

WYSTĘPOWANIE ROZPUSZCZALNYCH WĘGLOWODANÓW W TRAWACH

Marian Falkowski, Irena Kukułka

Akademia Rolnicza w Poznaniu

Węglowodany rozpuszczalne w wodzie odgrywają w życiu roślin szczególną rolę, między innymi umożliwiają roślinom częściej użytkowanym szybkie odrastanie. Mają one także znaczny wpływ na przezimowanie i zdolność odrostu wiosną w roku następnym. Nie mniejsza jest rola węglowodanów rozpuszczalnych w produkcji pasz konserwowanych. Stanowią one dobrą pożywkę dla bakterii kwasu mlekowego w procesie kiszenia. Wiadomo również, że w żywieniu zwierząt węglowodanom przypisuje się duże znaczenie jako podstawy energetycznej pasz. Wpływają one na przebieg procesu trawienia, a także na smakowość paszy.

Ilościowe występowanie rozpuszczalnych węglowodanów w roślinach jest cechą charakterystyczną dla gatunków, a nawet ich odmian uprawowych, mimo dużej zmienności stężenia w okresie wegetacji. Pewien wpływ na obecność różnic w zawartości węglowodanów rozpuszczalnych może mieć struktura masy nadziemnej roślin, gdyż liście zawierają z reguły mniejsze ilości od pozostałych części [8].

U gatunków z rodziny *Gramineae*, najlepiej opracowanych pod względem zawartości węglowodanów, występuje znaczna rozpiętość w stężeniu tych związków. Największe zawartości węglowodanów stwierdzano, z reguły u *Lolium multiflorum*, przekraczające 20% w s.m., w przeciwieństwie do *Dactylis glomerata* z wyraźnie niższą zawartością, najczęściej poniżej 8% w s.m. [2, 7, 11]. W roślinach z rodziny *Papilionaceae* stwierdzana obecność węglowodanów jest na ogół mniejsza i na przykład u koniczyn dochodzi tylko do 12% w s.m. Nieco niższe ilości spotyka się u innych roślin zielnych, jak na przykład u *Symphytum officinale* i *Taraxacum officinale*, a wyższą zawartość stwierdzono u *Plantago lanceolata* [6]. Może dlatego babka ma takie dodatnie wartości smakowe w ocenie pasących się krów [9].

Na zawartość cukrów w roślinach mają w decydującym stopniu wpływ

różne elementy siedliska. Stąd zachodzą znaczne zmiany w ich stężeniu nie tylko w okresie wegetacji, ale także w ciągu doby [4, 5, 14]. Z grupy czynników siedliskowych wyraźny wpływ na zawartość węglowodanów wywiera natężenie światła i temperatura. Ujemny wpływ niedoborów światła na zawartość węglowodanów może być potęgowany w warunkach wysokiego poziomu nawożenia [3, 10, 13]. Temperatura uchodzi za czynnik najaktywniejszy i zdaniem Langa [12] jej działanie można określić jako 3-krotnie większe od nawożenia azotowego, a 18-krotnie większe od wpływu pory roku. Według tego autora stężenie cukrów można określić jako zależne od wielkości sumy temperatur notowanych w okresie dwóch dni przed zbiorem masy nadziemnej. W warunkach wyższych temperatur, na przykład w lecie, następuje w roślinach wzmożony proces oddychania, co przyczynia się do spadku stężenia cukrów [3, 4, 12]. Toteż obserwuje się wzrost zawartości węglowodanów przy niższych temperaturach [1].

Jak wspomniano, nawożenie azotowe, zwłaszcza w wyższych dawkach, wywiera ujemny wpływ na zawartość węglowodanów w roślinach, podobnie jak wzrastająca częstotliwość użytkowania [3]. Biorąc pod uwagę znaczną rolę różnych czynników oddziaływających w odmienny sposób na stężenie węglowodanów, należy zachować dużą ostrożność w interpretowaniu wyników nad występowaniem tych związków w roślinach, gdyż dane uzyskane w poszczególnych latach mogą być nieporównywalne ze sobą [5].

Do badań własnych wykorzystano materiał roślinny z pastwiska położonego w dolinie Mogilnicy w Brodach oraz z pastwiska polowego w Owińskach. Ponadto analizowano materiał roślinny z kolekcji Stacji Oceny Odmian w Śremie oraz z kolekcji Akademii Rolniczej w Poznaniu. Stężenie cukrów rozpuszczalnych oznaczano w roślinach w stadium wegetatywnym metodą kolorymetryczną.

Uzyskane wyniki wykazują, że zawartość rozpuszczalnych cukrów w roślinach jest nie tylko cechą charakterystyczną dla różnych gatunków traw, ale w dużym stopniu zależną od aktualnych warunków siedliskowych, to znaczy od poziomu nawożenia, natężenia światła w runi i zapewne także od warunków glebowych. W tabeli 1 przedstawiamy wyniki zawartości cukrów w roślinach z pastwiska złożonego na mineralnych gruntach ornych. W tych warunkach korzystnie reprezentują się obydwie gatunki *Lolium*, wykazujące wyraźnie wyższą zawartość cukrów. Również pozostałe gatunki odznaczają się dość znaczną zawartością tego składnika. Stwierdzone stężenie cukrów u *Dactylis glomerata* jest wyraźnie wyższe w porównaniu do ilości wykrytej u kupkówki z innego pastwiska położonego na glebie organicznej murszowej (tab. 3). Potwierdzają

Tabela 1

Zawartość rozpuszczalnych cukrów (% s.m.) w roślinach nawożonych dawką 260 kg N/ha. Pastwisko w Owińskach

Gatunek	Termin badania			
	6 V	5 VII	29 VIII	8 X
<i>Bromus unioloides</i>	6,88	8,13	11,88	8,37
<i>Dactylis glomerata</i>	8,66	8,17	11,74	12,94
<i>Lolium multiflorum</i>	17,73	17,52	10,96	11,85
<i>Lolium perenne</i>	12,10	13,74	11,94	15,99
<i>Trifolium repens</i>	5,21	5,98	9,67	4,95

się więc wyniki Langa [12] wskazujące na znaczną labilność zawartości cukrów w roślinach, co powoduje, że wyniki trudno porównywać ze sobą.

Wysoka zawartość rozpuszczalnych cukrów przez cały okres wegetacji u *Lolium perenne* i *Lolium multiflorum*, wielokrotnie potwierdzana w różnych pracach badawczych, przemawia za większym uwzględnieniem tych gatunków w wysiewie mieszanek dla podniesienia wartości pokarmowej paszy.

Znana jest korelacja ujemna między zawartością cukrów w roślinach a nawożeniem azotowym, zwłaszcza wyraźna w warunkach wysokiego dawkowania i lepiej zaznaczona u traw nitrofilnych. Porównując spadek zawartości cukrów u *Dactylis glomerata* i *Poa pratensis* zależność ta występuje bardzo jaskrawo. W tabeli 2 podano spadek w średniej rocznej

Tabela 2

Zmniejszanie się średniej rocznej zawartości rozpuszczalnych cukrów w trawach pod wpływem nawożenia azotem. Pastwisko w Brodach

Dawka kg N/ha	Spadek cukrów w %	
	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Poa pratensis</i>
75	12	7
150	20	12
300	28	24
450	40	29

zawartości cukrów u traw nawożonych azotem w porównaniu do ilości stwierdzonej w roślinach z poletek, gdzie stosowano tylko nawożenie fosforem i potasem.

Zmiany w zawartości cukrów w runi zapewne wynikają nie tylko z wpływu bezpośredniego, ale również pośredniego dawki azotu. Nawożenie azotowe powoduje bowiem z reguły pogorszenie warunków świetlnych

w runi, co może odbić się na zmniejszeniu intensywności asymilacji. Dla zobrazowania prawdopodobnie występującej tego rodzaju współzależności podajemy dane dotyczące odrostu wiosennego. Warunki świetlne określono natężeniem światła dochodzącego do powierzchni gruntu i wyrażonego w ‰ pełnego natężenia światła nad runią (tab. 3).

Tabela 3

Zależność między natężeniem światła a zawartością cukrów w odroście wiosennym

Nawożenie kg N/ha	Natężenie w runi w ‰	Zawartość cukrów w ‰ s.m.	
		<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Poa pratensis</i>
75	5,06	4,13	4,87
150	4,87	3,42	3,78
300	3,42	3,69	2,94
450	2,47	3,48	2,93

Zmniejszanie się stężenia cukrów w roślinach pod wpływem nawożenia azotowego jest współzależne ze wzrostem zawartości azotu azotanowego. Współczynnik korelacji między zawartością cukrów a stężeniem azotanów wynosi dla:

$$\textit{Dactylis glomerata} \quad r = - 0,4434^{**}$$

$$\textit{Poa pratensis} \quad r = - 0,5309^{**}$$

a równania regresji:

$$\textit{Dactylis glomerata} \quad y = 7,32345 - 1,24612 x^*$$

$$\textit{Poa pratensis} \quad y = 9,41456 - 2,95771 x^*$$

Przykładem występujących różnic w stężeniu cukrów nawet w obrębie odmian uprawowych jednego gatunku mogą być wyniki dotyczące *Dactylis glomerata*, u których stwierdzono skrajne odchylenia od 6,67‰ do 8,53‰ w s.m. (tab. 4).

Tabela 4

Średnie roczne zawartości cukrów rozpuszczalnych u odmian *Dactylis glomerata*

Odmiany polskie	% s.m.	Odmiany zagraniczne	% s.m.
Brudzyńska PL	6,82	Baraula NL	7,14
Motycka PL	7,86	Mullus D	8,53
Nakielska PL	7,06	Rożnowska CS	7,19
Rosa PL	6,67	S — 345 GB	7,86
AR — 2 PL	6,82		
NIR = 1,06			

* x oznacza aktualne stężenie azotu azotanowego.

W jak dużym stopniu zaznacza się wpływ pogody w stężeniu cukrów w okresie wegetacji wynika to ze średnich obliczonych dla 9 odmian *Dactylis glomerata* (tab. 5). Rozpatrując stężenie rozpuszczalnych cukrów w odrostach, na przykład w drugim, u poszczególnych odmian uzyskuje się lepszy obraz występujących różnic, które wynikają z oddziaływania specyficznych warunków pogody (tab. 6). Jak się okazuje drugi odrost

Tabela 5

Średnia zawartość rozpuszczalnych cukrów w odrostach *Dactylis glomerata*

Zawartość w % s.m.	I odrost	II odrost	III odrost
Cukry	6,51	9,99	5,49
NIR = 0,61			

Tabela 6

Zawartość rozpuszczalnych cukrów u odmian *Dactylis glomerata* w II odroście

Odmiany krajowe	w % s.m.	Odmiany zagraniczne	w % s.m.
Brudzyńska PL	9,09	Baraula NL	11,05
Motycka PL	9,09	Mullus D	11,53
Nakielska PL	8,79	Roźnowska CS	10,52
Rosa PL	8,76	S — 345 GB	10,75
AR — 2 PL	9,41		
NIR = 1,84			

przebiegał w warunkach pogody niekorzystnych dla roślin, tzn. przy wysokich temperaturach powietrza i niedoborach opadów. Trudne warunki życiowe dla nich spowodowały słabszy odrost i mniejsze zużycie cukrów przez rośliny. Wydaje się, że zawartość rozpuszczalnych cukrów w odroście letnim może dobrze charakteryzować właściwości biologiczne odmian uprawnych, czego dowodem jest wyraźnie wyższe stężenie tych związków stwierdzone u odmian zagranicznych, prawdopodobnie bardziej wymagających co do temperatur powietrza i wilgotności gleby.

Potwierdzeniem współzależności między stężeniem rozpuszczalnych cukrów a intensywnym wzrostem i rozwojem *Dactylis glomerata* są także wyniki badań przeprowadzone z grupą 4 odmian, rosnących w innych warunkach siedliskowych. Dobowa szybkość zmian w stężeniu cukrów jest charakterystyczna dla trzech odrostów w poszczególnych porach roku (tab. 7). Systematyczne zmniejszanie się zawartości rozpuszczalnych cukrów w okresie wiosny u roślin do chwili kłoszenia, a więc w okresie

Tabela 7

Dobowe zmiany w zawartości rozpuszczalnych cukrów u odmian
Dactylis glomerata, w %

Odmiana	Wiosna 9 V-21 V	Lato 25 VII-2 VIII	Jesień 3 X-11 X
Nakielska	-0,38	+0,12	+0,69
Motycka	-0,40	+0,37	+0,63
Rideau	-0,24	-0,12	+0,96
Akaroa	-0,25	-0,24	+0,69

+ = przyrost; - = spadek.

najbujniejszego wzrostu, dobrze odzwierciedla wykorzystanie tych związków w procesie ich metabolizmu. Natomiast regularny wzrost stężenia dobowego w okresie letnim, a szczególnie wyraźny w jesieni, wskazuje na słabnące tempo odrostu roślin w tym czasie.

Reasumując wydaje się, że mimo dużej labilności w stężeniu rozpuszczalnych cukrów badania nad ich występowaniem w trawach zasługują na uwagę, gdyż na podstawie zawartości tych związków można z dużym prawdopodobieństwem określić wartość pokarmową gatunków, a nawet odmian traw, jak również ich właściwości biologiczne. Toteż w produkcji pasz większe znaczenie posiadają gatunki, które mogą wykazać się lepszym stosunkiem węglowodanów do białka.

LITERATURA

1. Barlow E. W. R., Boersma L.: Interaction between leaf elongation photosynthesis and carbohydrate levels of water-stressed corn seedlings. *Agron. J.* 68, 6, 923-926, 1976.
2. Beckhoff J.: Veränderungen im Gehalt an Rohfaser und an Zucker bei verschiedenen Sorten der Gattung *Lolium*. Forschungsstelle für Grünland und Futterbau des Landes Nordrhein-Westfalen, 5, 1-28, 1972.
3. Davies A.: Carbohydrate levels and regrowth in perennial ryegrass. *J. agric. Sci.* 65, 213, 1965.
4. Deinum B.: Influence of some climatological factors on the chemical composition and feeding value of herbage. *Proc. X Intern. Grassld Congr. Helsinki*, 415-418, 1966.
5. Dunphy E. J., Hanway J. J.: Water-soluble carbohydrate accumulation in soybean plants. *Agron. J.* 68, 5, 697-700, 1976.
6. Falkowski M.: Materiały nieopublikowane. Akademia Rolnicza w Poznaniu.
7. Falkowski M., Martyniak J., Kozłowski S., Kukułka I.: Kształtowanie się płonów oraz zawartości azotanów i cukrów u odmian uprawowych *Dactylis glomerata* w zależności od warunków siedliskowych. *Biul. Oceny Odmian*, 11, 1979.
8. Gausseres B.: Etude des variations des teneurs en glucides cytoplasmiques et membranaires du dactyle au cours de l'année. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.* 5, 361-381. 1965.

9. Ivins J. D.: The relative palatability of herbage plants. J. Brit. Grassld Soc. 7, 43-54, 1952.
10. Kozłowski S. Zmiany zawartości cukrów w *Dactylis glomerata* i *Poa pratensis* w zależności od wielkości dawki i formy nawozu azotowego. Roczn. Nauk rol., 79, 2, s. F, 1976.
11. Kukułka I., Kozłowski S.: Nowe kryteria oceny odmian traw uprawowych na przykładzie *Lolium multiflorum*. Zesz. probl. Post. Nauk rol., 194, 29-43, 1977.
12. Lang V.: Lösliche Kohlenhydrate und Spurenelemente im Mähweidefutter in Abhängigkeit von Witterung und Bewirtschaftung. Bayerisches Landwirt. Jahrbuch, 4, 421-479, 1975.
13. Stritzke J. F., Croy L. I., McMurphy W. E.: Effect of shade and fertility on NO₃-N accumulation, carbohydrate content and dry matter production of tall fescue. Agron. J. 68, 2, 387-389, 1976.
14. Witt N.: Undersogelser over graemarksplanternes sukkerindhold. Tidsskr. Plan-teavl 70, 498-504, 1967.

M. Фальковски, И. Кукулка

СОДЕРЖАНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ УГЛЕВОДОВ В ЗЛАКОВЫХ ТРАВАХ

Резюме

Авторы представили в работе зависимость между условиями произрастания и уровнем водорастворимых углеводов в злаковых травах. Доказана отчетливая разница у видов (табл. 1) и даже в сфере сортов (табл. 4, 6, 7), что очень заметно на протяжении вегетационного периода (табл. 5). Среди факторов условий произрастания доказана существенная отрицательная зависимость от азотного удобрения (табл. 2) и интенсивности света в травостое (табл. 3).

Несмотря на значительную лабиальность концентрации сахаров в злаковых травах в зависимости от актуальных условий произрастания, можно однако эти данные использовать для более углубленной оценки кормовой ценности видов и даже сортов злаковых трав.

M. Falkowski, I. Kukulka

THE OCCURRENCE OF SOLUBLE CARBOHYDRATES IN GRASSES

Summary

The authors presented the dependences occurring between the habitat conditions and the level of soluble sugars in grasses. Distinct differences were found in species (tab. 1) and even in the scope of varieties (tab. 4, 6, 7), what was evident during vegetation period (tab. 5). From among habitat factors the negative dependence with nitrogen fertilization (tab. 2) and light intensity in sward (tab. 3) was demonstrated.

In spite of that the concentration of sugars in grasses is significantly labile, in dependence upon actual habitat conditions, yet we may use those data for deepening the estimation of species alimentary value and even of grass varieties.