

JOANNA OSTRZYCKA
Instytut Warzywnictwa w Skierniewicach

CUKROWCE CEBULI (*ALUIM CEP*A) I ICH ZMIANY W TRAKCIE ROZWOJU ROŚLIN I PRZECHOWYWANIA

Wstęp

Cebula należy do sześciu gatunków warzyw^o o największym znaczeniu gospodarczym w Polsce [8]. Jest ceniona jako przyprawa spożywana w stanie surowym i przetworzonym (susze, dodatek do konserw). Jej wartość gospodarcza zwiększa się przez możliwość długiego i łatwego przechowywania do maja w przechowalni, a w chłodni do początku czerwca [8, 40].

Warzywo to jest bogatym źródłem witamin (C, B₁, B₂, A, PP, kwas foliowy, E), soli mineralnych i węglowodanów [8, 37].

Z przeprowadzonych badań nad cukrami w kilkunastu warzywach, cebula charakteryzowała się najwyższą zawartością cukrów ogółem [20]. Według Doruchowskiego i Bąkowskiego [12] w polskich 8 odmianach cebuli zawartość ogólna cukrów wynosiła od 7,8 do 10,8^o/_o, zaś cukrów prostych od 1,6 do 4,2^o/_o. Jones i Mann [21] podaje, że rozpuszczalne cukry w odmianach amerykańskich występują w ilości 5—15^o/_o świeżej masy lub około 80^o/_o suchej masy cebuli.

Cukry stanowią materiał energetyczny komórki, który uruchamiany jest sukcesywnie przez rozłożenie cukrów złożonych do prostych oraz przez pełne zmetabolizowanie tych ostatnich aż do wody i dwutlenku węgla. Poza tym cukry są podstawowym źródłem szkieletów węglowych dla syntezy innych związków jak: aminokwasy, kwasy nukleinowe, tłuszczowce oraz inne wtórne metabolity (np. glikozydy). Poniżej przedstawiono przegląd badań nad cukrowcami cebuli z okresu ostatnich 30 lat.

Skład jakościowy cukrów w cebuli

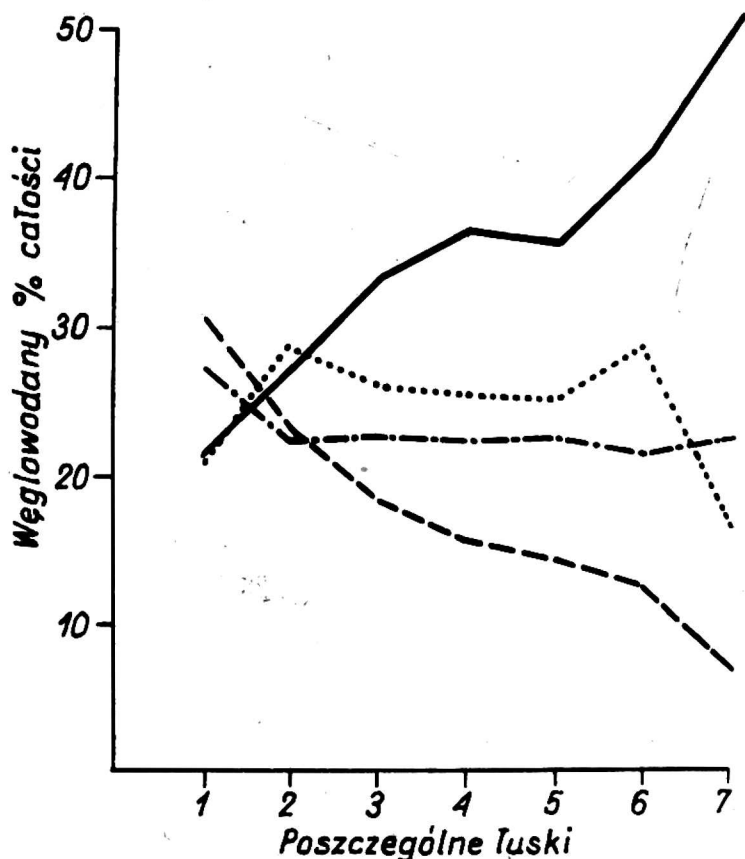
Występujące w cebuli cukry proste reprezentowane są przez glukozę i fruktozę; z oligosacharydów obecna jest sacharoza oraz seria oligofruktozanów [1, 2, 15, 38]. Nieliczni autorzy jak Plant i inni [29], Sinha

Tabela 1.

Skład cukrów w poszczególnych łuskach cebuli (w mg ketozy/g świeżej masy tkanki) [2]

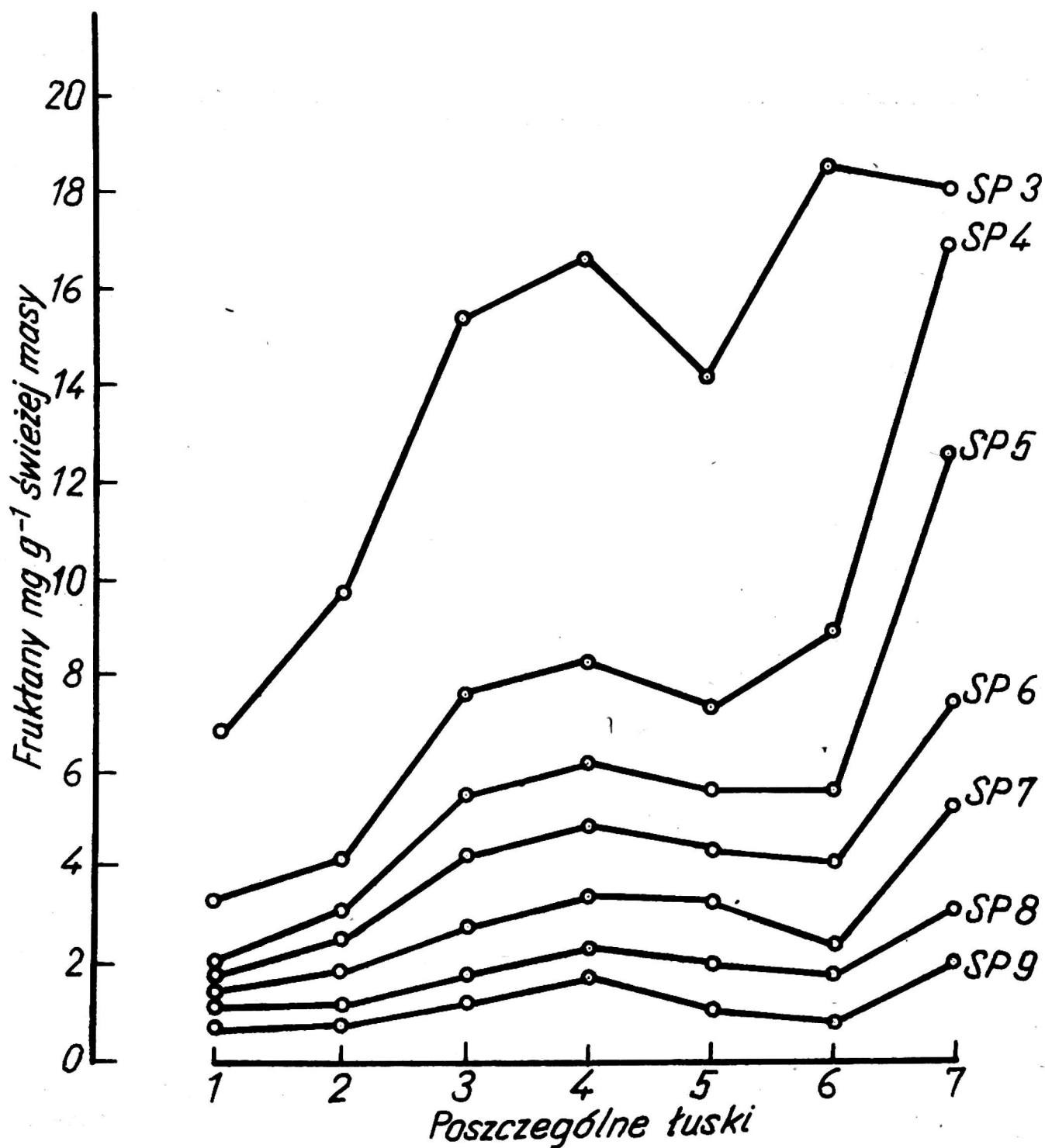
Cukry	Nr łuski								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cężar poszczególnych łusek	28,0	22,5	32,9	14,0	8,0	4,2	2,1	1,0	1,1
Pięciocukry i wyższe	—	—	—	—	2,7	3,3	6,4	8,5	12,0
Czterocukry	—	—	—	—	4,7	4,6	4,0	8,7	10,1
Trójocukry	—	—	—	0,5	6,2	7,4	7,4	9,5	4,7
Sacharoza	4,7	4,6	5,2	5,6	10,4	11,4	9,6	11,1	12,3
Fruktoza	16,4	15,3	14,6	14,2	11,0	12,0	12,3	9,1	4,9

Darybshire i Henry [10], badając cebulę odmiany Cream Godl podają jednak, że fruktany obecne są we wszystkich łuskach, a zawartość ich wynosiła od 20—53% wszystkich cukrów (rys. 1).



Rys. 1. Zawartość glukozy —.—, fruktozy — — —, sacharozy, i fruktanów —, w stosunku do całkowitej zawartości węglowodanów w poszczególnych łuskach cebuli (łuska 1-najbardziej zewnętrzna, łuska 7-najbardziej wewnętrzna (Darbashire i Henry (10)).

Poziom glukozy utrzymywał się względnie na stałym poziomie we wszystkich łuskach i wynosił od 24—32% wszystkich cukrów (rys. 1). Przeprowadzając badania przy zastosowaniu kolumny wypełnionej „Bio-żelem” Dyrbyshire i Henry [10], stwierdzili, że stopień polimeryzacji wyizolowanych fruktozanów wynosił od 3—9, i że zawartość ich malała w miarę wzrostu ich molekularnego ciężaru (rys. 2).

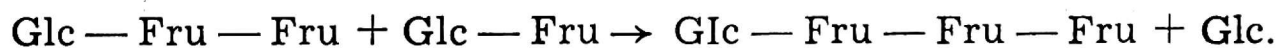
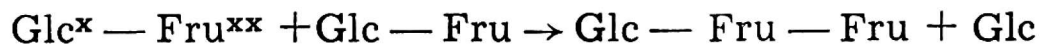


Rys. 2. Rozmieszczenie fruktanów w poszczególnych łuskach cebuli (1 — łuska najbardziej zewnętrzna, 7 — łuska najbardziej wewnętrzna SP — stopień polimeryzacji) Darybysire i Henry [10].

Nie przypadkowe jest takie rozmieszczenie poszczególnych cukrów w cebuli. Z badań Henry i Darbysire [18] nad rozkładem i syntezą fruktozanów przez enzymy (sacharozo-fruktozylofosforazę i frukto-hyrolazę) i rozmieszczeniem ich w cebuli wynika, że najwięcej fruktozanów syntetyzuje się w wewnętrznej części, zaś najwięcej hydrolizuje się ich w zewnętrznej części cebuli.

Rolę substancji zapasowych w cebuli spełniają oligofruktozany (fruktany), do syntezy których używana jest sacharoza. Cukier ten transportowany jest do główki cebuli z liści [27].

Wytwarzanie oligofruktozanów zachodzi przy udziale transferazy, natomiast akceptorem i dawcą grup fruktozylowych jest sacharoza. Powstanie tych związków można ogólnie przedstawić reakcjami [23].



Bardziej szczegółowe badania i teoretyczne rozważania nad metabolizmem oligofruktozanów podaje Bacon [3], Edelman i Jefford [13], Scott [34], Scott i in. [35].

Zawartość cukrów w cebuli kształtuje się różnie w zależności od odmiany i warunków klimatycznych w danym roku. Z danych podanych

Tabela 2

Zawartość niektórych składników w polskich odmianach i mieszańcach F_1 cebuli* w 100 g produktu [12]

Odmiana lub mieszaniec	Cukry proste (g)	Cukry ogółem (g)
Czerniakowska	3,2	7,8
Warszawska	3,4	9,6
Sochaczewska	2,6	8,5
Kutnowska	3,3	10,7
Wolska	2,5	8,9
Rawska	1,6	10,8
F_1 Warsa	3,8	8,7
F_1 Diana	3,3	9,1
F_1 Bona	4,2	8,9

* — Średnia z lat 1968—1970.

przez Doruchowskiego i Bąkowskiego [12] (tab. 2) wynika, że z badanych 9 odmian i mieszańców największą zawartość cukrów ogółem odznaczała się odmiana Rawska (10,8%), i Kutnowska (10,7%), najmniejszą Czerniakowska (7,8%). Cukrów prostych wykazano najwięcej w F_1 Bona (4,2%), najmniej w Rawskiej (1,6%).

Natomiast jak podaje Perłowska [30] z badanych 5 odmian polskich (Czerniakowska, Diana T, Kutnowska, Sochaczewska i Wolska) w okresie 8 lat, Wolska zawierała nieco mniej cukrów ogółem niż pozostałe odmiany. Podobnie jak w zawartości suchej masy wykazano duże różnice w zawartości cukrów ogółem u cebuli w kolejnych latach doświadczenia.

* Glc — glukoza

** Fru — fruktoza

Różnice w zawartości cukrów prostych badanych odmian były mniej wyraźne. Najwyższą zawartością cukrów prostych odznaczała się odmiana Diana F₁, a najniższą Kutnowska i Sochaczewska.

Zależność między zawartością węglowodanów i suchą masą

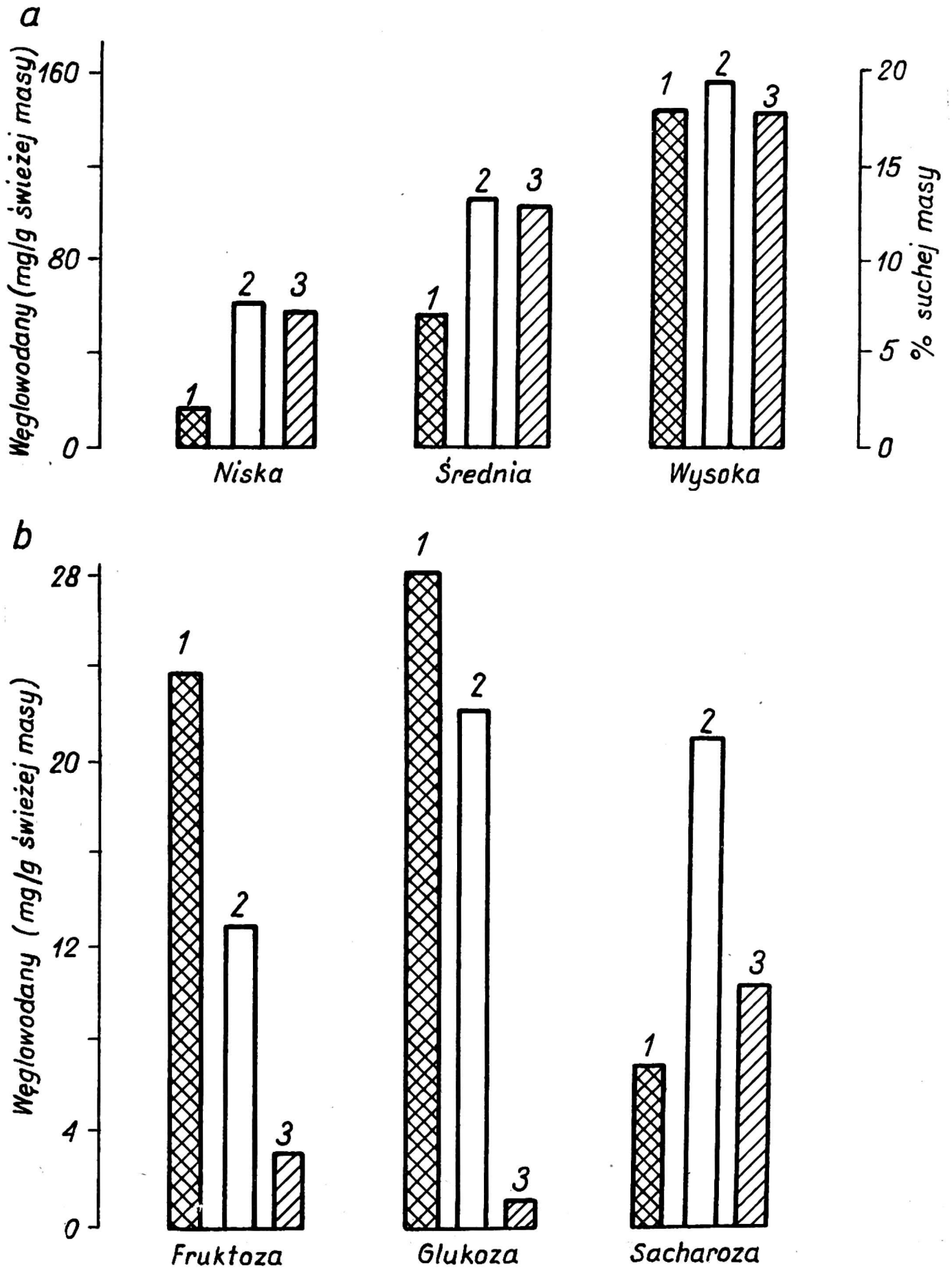
Zawartość węglowodanów w cebuli jest związana z zawartością suchej masy. Darbyshire i Henry [11] badając 3 grupy odmian cebuli o niskiej (10—12%), średniej (14—18%) i wysokiej (16—29%) zawartości suchej masy, wykazał wysoką korelację między poziomem fruktanów, sumą węglowodanów a zawartością suchej masy.

Autorzy stwierdzili, że ze wzrostem suchej masy w różnych odmianach wzrastała także zawartość fruktozanów a obniżała się zawartość fruktozy i glukozy (rys. 3). Poziom sacharozy był wyższy w odmianach o wyższej zawartości suchej masy (rys. 3). W odmianach o wysokich % suchej masy występowały fruktany o większej cząsteczce.

Darbyshire i Henry [11] badając zawartość suchej masy i węglowodanów w poszczególnych łuskach cebuli wykazali także, że poziom tych składników wzrasta od zewnętrznej do wewnętrznej części cebuli. Występuje tu wysoka korelacja między zawartością suchej masy i poziomem cukrowców w poszczególnych łuskach niezależnie od odmiany cebuli, co wydaje się oczywiste biorąc pod uwagę, że cukrowce niestrukturalne w odmianach o niskiej, średniej i wysokiej zawartości suchej masy stanowiły odpowiednio 87, 83 i 88%.

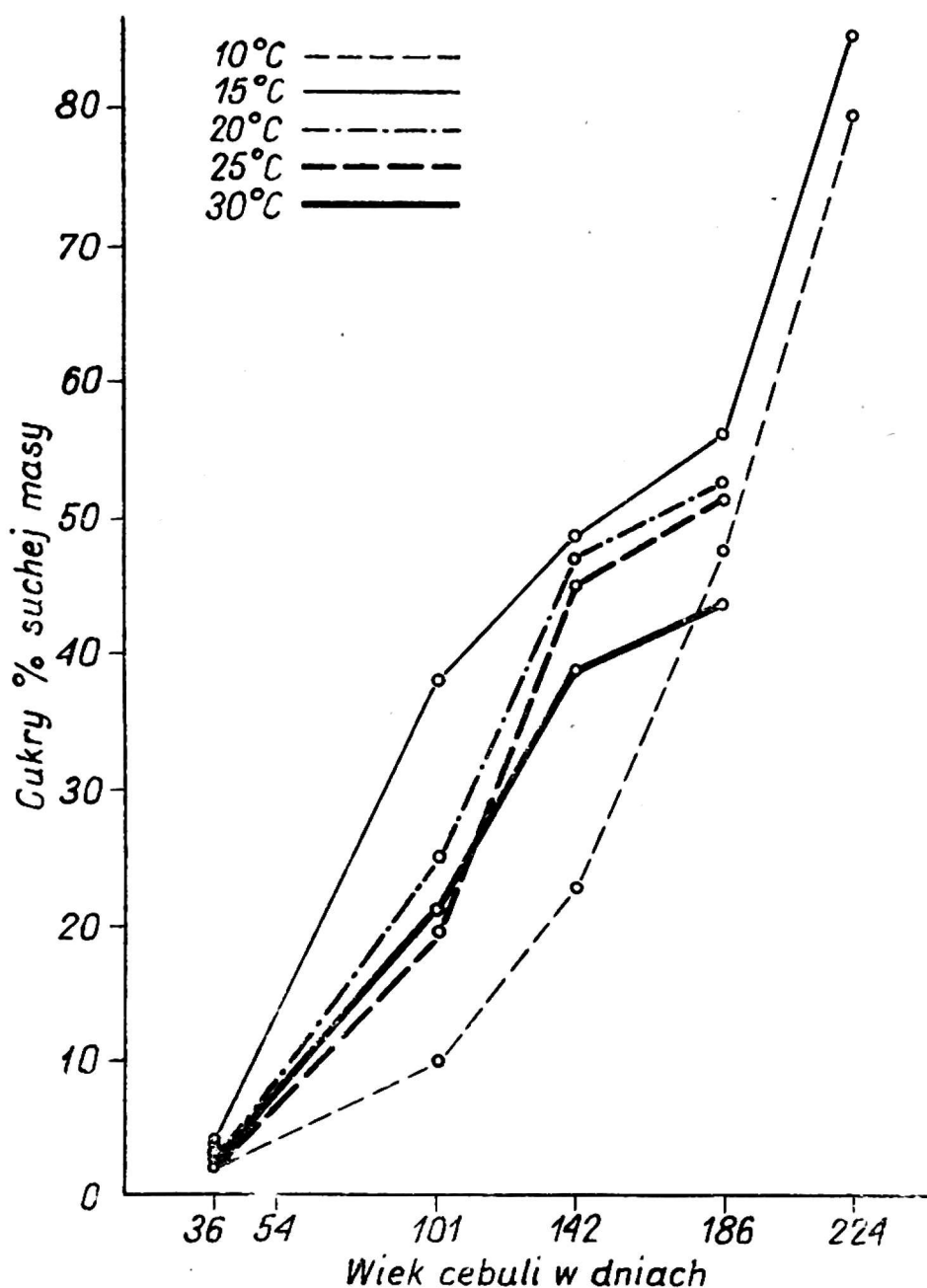
Wpływ warunków wegetacji, temperatury i czasu zbioru na poziom cukrów

Butt [6] badając wpływ temperatur (10, 13, 20, 30°C) na poziom cukrów w czasie wegetacji cebuli podaje, że we wczesnych stadiach wzrostu wpływ temperatury był bardzo niewielki. W późniejszych terminach wegetacji zawartość cukrów wzrastała, przybierając najwyższe wartości w temperaturze 15°C, najniższe w 10°C. Pośrednie wartości obserwowano dla temperatury 20°C 25°C i 30°C (rys. 4). Butt [6] stwierdził także, że poziom cukrów w cebuli badanej w różnych stadiach rozwoju jest zależna od intensywności światła w której wzrastały rośliny. Najwyższe zawartości cukrów obserwowano w kombinacjach o pełnym naświetleniu, najniższe przy najslabszym naświetleniu. Wpływ różnych temperatur wzrostu na poziom poszczególnych cukrów (glukoza, fruktoza, sacharoza, fruktany) badali Barrie i Steer [4] przeprowadzając doświadczenie w fitotronie. Autorzy Ci wykazali, że nie było istotnych różnic w zawartości



Rys. 3. (a) Całkowita zawartość niestrukturalnych węglowodanów, zawartość fruktanów 2, i suchej masy 3 w 3 odmianach reprezentujących niską (White spanish Hybrid), średnią (Australian Brown) i wysoką (White Creole × × Sonthport White Globe) suchą masą. (b) Zawartość fruktozy, glukozy i sacharozy w odmianach o niskiej 1, średniej 2 i wysokiej suchej masie 1, Darbyshire i Henry [11].

ci fruktozy, sacharozy i fruktanów a także sumarycznej wartości węglowodanów, między kombinacjami, dla których temperatury dnia/nocy wynosiły od 22 /16—33/ 28°C. Jednakże zawartość glukozy była wyższa w wyższej temperaturze. Wpływ temperatury gleby na wzrost i jakość cebuli 2 odmian przeznaczonych na susz badali Yamaguchi i in. [44]. W



Rys. 4. Wpływ temperatury na całkowitą zawartość cukrów w cebuli Butt (6).

doświadczeniu tych autorów cebula wzrastała w temperturze gleby 13, 18, 24, 29°C. Najlepszy wzrost cebuli stwierdzono w temperaturze 24°C, najgorszy w 13°C, najszybciej dojrzewała przy 29°C, jednak nie wykazano wyraźnej korelacji zawartości cukrów z temperaturą gleby. Nilsson [27] przeprowadził badania cukrów w cebuli, w różnych stadiach jej dojrzałości, zbieranej w zależności od tego, jaki był % masy liści zielonych do masy całej rośliny. Stwierdził on, że zawartość nie strukturalnych węglowodanów, fruktozy, glukozy, sacharozy i fruktanów w cebulach, których liście stanowiły 35%, 20% masy lub były całkowicie zaschnięte wy-

kazywała jedynie niewielkie zmiany. Ilość wolnej fruktozy wzrastała w połowie okresu dojrzewania, prawdopodobnie jako rezultat hydrolizy fruktanów. Całkowita ilość niestrukturalnych węglowodanów w cebuli wynosiła około 80% w przeliczeniu na suchą masę, w której więcej niż 50% stanowiły fruktany. W końcu okresu dojrzewania główki cebuli miały identyczny skład niezależnie od czasu zbioru. Jak wiadomo czas zbioru ma duże znaczenie w przechowywaniu cebul, jednak wpływ ten wg tego autora nie może być tłumaczony różnicą w składzie chemicznym cebuli [27].

Nieco inne zdanie mają Elkner i in. [14], którzy podają, że zawartość cukrów i suchej masy istotnie ulegała zmianie w zależności od terminu zbioru. Według tych autorów zawartość cukrów prostych osiągała swoje maksimum w początkowych terminach zbiorów i zmniejszała się w miarę opóźniania zbiorów. Spadek zawartości cukrów prostych w cebulach przechowywanych z końcowych terminów zbioru w porównaniu do spadku w cebulach z początkowych terminów zbioru wynosiła około 9%. Obniżenie poziomu cukrów ogółem w tym okresie wynosiła od 10—15%.

Wpływ warunków przechowywania na zawartość i przemiany cukrów

Yamaguchi i inni [45] śledzili zmiany w zawartości cukrów prostych i nieredukujących w cebuli przechowywanej w różnych temperaturach w zakresie od 0—40°C. Porównywali jednocześnie jakość przechowywanych cebul. Wzrost temperatury przechowywania od 5°C — 40°C spowodował tylko niewielkie obniżenie zawartości cukrów ogółem. W temperaturze przechowywania 0—5° cebula zawierała najwięcej cukrów prostych i mało cukrów nieredukujących. Przechowywana w tej temperaturze cebula charakteryzowała się najmniejszym wyrastaniem szczypiorku. W miarę podwyższania temperatury przechowywania od 5—40°C obniżała się zawartość cukrów redukujących, a ze wzrostem temperatury od 20—40°C wzrastała zawartość cukrów nieredukujących. Temperatura 20°C okazała się najmniej korzystna dla przechowywania, gdyż ilość cebuli ze szczypiorem w tym obiekcie była największa (tab. 3).

Darbyshire [9] wykazał, że w niskich temperaturach przechowywania zawartość fruktozy wzrastała, zaś ilość sacharozy i trójsacharydów malała. Według tego autora, w niskich temperaturach zachodzi hydroliza fruktanów do cukrów prostych. Zjawisko tego rodzaju występuje w wielu innych gatunkach roślin i sądzi się, że jest przystosowaniem do przetrwania okresu chłodu [7, 19].

Mälkki i in. [26] podają zmiany w zawartości cukrów w cebuli w zależności od temperatury przechowywania (+4°C, 1 i —30°C) oraz od te-

Tabela 3

Skład cebuli odm. *Southport White Globe* po 4-miesięcznym przechowywaniu w różnych temperaturach. [45]

Temperatura przechowania	Cukry redukujące	Cukry nieredukujące	Cukry ogółem	Stosunek cukrów redukujących do nieredukujących
0	5,61	3,53	9,14	1,59
2,5	5,69	3,05	8,74	1,86
5	5,42	2,88	8,30	1,88
7,5	5,20	3,40	8,60	1,53
10	4,83	3,43	8,26	1,41
15	4,41	3,67	8,08	1,20
20	4,29	4,02	8,31	1,06
25	4,04	4,81	8,85	0,84
30	3,29	5,25	8,54	0,63
35	3,03	5,10	8,13	0,59
40	3,00	5,25	8,25	0,57
NIR przy 0,05 = 0,27			0,49	
NIR przy 0,01 = 0,36			0,66	

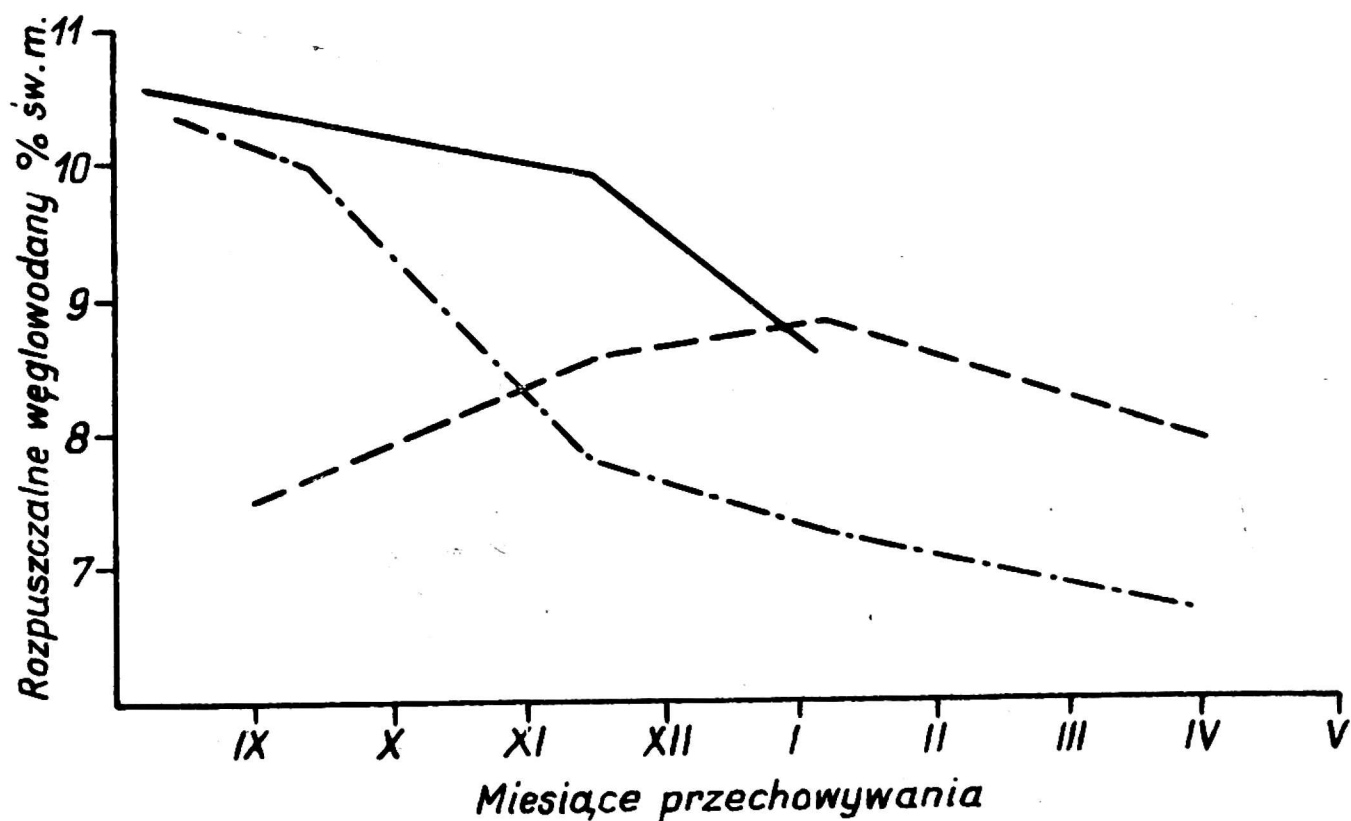
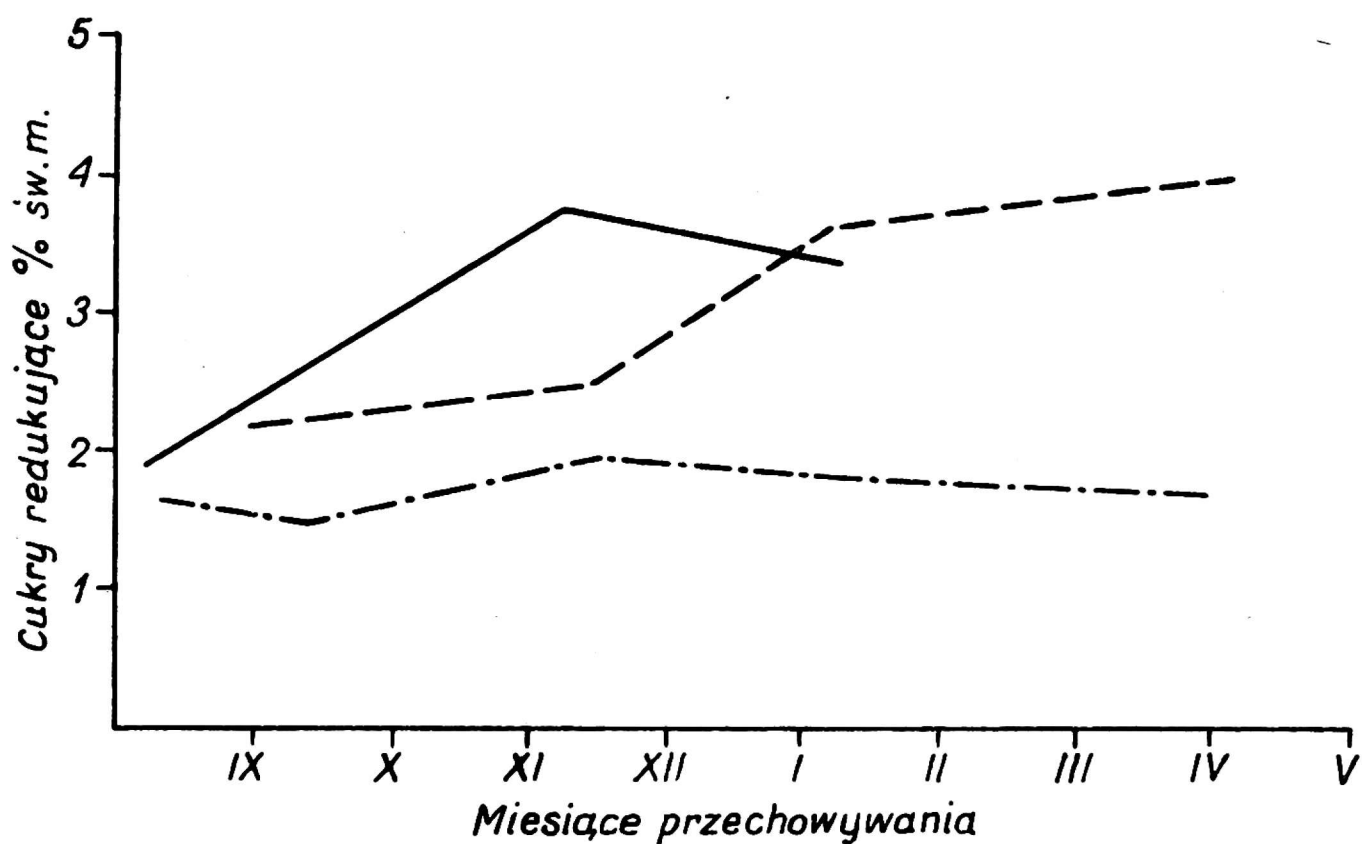
* g/100 g świeżej masy

go czy cebula była, lub nie, podsuszona przed przechowaniem. W cebuli dosuszanej, przechowywanej w -1°C całkowita zawartość węglowodanów także cukrów prostych utrzymywała się przeważnie na wyższym poziomie niż w cebuli nie dosuszanej, przechowywanej w temperaturze -30°C (rys. 5.).

Cebula jest warzywem stosunkowo łatwego i długiego przechowywania. W warunkach dobrego przechowywania wykazuje dobrą jakość od listopada do maja lub czerwca.

Po osiągnięciu dojrzałości w polu, wchodzi w okres spoczynku, dzięki któremu substancje zapasowe w główce cebuli mogą być zachowane przez niesprzyjający okres zimy, aby być użyte w drugim roku dla rozwoju kwiatów i nasion. Okres ten charakteryzują w nasionach dynamiczne zmiany w aktywności enzymów i regulatorów wzrostu [39]. Można przypuszczać, że podobne zmiany będą zachodziły w cebuli. Szereg autorów wykazało, że w miarę przechowywania cebuli wzrastał poziom cukrów prostych i obniżała się zawartość cukrów ogółem [5, 14, 33, 42].

Jak wynika z badań, w czasie przechowywania zachodzą dwa procesy:

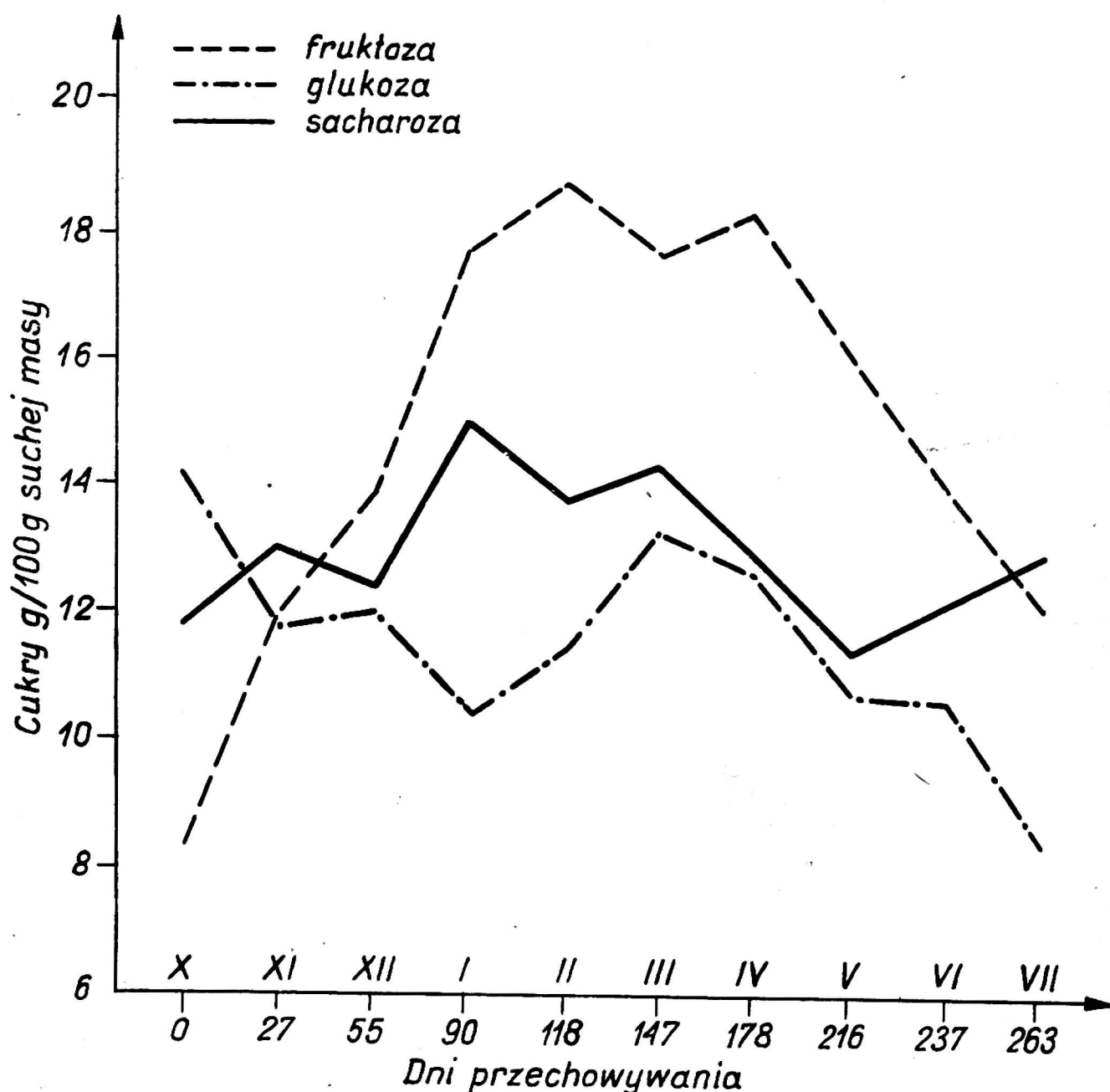


Rys. 5. Wpływ przechowywania na zawartość cukrów redukujących i rozpuszczalnych węglowodanów (Mälkki i inni 26) — — — $\pm 1^{\circ}\text{C}$ nie dosuszana; — — — -1°C dosuszana; — — — -30°C nie dosuszana.

- 1) proces oddychania — związany z ubytkiem cukrów,
- 2) proces rozkładu części oligocukrów do cukrów prostych przyczyniający się do wzrostu zawartości tych ostatnich.

Badania przeprowadzone przez Elkner i in. [14] na cebuli przechowywanej od listopada do lutego wykazały, że ilość cukrów prostych wzrosła o około 70% pierwotnej ich zawartości, zaś zawartość cukrów ogółem spadała o około 9%. Przedłużenie czasu przechowywania powodowało dalsze obniżenie o 3% cukrów ogółem a także dalszy wzrost zawartości cukrów prostych o 3%.

Szczegółową analizę zawartości trzech podstawowych cukrów (glukozy, fruktozy i sacharozy) w okresie 10-cio miesięcznego przechowywania przedstawił Gorin [16], (rys. 6). W tym czasie zawartość glukozy wahała



Rys. 6. Zmiany w zawartości glukozy, fruktozy i sacharozy w cebuli w okresie 10-cio miesięcznego przechowywania (od X — VII) Gorin (16).

się od 14,2%^x na początku do 8,4% na końcu przechowywania. Pierwszy okres przechowywania cechował niski poziom fruktozy (8,3%), który ulegał podwyższeniu do ponad 18% od lutego do kwietnia i następnie znowu spadał do 12,1%. Zawartość sacharozy wahała się od 11,9—15,1%.

Badania własne [28] potwierdziły te tendencje: wykazano wyraźny wzrost zawartości fruktozy, w mniejszym stopniu sacharozy, małe stosunkowo wahania zawartości glukozy w okresie przechowywania.

Ciekawą pracę wykonali Rutherford i Whitte [31], nad składem poszczególnych cukrów w cebuli (glukozy, fruktozy, sacharozy oraz 3,4,5, sacharydów) po zbiorze i dosuszaniu pozbiornym i w czasie długiego okresu przechowywania (w 4°C). Autorzy przeprowadzili badania cukrów w poszczególnych łuskach cebuli na odmianie Robusta. Podają oni, że zawartość fruktozy bezpośrednio po zbiorze była najniższa. Znaczny wzrost zawartości fruktozy wystąpił podczas dosuszania pozbiornego średnio o 100%. W styczniu w łuskach 1—5 zaznaczał się wysoki poziom fruktozy, który potem wzrastał nadal.

W szóstej i siódmej łusce zawartość fruktozy wzrastała istotnie od września do maja. W przeciwieństwie do fruktozy zawartość glukozy nie wykazywała tendencji zwykłej. W czasie dosuszania następowało obniżenie jej zawartości. Dosuszanie nie wpłynęło na poziom cukrów redukujących.

Poziom sacharozy w łuskach zewnętrznych w czasie dosuszania jak i przechowywania wykazywał bardzo małe zmiany. Podczas dosuszania wykazano znaczny wzrost zawartości sacharozy w wewnętrznych łuskach i te ilości pozostawały na stałym poziomie poprzez okres przechowywania. Zawarte w zewnętrznych łuskach trójsacharydy podczas dosuszania i jeden okres przechowywania pozostawały na stałym poziomie, później jednak następowało ich obniżenie. Poziom trójsacharydów w wewnętrznych łuskach wzrastał podczas dosuszania, lecz później spadał, 4,5 i wyższe cukry obniżały swą zawartość stopniowo od czasu zbioru aż do końca przechowywania.

Niektórzy z badaczy szukają związków między przechowywaniem się cebuli i zmianami w niej zawartości węglowodanów [22] w celu ustalenia wskaźnika prognozowania przechowywania.

Toul i Pospíšilova [43] stwierdzili, że odmiany cebuli, które dobrze się przechowują, posiadały w okresie pozbiornym wyższą zawartość cukrów ogółem i sacharozy oraz wyższy stosunek cukrów nieredukujących do redukujących.

Także Hanaoka i Ito [17] sugerują, że wysoka zawartość rozpuszczalnych węglowodanów po zbiorze może być wskaźnikiem dobrego przechowywania.

^x — wyniki podano w g/100 g suchego materiału.

wywania. W przeciwieństwie do tego Rutherford i Whittle [32] wykazali na odmianie Robusta, że wysoki poziom fruktozy w 3-ciej łusce cebuli (liczonej od zewnątrz) badanej po zbiorze może być wskaźnikiem przydatności do przechowywania.

Wpływ hydrazydu kwasu maleinowego zastosowanego dla zahamowania wyrastania cebuli w czasie przechowywania na zawartość cukrów w okresie przechowywania badał Gorin [16].

Według tego autora nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości glukozy, fruktozy i sacharozy, a także sumarycznej zawartości tych cukrów w okresie 10-miesięcznego czasu przechowywania w obiektach traktowanych w porównaniu z kontrolą.

Z badań własnych [28] nad cukrami w cebuli traktowanej ethrelem (w celu zmniejszenia wybijania cebuli w szczypior) wynika, że związek ten wpływał istotnie na zwiększoną zawartość fruktozy po zbiorach oraz powodował znaczne obniżenie poziomu cukrów ogółem i oligocukrów.

Zastosowanie promieniowania jonizującego dla przedłużenia okresu składowania cebuli (hamowanie wyrastania szczypioru i korzeni) przez Śmierchalską i innych [41] nie wykazało różnic w zawartości cukrów prostych i ogółem w napromieniowanej cebuli w porównaniu z nienapromieniowaną.

LITERATURA

1. Bacon J. S. D.: *Biochem. J.*, 67, 5P, 1957.
2. Bacon J. S. D.: *Biochem. J.*, 73, 507—514, 1959.
3. Bacon J. S. D.: *Bull. Soc. Chim. Biol.* 42, 1441—1449, 1960.
4. Barrie T., Steer B. T.: *Aust. J. Agric. Res.* 33, 559—563, 1982.
5. Bennet E.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 39, 293—294, 1941.
6. Buut A. M.: *Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen.* 68—10, 29, 1968.
7. Charles Edwards D. A., Res A. R.: *Ann. Bot.* 38, 401—408, 1974.
8. Chroboczek E.: *Cebula PWRiL Warszawa*, 1964.
9. Darbyshire B.: *Jour. Hort. Sci.* 53, 195—201, 1978.
10. Darbyshire B., Henry R. J.: *New Phytol.* 81, 29—34, 1978.
11. Darbyshire B., Henry R. J.: *J. Sci. Food Agric.* 30, 1035—1038, 1979.
12. Doruchowski R. W., Bąkowski J.: *Żywnie człowieka.* 3, 197—197, 1978.
13. Edelman J., Jefford T. G.: *New Phytol.* 67, 517—531, 1968.
14. Elkner K., Bąkowski J., Sypień-Perłowska M.: *Biul. Inst. Warz.* 515—530, 1984.
15. Flam A., Mitiska J.: *Lebensmittelunters. Hyg.* 62, 151—158, 1971.
16. Gorin N.: *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 174, 300—302, 1982.
17. Hanaoka T., Ito K.: *Jour. Hort. Assoc. Japan.* 26, 129—136, 1957.

18. Henry R. J., Darybshire B.: *Plant Sci. Letters*. 14, 155—158, 1979.
19. Hołubowicz T.: *Fizjologia roślin sadowniczych*, pod redakcją J. Jankiewicza, Warszawa PWRiL, 647—690, 1979.
20. Horbowicz M., Czapski J., Bąkowski J.: *Acta Alimentaria Polonica* 30, 4, 227—236, 1980.
21. Jones H. A., Mann L. K.: Leonhard Hill Books, 1963.
22. Kato T.: *Jour. Jap. Soc. Hort. Sci.* 35, 142—151, 1966.
23. Kączowski J.: *Biochemia roślin*. PWN Warszawa, 1980.
24. Lohr E.: *Acta Chem. Scand.* 7, 441, 1980.
25. Lolás G. M., Markakis P.: *Confructa*. 18, 1/2, 37—41, 1973.
26. Mälkki Y., Nikkila O. E., Aalto M.: *Journ. of the Sci. Agr. Soc. of Finland*. 50, 103—124, 1978.
27. Nilsson T.: *Swedish. J. Agric. Res.* 10, 77—88, 1980.
28. Ostrzycka J., Górecki R.: *Acta Agrobot. w druku*.
29. Plant R., Agrawal H. C., and Kapur.: *Flora*. 152, 530, 1962.
30. Perłowska M.: *Praca doktorska — Instytut Warzywnictwa*, 1980.
31. Rutherford P. P., Whittle R.: *Journ. of Hort. Sci.* 57, 3, 349—356, 1982.
32. Rutherford P. P., Whittle R.: *Journ. of Hort. Sci.* 59, 4, 537—543, 1984.
33. Saburow K. W., Antonow M. W.: *Sielekozgiz. Moskwa*. 1951.
34. Scott R. W.: *Ph. D. thesis, University of London*. 1968.
35. Scott R. W., Jefford T. G., Edelman J.: *Biochem. J.* 100, 23P, 1966.
36. Sinha A., Sanyal A. K.: *Current Science, India*, 28, 281, 1959.
37. Smoczkiwiczowa M. A., Lutomski J., Nitschke D.: *Herba Polonica*, 2, 169—188, 1981.
38. Srinivasan M., Bhatia I. S., Satyanarayana M. N.: *Current Science, India*, 22, 208, 1953.
39. Suszka B., Lewak S.: *Spoczynek i kiełkowanie nasion w Fizjologii roślin sadowniczych pod redakcją L. Jankiewicza*. PWRiL Warszawa, 691—744, 1979.
40. Sypień M.: *Nowości warzywnicze*. 8, 43—53, 1977.
41. Śmierzchalska K., i in.: *Symposium Belgrad*. 1—4.X. 1984.
42. Tkačenko F. A., Korzun G. P.: *Westnik Sielskoch. Nauka* 10, 178, 26—28, 1970.
43. Toul V., Pospišilova J.: *Bulletin Vyskumny Ustav Zelinarsky, Olomouc*, 10, 55—62, 1966.
44. Yamaguchi M., i in.: *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 100, 415—19, 1975.
45. Yamaguchi M., Pratt H. K., Morris L. L.: *Proceed. Amer. Soc. Hort. Sci.* 69, 421, 1957.

Materiały nadesłano do Redakcji w marcu 1988 r.