

CUKROWCE A WARTOŚĆ POKARMOWA ROŚLIN PASTEWNYCH

Marian Falkowski

Akademia Rolnicza w Poznaniu

Temat konferencji Sekcji Łąkarskiej Komitetu Uprawy Roślin Polskiej Akademii Nauk podkreśla nasze aktualne zainteresowania największą grupą związków organicznych w roślinach, to znaczy cukrowcami, wytwarzanymi w procesie fotosyntezy. Uwagę kierujemy na nie ze względu na ich duże znaczenie w życiu roślin we wszystkich fazach ich rozwoju, jak i w życiu zwierząt żywionych roślinami pastewnymi. W produkcji pasz przeznaczanych zwłaszcza dla przeżuwaczy, cukrowce odgrywają szczególną rolę ze względu na ich znaczny wpływ na wartość pokarmową i smakowitość roślin, jak i wielkość nakładu pracy dokonywanego przez zwierzęta w czasie ich zgryzania i rozdrabniania.

Dzięki procesowi fotosyntezy rośliny mogą wytwarzać olbrzymie ilości różnych związków organicznych, a zwłaszcza cukrowców, które stanowią największy pod względem masy składnik roślin. Biorąc pod uwagę ilość cukrowców produkowanych przez rośliny na kuli ziemskiej, jak i fakt, że celuloza jest główną częścią suchej masy roślin, związek ten może być uważany za ilościową najbardziej rozpowszechnioną substancję organiczną na świecie. Wraz z pozostałymi cukrowcami stanowi w interesujących nas trawach $\frac{3}{4}$ ogólnej masy plonów skarmianych zwierzętami.

Wielkość syntezy cukrowców przez rośliny zależy od szerokości geograficznej. W naszej szerokości trawy mogą produkować około 6 t z jednego hektara rocznie, w tym węglowodanów strukturalnych oraz lignin to jest związków z grupy fenoli, około 5 t. Dla porównania warto podać, że produkcja węglowodanów strukturalnych i lignin w lesie wynosi około 1 t z jednego hektara rocznie.

Wytwarzanie tak dużej masy cukrowców przez rośliny, skierowało od dawna uwagę na stopień wykorzystania energii świetlnej w procesie fotosyntezy. Jak się jednak okazało, zaledwie 2-3% światła zużywane jest w procesie fotosyntezy, a jedynie w sprzyjających warunkach wzrasta

do 4-10%. Podaje się, że na przykład w okresie lata w Europie zachodniej, wykorzystanie energii świetlnej wynosiło tylko 6%. Toteż światło nie jest elementem deficytowym w przeciwieństwie do zasobów składników pokarmowych w glebie i poziomu temperatury otoczenia. Właściwości anatomiczne, fizjologiczne i biologiczne roślin odgrywają podstawową rolę, na przykład liczba i rozmieszczenie aparatów szparkowych, optymalne stężenie barwników chlorofilowych, szybkość reakcji na aktualne warunki siedliska, a także zwartość runi. Właściwości te wpływają w sposób decydujący na poziom wykorzystania światła i dwutlenku węgla przez rośliny. Znamy optymalny stosunek sumarycznej powierzchni liści przypadającej na jednostkę powierzchni gruntu (LAI), jak i pożądaną układ liści na pędach, aby uzyskać największą wydajność fotosyntezy, znamy także optymalną zawartość chlorofilu w roślinach [35, 38, 41].

Grupa cukrowców występująca w roślinach pastewnych jest bardzo złożona. Cukrowce można ująć w dwie zasadnicze grupy — węglowodany rozpuszczalne (niestrukturalne) oraz węglowodany strukturalne. Opracowano szereg metod wydzielenia łatwo strawnych węglowodanów rozpuszczalnych, wchodzących w skład zawartości komórek roślinnych, oraz trudniej strawnych węglowodanów spolimeryzowanych, obecnych w ścianach komórkowych, które są w różnym stopniu przesycone ligninami [1, 2, 33].

Niestrukturalne i strukturalne węglowodany są bezpośrednio lub pośrednio źródłem przyswajalnej energii dla zwierząt. Od kiedy strawną energię uznano za element określający wartość pokarmową pasz, poznanie czynników wpływających na poziom węglowodanów w roślinach stało się kwestią o dużym znaczeniu praktycznym. Problem ten jest niezwykle złożony, gdyż poziom węglowodanów w roślinach zależy między innymi od aktualnych warunków siedliskowych, od stosunku ilościowego liści do łodyg, od stadium rozwojowego roślin w cyklu dobowym i rocznym, od poziomu i jakości nawożenia, a także od czynników genetycznych [5, 28].

Długa była droga prac badawczych, zanim doszło do tak prostego podziału licznej grupy związków węglowodanowych, występujących w roślinach. Pierwsze badania miały miejsce na początku ubiegłego stulecia [9, 45]. Jak się bowiem okazuje, Einhof [13] w swojej pracy opublikowanej w 1806 r., na temat wartości pokarmowej różnych produktów roślinnych, zastosował w swoich badaniach metodę ekstrakcji wodą niektórych zawartych w nich składników. Z kolei Gorham [22] użył już zasad do ekstrakcji włókna. Zakres badań rozszerzył Payen (cyt. za [9]), traktując rośliny kwasami, zasadami, wodą, alkoholem i eterem, uzyskując między innymi preparat, który określił jako celulozę, składnik ścian

komórkowych. Wreszcie doświadczenia ze strawnością włókna wykonał Haubner w połowie ubiegłego stulecia [23]. W tym też czasie wprowadzona została do literatury z tego zakresu nazwa węglowodany.

Z pierwszej połowy ubiegłego stulecia pochodzą dość liczne badania szeregu chemików nad grupą związków węglowodanowych, które dziś częściej nazywamy cukrowcami. Już wówczas zdawano sobie bowiem sprawę, że stanowią one ważny element, określający wartość pokarmową roślin. Przegląd rozwoju prac badawczych nad tym zagadnieniem podali między innymi Czapek [9] w dziele „Biochemie der Pflanzen” opublikowanym w 1922 r., jak również Van Soest [45] i współautorzy dzieła zbiorowego, wydanego w 1976 r. pt. Carbohydrate research in plants and animals, w Wageningen [6].

Wyniki prac badawczych pierwszej połowy ubiegłego stulecia, od Einhofa począwszy, wykorzystali Henneberg i Stohmann w dziele wydanym w 1860 i 1865 r. [24], wyodrębniając podstawowe związki węglowodanowe jako tak zwane „włókno surowe” i „bezasotowe wyciągowe”. Podział ten nie był dokładny, gdyż nie uwzględniał obecnie wyróżnianych związków węglowodanowych, ale jednak umożliwiał on ich uszeregowanie na bardziej lub mniej strawne. Wiadomo bowiem, że węglowodany wchodzące w skład tych grup nie mają jednakowej wartości pokarmowej, a ich ilości jak już wspomniano są w pewnym stopniu zależne od stadium rozwojowego roślin czy poziomu nawożenia. Na tym tle, zwłaszcza w grupie „włókna surowego” mogą zachodzić nieuchwytnie przesunięcia ilościowe, ale o dużym znaczeniu dla wartości pokarmowej paszy.

Przez długie lata łączono zagadnienie strawności roślin pastewnych z ilością ekstrahowanego z nich włókna surowego. Stopniowo jednak wprowadzano dla lepszej oceny wartości pokarmowej roślin metody badawcze ulepszone, wyodrębniające coraz więcej określonych związków węglowodanowych. Rozwiązywanie zagadnienia strawności pasz, na podstawie podziału węglowodanów według propozycji Henneberga i Stohmanna jest dziś niewystarczające, zwłaszcza w badaniach ścisłych. Zagadnienie to dopiero po około stu latach powiązано prawidłowo ze składem chemicznym ścian komórkowych, które jak się okazało zawierają wyłącznie substancje niestrawne lub mało strawne, w przeciwieństwie do tych jakie znajdują się we wnętrzu komórek [43, 44].

Z porównania dat publikacji z tej dziedziny w ciągu XIX stulecia wynika, jak powolny był postęp w rozwiązywaniu zagadnienia strawności pasz, w zależności od znajdujących się w nich węglowodanów. Jak wspomniano, celulozę wyodrębnił Payen w pierwszej połowie ubiegłego stulecia, a hemicelulozy Schulze dopiero w 1889 r., przy czym w trawach związki te oznaczyli Freer i Browne w 1905 r. (cyt. za [9]).

Unowocześnione prace badawcze rozwinęły się jednak stosunkowo

późno, bo dopiero po 1930 r., i to w Stanach Zjedn. Ameryki Płn., w Wielkiej Brytanii i w Związku Radzieckim. Crampton i Maynard [8] zaproponowali w 1938 r. nowy sposób postępowania w celu wyodrębnienia tak podstawowych składników określających wartość pokarmową paszy, jakimi są między innymi celuloza i towarzyszące jej ligniny. Te ostatnie poznane już w pierwszej połowie ubiegłego stulecia i tak nazwane przez de Candolle'a, odgrywają szczególną rolę w określaniu wartości pokarmowej pasz, ograniczając strawność węglowodanów strukturalnych. W 1939 r. Morosov [34] publikuje pracę na temat występowania takich cukrowców w trawach, jak inuliny, sacharozy i hemiceluloz, w zależności od stadium rozwojowego roślin. Równocześnie ukazuje się praca Smełova i Morozova [39], w której autorzy zajmują się charakterystyką gatunków traw pod względem zasobności różnych węglowodanów, a interesującym dla nas może być stwierdzenie dużych zasobów węglowodanów rozpuszczalnych u *Lolium perenne*.

Jak powolny był postęp w tego rodzaju pracach wynika z wypowiedzi Williamsa i wsp. w 1940 r. [48], w publikacji na temat wartości pokarmowej węglowodanów w owocach i warzywach, w której podkreśla się, że w badaniach powinno się uwzględniać obecność celulozy, hemiceluloz oraz lignin. Dopiero od drugiej połowy bieżącego stulecia notujemy stopniowy rozwój badań nad węglowodanami występującymi w roślinach pastewnych, jako ważnymi miernikami wartości pokarmowej paszy, tym bardziej, że związki te współdziałają w wykorzystaniu innych składników pokarmowych w procesie trawienia przez zwierzęta [27].

Obecnie w literaturze światowej spotykamy się coraz częściej z wynikami badań nad cukrowcami w roślinach pastewnych, głównie w trawach i motylkowatych. Przedmiotem zainteresowań jest ich występowanie tak w komórkach roślin jak i w ich ścianach. Ponieważ ściany komórkowe roślin pastewnych stanowią w żywieniu przeżuwaczy największą masę, stąd ich szczególna rola w określaniu wartości pokarmowej różnych gatunków roślin tym bardziej, że składają się one głównie z celulozy, hemiceluloz, substancji pektynowych oraz towarzyszących im lignin. Czysta celuloza, wolna od wkładów lignin jest całkowicie trawiona *in vitro* [12]. Natomiast celuloza ścian komórkowych u traw wykazuje strawność w granicach 49-88%. Podobnie dużą rozpiętość w strawności wykazują hemicelulozy [2, 47]. Okazało się bowiem, że inkrustacja lignin w tkankach roślin zawierających celulozę i hemicelulozy, jest czynnikiem ograniczającym strawność paszy. W nieobecności lignin każda frakcja węglowodanowa jest prawdopodobnie łatwo trawiona w żwaczu zwierząt. Toteż stosunek ilościowy lignin do celulozy odgrywa istotną rolę w określaniu wartości pokarmowej paszy [3, 46]. Zagadnienie to jest jednak bardziej złożone, jeśli weźmie się pod uwagę, że na poziom

strawności celulozy może mieć ujemny wpływ także obecność perloliny na przykład w skarmianej trawie *Festuca arundinacea* [7]. Ligniny jako wkłady w ścianach komórek roślin, a więc w kompleksie węglowodanowo-ligninowym, mogą być trawione w zwaczu w granicach 1-9% [20, 21].

Węglowodany strukturalne odgrywają także dużą rolę w określaniu smakowości paszy, jak i wielkości nakładu pracy dokonywanego przez zwierzęta w czasie pobierania kęsów i ich rozdrabniania [15].

Poznano także liczne współzależności występujące między ilościową obecnością niektórych węglowodanów w roślinach pastewnych a różnymi czynnikami siedliskowymi, jak i pewne korelacje z innymi składnikami występującymi równolegle w roślinach. Na przykład może zaznaczyć się ujemna korelacja między stężeniem związków azotowych w roślinach a węglowodanów rozpuszczalnych. Spadek zawartości tej grupy węglowodanów, jak i hemiceluloz pod wpływem nawożenia azotowego jest dziś również zależnością znaną [14, 16, 17]. Od ilości węglowodanów rozpuszczalnych znajdujących się w roślinach zależy przebieg procesu redukcji jonów azotanowych [31, 36, 37]. Posiadamy także dane na temat szybkości zmian w zawartości węglowodanów strukturalnych i niestukturalnych w roślinach na użytkach zielonych, na przykład w cyklu dobowym oraz rocznym, czy też w procesie suszenia pasz [29, 40]. Zależności tego rodzaju mogą mieć znaczny wpływ na wartość pokarmową roślin, stąd są przedmiotem coraz liczniejszych badań. Znana jest także różna zdolność kumulacji węglowodanów wykazywana przez gatunki uprawianych traw, a także ich odmiany [18, 19, 28].

Prowadzi się także prace badawcze nad specyficzną grupą węglowodanów zapasowych występujących u traw, np. fruktozanów. Grupa ta odgrywa niezwykle ważną rolę w żywotności i plonowaniu roślin wielokrotnie koszonych lub wypasanych w okresie wegetacji [4].

Mimo postępującego rozwoju w dziedzinie badań nad węglowodanami strukturalnymi i niestukturalnymi, nadal obserwuje się utrzymywanie przyzwyczajenia do oznaczania zbiorowych grup węglowodanów w roślinach pastewnych. Przeglądając 1358 referatów wygłoszonych na światowych kongresach łąkarskich w Reading w 1960 r., w Helsinkach w 1966 r., w Surfers Paradise w 1970 r., w Moskwie w 1974 r. oraz w Lipsku w 1977 r., zauważa się tylko 70 referatów — co stanowi zaledwie 5% ogólnej liczby — w których powoływano się na konkretne związki węglowodanowe w omawianych roślinach. Nie mniej wzrasta zakres zainteresowań, docenia się bowiem rolę węglowodanów niestukturalnych na przykład w procesie kiszzenia traw, w czasie dojrzewania ziarniaków traw czy nasion motylkowatych a nawet w próbach klasyfikacji systematycznej rodziny *Gramineae* [11, 30, 32, 42].

Zapewne wiele przyczyn powoduje stosunkowo powolny rozwój badań

w tej dziedzinie, z jednej strony obojętne traktowanie tak zwanego balastu pokarmowego, za jaki uchodzą węglowodany strukturalne, z drugiej strony niedostateczne opanowanie metod wyodrębniania podstawowych związków wchodzących w skład wymienionych grup. Ponadto niezwykła labilność niektórych z nich, przede wszystkim cukrów rozpuszczalnych, obecnych w roślinach pastewnych, sprawia wiele trudności w interpretacji wyników prac badawczych. Jeśli uwzględnić znaczne zróżnicowanie składu węglowodanów występujących w liściach i w łodygach roślin, a nawet zróżnicowanie w blaszkach liściowych pochodzących z różnych pięter roślin, świadczy to o wielkości przeszkód, na jakie napotyka się w tego rodzaju badaniach [10].

W naszym kraju stosunkowo późno rozpoczęto prace badawcze nad obecnością węglowodanów w roślinach pastewnych — poza tymi, które opierały się na metodach badawczych Henneberga i Stohmanna. Warto jednak pokreślić, że pierwsze polskie prace opublikowane zostały w latach 1960-1962 przez Jasińskiego i Zezulę [25, 26]. W tym czasie rozpoczęto podobne badania także w innych ośrodkach naukowych w naszym kraju. Jaki jest stan obecny badań w tej dziedzinie sądzić można z przedstawionych referatów na konferencji Sekcji Łąkarskiej, która miała miejsce w Błażejewku koło Poznania w maju 1978.

W świetle wyników badań przeprowadzonych w wielu krajach na temat roli węglowodanów w życiu roślin i zwierząt sędzę, że konieczne jest przyspieszenie tempa i zakresu poszukiwań czynników sprzyjających procesowi fotosyntezy, a więc nad budową anatomiczną i cechami morfologicznymi traw. Na uwagę zasługują także prace nad tymi gatunkami traw, które odznaczają się większą zdolnością syntezy cukrów rozpuszczalnych w czasie odrostów w okresie wyższych temperatur lata. Prace badawcze nad gatunkiem *Lolium multiflorum* wskazują na dużą przyszłość tej trawy w rozwiązywaniu wielu problemów paszowych w naszym kraju, skoro z jednego hektara można uzyskać w zależności od odmiany 1,8-2,9 t węglowodanów [19].

Zdając sobie sprawę, że strawność ogromnej masy organicznej, jaką stanowią węglowodany strukturalne, a więc celuloza i hemicelulozy, zależy głównie od obecności towarzyszących im lignin, należy dążyć do tego, aby badania nad tymi grupami związków organicznych w sposób bardziej prawidłowy pozwalały oceniać wartość pokarmową uprawianych u nas traw i innych roślin pastewnych. Rola traw jako roślin pastewnych w nowoczesnej gospodarce rolnej nie maleje a wprost przeciwnie obserwuje się wzrost zainteresowania ich uprawą, dają bowiem wysoko cenione podstawowe pasze jak zielonkę, siano, susz czy kiszonkę. Sianu traw przyznaje się na nowo szczególną, dodatnią rolę w żywieniu zwie-

rząt, stąd nie straciło aktualności stwierdzenie wojewody poznańskiego Jana Ostroroga (1565-1622), że dobre siano „ma w sobie substantiam i woń dobrą i smak i nutriment i zdrowe jest”.

LITERATURA

1. Alberda Th.: The influence of temperature, light intensity and nitrate concentration on dry-matter production and chemical composition of *Lolium perenne* L. Neth. J. Agr. Sci., 13, 1965.
2. Alexander C. L., Bartley E. E., Meyer R. M.: Incorporation of ¹⁴C from labelled alfalfa into rumen bacterial and volatile fatty acid carbon and rumen removal rate of fiber and soluble fractions. J. Anim. Sci., 29, 1969.
3. Bailey R. W., Monro J. A., Pickmere S. E., Chesson A.: Herbage hemicellulose and its digestion by the ruminant. Landbouwhoges. Wageningen. Misc. Pap. 12. 1976.
4. Bommer D. F. R.: Influence of cutting frequency and nitrogen level on the carbohydrate reserves of three grass species. Proc. X Inter. Grassld Congr. Helsinki 1966.
5. Brown R. H., Blaser R. E.: Soil moisture and temperature effects on growth and soluble carbohydrates of orchard-grass (*Dactylis glomerata*). Crop. Sci. 10, 3, 1970.
6. Carbohydrate research in plants and animals. Landbouwhoges. Wageningen. Misc. Pap. 12, 1976.
7. Cornelius P. L.: Inheritance of perloline content in annual ryegrass x fescue hybrids. Crop Sci. 14, 6, 1974.
8. Crampton E. W., Maynard L. A.: The relation of cellulose and lignin content to the nutritive value of animal feeds. J. Nutrition 15, 1938.
9. Czapek F.: Biochemie der Pflanzen. Jena 1922.
10. Deinum B., Dirven J. G. P.: The influence of age on chemical composition and in vitro digestibility of maize (*Zea mays* L.) and tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). Neth. J. Agric. Sci. 19, 1971.
11. Dekker R. F. H.: Hemicellulose degradation in the ruminant. Landbouwhoges. Wageningen. Misc. Pap. 12, 1976.
12. Donefer E., Crampton W. E., Lloyd L. E.: Prediction of the nutritive value index of a forage from in vitro rumen fermentation data. J. Anim. Sci. 19, 1960.
13. Einhof H.: Bemerkungen über die Nahrungsfähigkeit verschiedener vegetabilischen Produkte. Annalen d. Ackerbaues 4, 1806.
14. Falkowski M., Kozłowski S.: Wpływ nawożenia azotowego na zmiany zawartości cukrów prostych w trawach pastwiskowych. Post. Nauk rol. 2, 1972.
15. Falkowski M., Kozłowski S., Rogalski M.: Interaction between some carbohydrates compounds, lignin and palatability of pasture grasses XIII Inter. Grassld Congr. Leipzig 1977.
16. Falkowski M., Kukułka I.: Współzależności między zawartością azotanów, węglowodanów i barwników w trawach pastwiskowych a poziomem nawożenia azotowego. Roczn. WSR w Poznaniu, LIII, 1971.
17. Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S.: Nawożenie azotowe a występowanie azotanów i rozpuszczalnych węglowodanów w trawach. Wiad. mel. i łąk. 7, 1971.
18. Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S.: Morphological, anatomical and phyto-

- chemical properties of *Lolium multiflorum* cultivars affecting its fodder value. 7-th Gen. Meet. Europ. Grassld Fed. Gent 1978.
19. Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S., Rogalski M.: Właściwości anatomiczne i fitochemiczne zasługujące na uwagę w hodowli i ocenie uprawowych odmian traw. Mat. sem. Zakł. Gen. Roślin PAN. Poznań 1976.
 20. Gaillard B. D. E.: The relation between the cell-wall constituents of roughages on the digestibility of the organic matter. J. Agr. Sci. 59, 1962.
 21. Gaillard B. D. E., Richards G. N.: Presence of soluble lignin-carbohydrate complexes in the bovine rumen. Carbohydrate Res. 42, 1975.
 22. Gorham J.: Chemical analysis of Indian corn. New England J. of Med. and Surgery, 4, 1820.
 23. Haubner G.: Die pflanzenfaser und ihre Verdaulichkeit. Z. deut. Landw. 6, 1855.
 24. Henneberg W., Stohmann F.: Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer. B. I, II. Braunschweig 1860, 1865.
 25. Jasiorowski H., Zezula M.: Stosunek związków azotowych do cukrów rozpuszczalnych w H₂O w poroście pasz zielonych. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 22, 1960.
 26. Jasiorowski H., Zezula M.: Sezonowe zmiany w zawartości białka i cukrów w trawach i roślinach motylkowych w warunkach północnej Szkocji i środkowej Polski. Roczn. Nauk Rol. s. B., t. 79, 1962.
 27. Jasiorowski H.: Wartość białek pasz zielonych w żywieniu przeżuwaczy. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 59, 1966.
 28. Jung G. A., Kocher R. E., Gross C. F., Berg C. C., Bennett O. L.: Seasonal fluctuations of nonstructural carbohydrate concentration in the forage of cool-season grasses. XII Inter. Grassld Congr. Moscow 1974.
 29. Kerr J. A. M., Brown W. O.: A comparison of nutrient losses in baled hay made from forage harvested, crimped or tedded swards with those in barn-drying. J. Brit. Grassld Soc., 20, 1965.
 30. Kooiman P.: Changes in the component monosaccharide ratios of galactomannans from leguminous seeds during maturation. Landbouwhoges. Wageningen. Misc. Pap. 12, 1976.
 31. Kozłowski S.: Carbohydrates as the indicators of the fodder quality of plants. XII Inter. Grassld Congr. Moscow 1974.
 32. Kunihiro O., Takeshi I.: The variation of carbohydrates in various species of grasses and legumes. Canad. J. of Botany 46, 12, 1968.
 33. Minson D. J.: Relation between digestibility and composition of feed. Landbouwhoges. Wageningen. Misc. Pap. 12, 1976.
 34. Morosov A. S.: Storing of carbohydrates by forage-grasses. C. R. Acad. Sci. URSS. 24, 1939.
 35. Nishimura S., Okubo T., Hoshino M.: Light transmission and chlorophyll amount in a sward as substitutes for leaf-area index. Proc. X Inter. Grassld Congr. Helsinki 1966.
 36. Nowakowski T. Z., Cunningham R. K., Nielsen K. F.: Nitrogen fraction and soluble carbohydrate in Italian ryegrass. J. Sci. Food agric. 16, 3, 1965.
 37. Reid D.: The response of herbage yields and quality to a wide range of nitrogen application rates. Proc. X Inter. Grassld Congr. Helsinki 1966.
 38. Simba L., Louwse W.: The effect of changes in crop structure on photosynthesis, dry matter production and chemical composition of *Lolium perenne*. XIII Inter. Grassld Congr. Leipzig 1977.
 39. Smelov S. P., Morosov A. S.: On the localization of the plastic reserve substances in meadow grasses. Bot. Zh. 24, 1939.

40. Smith D.: The non-structural carbohydrates. Rozdział w dziele „Chemistry and Biochemistry of Herbage.” Butler G. W., Bailey R. W., vol. 1, 1973.
41. Spedding C. R. W.: Ekologia łąkarstwa (tłum. z ang.). Warszawa 1971.
42. Soddart J. L.: Seed ripening in grasses. I. Changes in carbohydrates content. J. Agric. Sci. 62, 1964.
43. Van Soest P. J.: Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fibre and lignin. I. Assoc. Offic. Agric. Chem. 46, 1963.
44. Van Soest P. J.: Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. J. Anim. Sci. 26, 1967.
45. Van Soest P. J.: The estimation of digestibility from chemical composition, Landbouwhoges. Wageningen. Misc. Pap. 12, 1976.
46. Van Soest P. J., McQueen R. E.: The chemistry and estimation of fibre. Proc. Nutr. Soc. 32, 1973.
47. Wilkins R. J.: The potential digestibility of cellulose in forages and faeces. J. Agric. Sci. 73, 1969.
48. Williams R. D., Wicks L., Bierman H. R., Olmsted W. H.: Carbohydrate values of fruits and vegetables. J. Nutrition 19, 1940.

M. Фальковски

САХАРИДЫ А КОРМОВАЯ ЦЕННОСТЬ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ

Резюме

Автор даёт краткий обзор исследовательских трудов, посвящённых содержанию в растениях углеводов. Как известно, растворимые сахара, целлюлоза и гемицеллюлозы играют особую роль в жизни растений и кормлении животных. В связи с этим возрастает заинтересованность как в изучении влияния различных факторов на процесс фотосинтеза, так и проявляемой кормовыми растениями дифференцированной способности синтеза углеводов.

Количественное содержание углеводов, особенно тех, которые связаны с лигнином, может решительно влиять на способ использования кормов растений.

M. Falkowski

CARBOHYDRATES AND THE ALIMENTARY VALUE OF FODDER PLANTS

Summary

The author presented a short review of research works on carbohydrates occurring in plants. It is known, that soluble sugars, cellulose and hemicelluloses play the significant role in plant life and animal feeding. Therefore there increases the interest in learning the influence of different factors on photosynthesis process and on differentiated carbohydrate synthesis ability, demonstrated by fodder plants.

Quantitative occurrence of carbohydrates, especially of those which are more closely bound with lignins, may have a decisive influence on the way of fodder production utilization from fodder plants.