie Rolling	<i>Poa pra- tensis</i>	<i>Holcus lanatus</i>	<i>Festuca rubra</i>	<i>Festuca pratensis</i>	<i>Descham- psia caes- pitosa</i>	<i>Veronica chama- edrys</i>	<i>Ranun- culus acer</i>	<i>Plantago lanceo- lata</i>	<i>Rumex aceto- sa</i>	<i>Galium mollugo</i>	Inne Others
1.	0	1,64	32,86	4,62	4,99	5,48	3,18	0,44	18,51	5,07	1,06	22,15
2.	1	1,59	32,89	6,77	1,52	5,47	8,37	1,09	20,90	3,51	1,08	16,81
3.	2	1,18	26,03	7,97	2,98	3,93	5,23	1,16	19,37	4,54	2,49	25,12
	$\bar{x}$	1,47	30,59	6,45	3,16	4,96	5,59	0,90	19,59	4,37	1,54	21,36
Test Sne- decora	F obl.	1168,7	329,09	1111,45	502,90	776,35	1123,44	126,35	1343,12	304,20	289,84	
	F tab.	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	
	NIR — LSD	0,32	2,04	0,51	0,41	0,74	0,45	0,23	0,61	0,34	0,28	

NIR — najmniejsza istotna różnica. LSD — least significant difference.

Tabela 3—Table 3

Zawartość suchej masy w liściach badanych gatunków roślin łąkowych w różnych kombinacjach doświadczenia wyrażona w %
 Dry mass content in leaves of investigated species of meadow plants in various experimental combinations expressed in %

Łąka A — Meadow A

Lp. No.	Wałowanie Rolling	<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Festuca rubra</i>	<i>Festuca pratensis</i>	<i>Holcus lanatus</i>	<i>Poa pratensis</i>	<i>Carex hirta</i>	<i>Carex Hudsonii</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
1.	0	23,06	30,76	31,92	25,02	35,32	28,26	30,82	17,10
2.	1	25,20	31,46	33,66	25,16	36,32	28,74	32,50	16,56
3.	2	26,56	28,78	35,44	22,92	37,36	28,68	34,18	15,72
	$\bar{x}$	24,94	30,33	33,67	24,37	36,33	28,56	32,50	16,46
Test Snedecora	F obl.	59,17	368,16	371,80	175,60	647,00	89,26	98,37	5,27
	F tab.	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04
	NIR — LSD	2,08	0,83	0,67	0,65	0,71	0,73	0,87	1,81

Łąka B — Meadow B

Lp. No.	Wałowanie Rolling	<i>Festuca rubra</i>	<i>Festuca pratensis</i>	<i>Holcus lanatus</i>	<i>Poa pratensis</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
1.	0	30,28	33,48	22,80	34,48	15,40
2.	1	28,72	33,92	22,30	35,26	14,62
3.	2	27,86	34,94	21,68	34,94	13,38
	$\bar{x}$	28,95	34,11	22,26	34,89	14,47
Test Snedecora	F obl.	100,86	647,5	296,0	432,3	254,6
	F tab.	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04
	NIR — LSD	1,19	0,82	0,65	0,65	0,53

NIR — najmniejsza istotna różnica.
 LSD — least significant difference.

Tabela 4—Table 4

Zawartość β -karotenu w liściach badanych gatunków roślin łąkowych w różnych kombinacjach doświadczenia wyrażona w mg % s.m.

β -carotene content in leaves of examined species of meadow plants in various experimental combinations expressed in mg % of dry mass

Łąka A — Meadow A

Lp. No.	Wałowanie Rolling	<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Festuca rubra</i>	<i>Festuca pratensis</i>	<i>Holcus lanatus</i>	<i>Poa pratensis</i>	<i>Carex hirta</i>	<i>Carex Hudsonii</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
1.	0	26,16	35,91	30,23	37,76	26,84	35,04	28,84	38,08
2.	1	27,30	27,16	28,48	41,72	28,80	32,80	29,26	31,66
3.	2	27,84	23,64	36,12	52,44	29,97	33,50	28,38	27,09
	$\bar{x}$	27,10	28,90	31,61	43,97	28,54	33,78	28,83	32,28
Test Snedecora	F obl.	801,30	5838,00	9999,99	9999,99	693,30	2122,90	12,01	490,45
	F tab.	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04
NIR — LSD		0,65	0,37	0,34	0,24	0,89	0,55	3,33	0,67

Łąka B — Meadow B

Lp. No.	Wałowanie Rolling	<i>Festuca rubra</i>	<i>Festuca pratensis</i>	<i>Holcus lanatus</i>	<i>Poa pratensis</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
1.	0	42,52	52,40	48,68	36,50	48,96
2.	1	34,98	54,86	55,18	42,34	41,04
3.	2	32,20	57,90	64,44	48,06	40,78
	$\bar{x}$	36,57	55,05	56,10	42,30	43,59
Test Snedecora	F obl.	110,30	3260,00	2326,30	1938,10	1074,30
	F tab.	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04
NIR — LSD		2,03	0,88	0,94	0,93	0,76

NIR — najmniejsza istotna różnica. LSD — least significant difference.

Tabela 5—Table 5

Korelacje między zawartością suchej masy i β -karotenu w liściach badanych gatunków roślin łąkowych a właściwościami fizycznymi gleby

Correlations between content of dry mass and β -carotene in leaves of examined species of meadow plants with the physical properties of the soil

Relacje Relation	Współczynnik determinacji Determination coefficient R^2	F obl. F tab.	Istotność korelacji Significance of correlation	Równanie regresji $y=b_0+bx$ Regression equation $y=b_0+bx$
1. Sucha masa <i>Alopecurus pratensis</i> a ciężar objętościowy w warstwie gleby 20-25 cm Dry mass of <i>Alopecurus pratensis</i> and volume weight in soil layer 20-25 cm	0,1462	4,794	x	$y=14,6318+7,0552x$
2. Sucha masa <i>Festuca pratensis</i> a wilgotność gleby w warstwie 20-25 cm Dry mass of <i>Festuca pratensis</i> and soil humidity in soil layer 20-25 cm	0,2001	7,003	x	$y=28,7709+0,1033x$
3. Sucha masa <i>Poa pratensis</i> a wilgotność gleby w warstwie 20-25 cm Dry mass of <i>Poa pratensis</i> and soil humidity in soil layer 20-25 cm	0,1982	6,9237	xx	$y=29,5289+0,1474x$
4. Sucha masa <i>Carex Hudsonii</i> a wilgotność gleby w warstwie 20-25 cm Dry mass of <i>Carex Hudsonii</i> and soil humidity in layer 20-25 cm	0,1529	5,054	x	$y=29,7109+0,0742x$

5. Sucha masa <i>Plantago lanceolata</i> a ciężar objętościowy w warstwie gleby 5-10 cm Dry mass of <i>Plantago lanceolata</i> and volume weight in soil layer 5-10 cm	0,1648	5,523	x	$y=28,1326-8,9389x$
6. β -karoten w <i>Festuca pratensis</i> a ciężar objętościowy w warstwie gleby 5-10 cm β -carotene in <i>Festuca pratensis</i> and volume weight in soil layer 5-10 cm	0,1922	6,663	xx	$y=-17,9212+44,3221x$
7. β -karoten w <i>Festuca pratensis</i> a kapilarna pojemność wodna w warstwie gleby 5-10 cm β -carotene in <i>Festuca pratensis</i> and capillary water capacity in soil layer 5-10 cm	0,1341	5,005	x	$y=29,0337+0,2018x$
8. β -karoten w <i>Holcus lanatus</i> a ciężar objętościowy w warstwie gleby 5-10 cm β -carotene in <i>Holcus lanatus</i> and volume weight in soil layer 5-10 cm	0,2438	9,028	xx	$y=9,0565+30,4166x$
9. β -karoten w <i>Poa pratensis</i> a ciężar objętościowy w warstwie gleby 5-10 cm β -carotene in <i>Poa pratensis</i> and volume weight in soil layer 5-10 cm	0,2438	9,028	xx	$y=-16,3253+41,3134x$

x — korelacja istotna — significant correlation.

xx — korelacja bardziej istotna — more significant correlation.

wem wałowania stwierdzono w roślinach *Alopecurus pratensis*, *Festuca pratensis*, *Poa pratensis* i *Carex Hudsonii*. Natomiast spadek zawartości suchej masy pod wpływem wałowania stwierdzono w roślinach *Festuca rubra*, *Holcus lanatus* i *Plantago lanceolata* (tab. 3). Wszystkie różnice między poletkami wałowanymi i nie wałowanymi pod względem zawartości suchej masy są istotne.

Zawartość β -karotenu w liściach badanych gatunków roślin łąkowych zestawiono w tabeli 4. Pod wpływem wałowania rośnie zawartość β -karotenu w liściach *Alopecurus pratensis*, *Festuca pratensis*, *Holcus lanatus* i *Poa pratensis*, a maleje w liściach *Festuca rubra*, *Carex hirta*, *Carex Hudsonii* i *Plantago lanceolata* (tab. 4). Pod względem zawartości β -karotenu w liściach, wszystkie gatunki, z wyjątkiem *Carex Hudsonii*, różnią się istotnie między sobą na poletkach wałowanych i nie wałowanych.

Korelacje między zawartością suchej masy w liściach badanych gatunków roślin łąkowych a właściwościami fizycznymi gleby zestawiono w tabeli 5. Z ciężarem objętościowym skorelowana jest dodatnio sucha masa *Alopecurus pratensis*, a ujemnie sucha masa *Plantago lanceolata*; oznacza to, że wzrostowi ciężaru objętościowego gleby towarzyszy wzrost zawartości suchej masy w liściach *Alopecurus pratensis* i jej spadek w liściach *Plantago lanceolata* (tab. 5). Z wilgotnością gleby skorelowana jest dodatnio zawartość suchej masy w liściach *Festuca pratensis*, *Poa pratensis* i *Carex Hudsonii* (tab. 5).

Korelacje między zawartością β -karotenu w liściach badanych roślin a właściwościami fizycznymi gleby zestawiono w tabeli 5 lub zilustrowano wykresami na rysunku 1. Z ciężarem objętościowym gleby skorelowana jest dodatnio zawartość β -karotenu w liściach *Festuca pratensis*, *Holcus lanatus* i *Poa pratensis*, czyli wzrostowi ciężaru objętościowego towarzyszy wzrost zawartości β -karotenu w tych roślinach (tab. 5). Z kapilarną pojemnością wodną skorelowana jest dodatnio zawartość β -karotenu w liściach *Festuca pratensis* (tab. 5). Z wilgotnością gleby skorelowana jest ujemnie zawartość β -karotenu w liściach *Plantago lanceolata*, *Poa pratensis*, *Festuca rubra* i *Carex Hudsonii*, oznacza to, że wzrost wilgotności gleby w granicy od 8 do 55% powoduje spadek zawartości β -karotenu w tych roślinach, przy czym najbardziej wrażliwe pod tym względem są rośliny *Poa pratensis* i *Festuca rubra*, a najmniej rośliny *Carex Hudsonii* (rys. 1). Wskazuje na to większy kąt nachylenia wykresu dla roślin *Poa pratensis* i *Festuca rubra*, oraz mały kąt nachylenia wykresu dla roślin *Carex Hudsonii* (rys. 1).

Korelacje między zawartością β -karotenu w liściach badanych roślin łąkowych a udziałem innych gatunków roślin we wspólnych synuzjach zestawiono w tabeli 6, lub zilustrowano wykresami na rysunku 2 i 3. Z udziałem turzyc i sitów skorelowana jest ujemnie zawartość β -karo-

Rys. 1. Korelacja między zawartością β -karotenu w roślinach a wilgotnością gleby
Fig. 1. Correlation between β -carotene content in plants and soil humidity

Rys. 2. Korelacja między zawartością β -karotenu w roślinach a udziałem *Potentilla anserina*

Fig. 2. Correlation between β -carotene content in plants and the participation of *Potentilla anserina*

tenu w liściach *Festuca rubra*, *Holcus lanatus*, *Poa pratensis* i *Plantago lanceolata*, co oznacza, że przy większym udziale turzyc i sitów na badanych łąkach, rośliny *Festuca rubra*, *Holcus lanatus*, *Poa pratensis*

Tabela 6—Table 6

Korelacje między zawartością β -karotenu w liściach badanych gatunków łąkowych a udziałem innych gatunków roślin
Correlations between β -carotene content in the leaves of the examined species of meadow plants and the participation of other plant species

Relacje Relation	Współczynnik determinacji Determination coefficient R^2	F obl. F tab.	Istotność korelacji Significance of correlation	Równanie regresji $y=b_0+bx$ Regression equation $y=b_0+bx$
1. β -karoten w <i>Festuca rubra</i> a udział turzyc i sitów β -carotene in <i>Festuca rubra</i> and the participation of sedges and rushes	0,1437	4,699	x	$y=33,5239-0,1718x$
2. β -karoten w <i>Festuca rubra</i> a udział <i>Poa pratensis</i> β -carotene in <i>Festuca rubra</i> and the participation of <i>Poa pra-</i> <i>tensis</i>	0,2165	7,738	xx	$y=27,787+1,6775x$
3. β -karoten w <i>Holcus lanatus</i> a udział <i>Holcus lanatus</i> β -carotene in <i>Holcus lanatus</i> and the participation of <i>Holcus</i> <i>lanatus</i>	0,2336	8,534	xx	$y=30,4435+0,4260x$
4. β -karoten w <i>Holcus lanatus</i> a udział <i>Poa pratensis</i> β -carotene in <i>Holcus lanatus</i> and the participation of <i>Poa praten-</i> <i>sis</i>	0,2333	8,520	xx	$y=37,0154+2,6111x$
5. β -karoten w <i>Holcus lanatus</i> a udział turzyc i sitów β -carotene in <i>Holcus lanatus</i> and the participation of sedges and rushes	0,1786	6,087	xx	$y=45,1428-0,2255x$
6. β -karoten w <i>Holcus lanatus</i> a udział <i>Plantago lanceolata</i> β -carotene in <i>Holcus lanatus</i> and the participation of <i>Plantago</i> <i>lanceolata</i>	0,1245	3,981	x	$y=35,5306+0,4424x$

7. β -karoten w <i>Poa pratensis</i> a udział <i>Holcus lanatus</i> β -carotene in <i>Poa pratensis</i> and the participation of <i>Holcus lanatus</i>	0,1778	6,056	x	$y=25,7104+0,4254x$
8. β -karoten w <i>Poa pratensis</i> a udział <i>Poa pratensis</i> β -carotene in <i>Poa pratensis</i> and the participation of <i>Poa pratensis</i>	0,2501	9,339	xx	$y=31,4923+3,0939x$
9. β -karoten w <i>Poa pratensis</i> a udział turzyc i sitów β -carotene in <i>Poa pratensis</i> and the participation of sedges and rushes	0,1253	4,010	x	$y=40,2287-0,2161x$
10. β -karoten w <i>Poa pratensis</i> a udział <i>Plantago lanceolata</i> β -carotene in <i>Poa pratensis</i> and the participation of <i>Plantago lanceolata</i>	0,2231	8,039	xx	$y=27,7674+0,6776x$
11. β -karoten w <i>Plantago lanceolata</i> a udział <i>Festuca rubra</i> β -carotene in <i>Plantago lanceolata</i> and the participation of <i>Festuca rubra</i>	0,1219	3,885	x	$y=44,1794-0,3666x$
12. β -karoten w <i>Plantago lanceolata</i> a udział <i>Holcus lanatus</i> β -carotene in <i>Plantago lanceolata</i> and the participation of <i>Holcus lanatus</i>	0,2648	10,082	xx	$y=31,1428+0,3162x$
13. β -karoten w <i>Plantago lanceolata</i> a udział <i>Poa pratensis</i> β -carotene in <i>Plantago lanceolata</i> and the participation of <i>Poa pratensis</i>	0,2130	7,578	x	$y=36,3382+1,7393x$
14. β -karoten w <i>Plantago lanceolata</i> a udział turzyc i sitów β -carotene in <i>Plantago lanceolata</i> and the participation of sedges and rushes	0,1659	5,570	xx	$y=41,7749-0,1515x$
15. β -karoten w <i>Plantago lanceolata</i> a udział <i>Plantago lanceolata</i> β -carotene in <i>Plantago lanceolata</i> and the participation of <i>Plantago lanceolata</i>	0,2451	9,089	xx	$y=33,5815+0,4327x$

x — korelacja istotna — significant correlation.

xx — korelacja bardziej istotna — more significant correlation.

i *Plantago lanceolata* gromadzą mniej β -karotenu w swoich liściach (tab. 6). Podobnie ujemną korelację stwierdzono między zawartością β -karotenu w liściach *Plantago lanceolata* a udziałem roślin *Festuca rubra* (tab. 6), oraz ujemną korelację między zawartością β -karotenu w liściach *Holcus lanatus*, *Plantago lanceolata*, *Poa pratensis* i *Festuca rubra* a udziałem *Potentilla anserina* (rys. 2).

Dodatknie korelacje między zawartością β -karotenu w liściach *Holcus lanatus*, *Poa pratensis* i *Plantago lanceolata* a udziałem *Holcus lanatus*, *Poa pratensis*, *Festuca pratensis* i *Plantago lanceolata*, wskazują na wzajemne korzystne oddziaływanie tych gatunków roślin na siebie, co przejawia się w wyższej produkcji β -karotenu w liściach tych roślin, przy ich wyższym procentowym udziale na obu badanych łąkach (tab. 6, rys. 3).

Rys. 3. Korelacja między zawartością β -karotenu w roślinach a udziałem *Festuca pratensis*

Fig. 3. Correlation between β -carotene content in plants and the participation of *Festuca pratensis*

DYSKUSJA

Z badań Włodarczyka (1975) nad zawartością β -karotenu w sianach z łąk górskich i nizinnych wynika, że zawartość tego składnika zmniejsza się wraz ze wzrostem uwilgotnienia gleby. Niniejsze badania

wskazują, że każdy z komponentów badanych łąk wykazuje różną reakcję na stosunki wodne gleby. Tak więc rośliny *Poa pratensis*, *Festuca rubra*, *Plantago lanceolata* i *Carex Hudsonii* gromadzą mniej β -karotenu przy większym uwilgotnieniu gleby, przy czym najmniej wrażliwe pod tym względem są rośliny *Carex Hudsonii*, które przy wzroście wilgotności gleby od 8 do 55% tylko w niewielkim stopniu obniżają produkcję β -karotenu w liściach. Natomiast rośliny *Festuca pratensis* reagują odwrotnie, przy wzroście uwilgotnienia gleby zwiększają zawartość β -karotenu w liściach. Wskazują na to stwierdzone ujemne korelacje między zawartością tego składnika w liściach *Poa pratensis*, *Festuca rubra*, *Plantago lanceolata* i *Carex Hudsonii* a wilgotnością gleby, oraz dodatnia korelacja między zawartością β -karotenu w liściach *Festuca pratensis* a kapilarną pojemnością wodną gleby (rys. 1, tab. 5).

Stwierdzone korelacje dodatnie między zawartością β -karotenu w liściach *Festuca pratensis*, *Holcus lanatus* i *Poa pratensis* a ciężarem objętościowym gleby zdają się wskazywać, że rośliny te preferują gleby o zwięźlejszej strukturze, czego wyrazem jest wyższa produkcja β -karotenu w liściach tych roślin przy większym ciężarze objętościowym gleby (tab. 5).

Na gromadzenie się β -karotenu w roślinach pewien wpływ wywiera sąsiedztwo innych roślin, współrosnących w zbiorowisku łąkowym. Wskazują na to stwierdzone korelacje dodatnie lub ujemne między zawartością β -karotenu w roślinach a procentowym udziałem innych gatunków roślin na obu badanych łąkach. Tak więc na gromadzenie się β -karotenu w liściach *Festuca rubra*, *Holcus lanatus*, *Poa pratensis* i *Plantago lanceolata* szkodliwie zdaje się oddziaływać sąsiedztwo turzyc i sitów, oraz sąsiedztwo *Potentilla anserina* (tab. 6, rys. 2). Ponadto na gromadzenie się β -karotenu w roślinach *Plantago lanceolata* szkodliwy wpływ wywiera prawdopodobnie sąsiedztwo roślin *Festuca rubra* (tab. 6).

Wpływ sąsiedztwa innych gatunków roślin na gromadzenie się β -karotenu w badanych roślinach nie jest wyjaśniony, chociaż pewne badania wskazują, że jedne rośliny mogą oddziaływać na przemianę materii innych roślin. Wpływy te wynikają z aktywności allelopatycznej różnych gatunków roślin (Grümmer, 1955). Tak więc Mahlcke (1951), badając współzawodnictwo między *Achillea millefolium* i *Lolium perenne*, dochodzi do wniosku, że *Achillea millefolium* działa na *Lolium perenne* nie tylko ilościowo poprzez obniżkę plonu tej ostatniej, lecz również jakościowo, co przejawia się we wpływie *Achillea millefolium* na przemianę materii *Lolium perenne*, polegającym na obniżeniu zdolności zatrzymywania azotu przez *Lolium perenne*. Szkodliwy wpływ *Achillea millefolium* na *Lolium perenne* uwidacznia się również w zmniejszonej zdolności do pobierania soli mineralnych przez *Lolium*

perenne, co w konsekwencji prowadzi do obniżki zawartości surowych protein w tej roślinie. Madaus (1939) prowadzący badania nad konkurencją między *Arthemisia vulgaris* i *Atropa belladonna* w warunkach eksperymentalnych dochodzi do wniosku, że sąsiedztwo *Arthemisia vulgaris* powoduje zwiększenie się zawartości alkaloidów w roślinach *Atropa belladonna*. Oświęcimska (1957) badając wpływ różnych gatunków roślin na gromadzenie się goryczek w roślinach *Arthemisia absinthium* dochodzi do wniosku, że roślina ta, uprawiana po łubinie gorzkim zawiera mniej goryczek, niż uprawiana po innych gatunkach roślin. Wilkinson i Gross (1964) prowadzący badania nad konkurencją korzeniową między *Dactylis glomerata* a *Trifolium repens* dochodzą do wniosku, że sąsiedztwo *Dactylis glomerata* wpływa na *Trifolium repens* szkodliwie poprzez zmniejszenie się procentowej zawartości potasu w tych roślinach.

Badania powyższych autorów jak i autorki niniejszej pracy wskazują, że wzajemne oddziaływanie roślin na siebie może przejawiać się w różnej formie. Dlatego koniecznym jest zebranie możliwie jak najwięcej informacji na ten temat.

W niniejszych badaniach stwierdzono również, że rośliny *Holcus lanatus*, *Poa pratensis* i *Plantago lanceolata* gromadzą więcej β -karotenu w swoich liściach, gdy większy jest udział *Holcus lanatus*, *Poa pratensis*, *Festuca pratensis* i *Plantago lanceolata* na badanych łąkach. Wskazują na to korelacje dodatnie między zawartością β -karotenu w tych roślinach a ich udziałem (tab. 6, rys. 3).

Na podstawie wyników analitycznych niniejszej pracy można by sądzić, że zawartość β -karotenu w roślinach może być miernikiem nie tylko ich wartości pokarmowej, lecz również miernikiem żywotności tych roślin, a więc pewnym wskaźnikiem ich zdolności konkurencyjnej w badanym zbiorowisku. Podobne sugestie wyraża Falkowski i Kozłowski (1978) w stwierdzeniu, że stężenie barwników karotenowych i chlorofilowych może być wskaźnikiem charakteryzującym żywotność roślin.

WNIOSKI

1. Gromadzenie się β -karotenu w badanych gatunkach roślin zależne jest od warunków edaficznych, zmieniających się pod wpływem zabiegów agrotechnicznych:

a) Im większy ciężar objętościowy gleby, w zakresie od 1,27 do 1,77, tym większa zawartość β -karotenu w liściach *Festuca pratensis*, *Holcus lanatus* i *Poa pratensis* (tab. 6).

b) Im większa kapilarna pojemność wodna gleby, w zakresie od 29,13

do 121,24%, tym większa zawartość β -karotenu w liściach *Festuca pratensis* (tab. 6).

c) Im większa wilgotność gleby, w zakresie od 8 do 55%, tym mniejsza zawartość β -karotenu w liściach *Poa pratensis*, *Festuca rubra*, *Plantago lanceolata* i *Carex Hudsonii* (rys. 1).

2. Na gromadzenie się β -karotenu w badanych roślinach łąkowych pewien wpływ wywiera sąsiedztwo innych gatunków roślin:

a) Im większy udział roślin z rodziny turzyc i sitów, oraz roślin *Potentilla anserina*, tym mniejsza zawartość β -karotenu w liściach *Festuca rubra*, *Holcus lanatus*, *Poa pratensis* i *Plantago lanceolata* (tab. 6, rys. 2).

b) Im większy udział *Holcus lanatus*, *Poa pratensis*, *Festuca pratensis* i *Plantago lanceolata*, tym większa zawartość β -karotenu w liściach *Holcus lanatus*, *Poa pratensis* i *Plantago lanceolata* (tab. 6, rys. 3).

STRESZCZENIE

W doświadczeniu kombinowanym, w którym na dwóch łąkach zastosowano jedno- i dwukrotne wałowanie, określono zawartość β -karotenu w liściach *Alopecurus pratensis*, *Festuca rubra*, *Festuca pratensis*, *Holcus lanatus*, *Poa pratensis*, *Carex hirta*, *Carex Hudsonii* i *Plantago lanceolata*. Zbadano ciężar objętościowy i stosunki wodne gleby, oraz procentowy udział roślin współwystępujących na badanych łąkach.

Zanalizowano korelacje proste między zawartością β -karotenu w roślinach, a właściwościami fizycznymi gleby, oraz udziałem gatunków roślin towarzyszących.

Stwierdzono, że gromadzenie się β -karotenu w liściach badanych gatunków roślin zależne jest od ciężaru objętościowego i stosunków wodnych gleby, zmieniających się pod wpływem wałowania.

Na gromadzenie się β -karotenu w badanych roślinach pewien wpływ wywierają również różne gatunki roślin towarzyszących (przejawy allelopatii).

LITERATURA

- Elandt R., 1964. Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczeń rolniczego, PWN, Warszawa, 595.
- Falkowski M., Kozłowski S., 1978. Hodowla i nasiennictwo [W:] Łąkarstwo i gospodarka łąkowa, red. M. Falkowski, PWRiL, Warszawa, 569-594.
- Grümmer G., 1955. Die gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen, Allelopathie, Gustav Fischer Verlag, Jena, 162
- Kukułka I., 1965. Charakterystyka odmian hodowlanych traw łąkowych pod względem zawartości chlorofilu i β -karotenu, Roczn. WSR Pozn. 30: 197-204.
- Kukułka I., 1971. Zawartość karotenu i chlorofilu w runi pastwiska intensywnie nawożonego, Zesz. probl. Post. Nauk rol. 114: 77-81.
- Lidtko W., 1978. Pielęgnowanie łąk produkcyjnych [W:] Łąkarstwo i gospodarka łąkowa, red. M. Falkowski, PWRiL, Warszawa, 266-280.

- Madaus G., 1939. Vom Einfluss verschiedener Pflanzenarten aufeinander, Dtsch. Landw. Presse 66: 453-454.
- Mahlcke J., 1951. Untersuchungen über die Einflüsse der Schafgarbe auf die Nährstoffleistung des Deutschen Weidelgrases und über ihre Eignung als Weidepflanze für trockene Lagen, Dissertation Halle.
- Musierowicz A., 1968. Gleboznawstwo ogólne. PWRiL, Warszawa, 543.
- Oświęcimska M., 1957. Wzajemne oddziaływanie roślin, Wszechświat 5: 131-133.
- Scheffé H., 1959. The analysis of variance. J. Wiley and Sons. Inc., New York-London, 477.
- Widera M., Kazimierzak B., 1970. Wstępne badania nad występowaniem ksantofili w suszach zielonek. Biul. inf. IMER, 12: 99-104.
- Wierzchowski Z., 1957. Zmiany zawartości karotenów w roślinach pastewnych w okresie ich wegetacji. Roczn. Nauk rol. 71, B-4: 565-614.
- Wierzchowski Z., 1960. Próba oceny produkcji karotenowej łąk. Zesz. probl. Post. Nauk. rol. 20: 161-168.
- Wilkinson S. R., Gross C. F., 1964. Competition for light, soil moisture and nutrients during Ladino Clover establishment in orchardgrass Sod. Agron. Journ. 56: 389-392.
- Włodarczyk S., 1975. Karoteny i białko surowe w roślinności niektórych łąk górskich i nizinnych woj. wrocławskiego. Zesz. nauk. AR Wroc. Rol. XXXI, 109: 197-218.