

Czynniki wpływające na zawartość sacharozy w burakach cukrowych i wyniki jej oznaczania

Jakość korzeni buraka cukrowego to zespół cech i właściwości dotyczących zarówno zawartości sacharozy, jak i pozostałych związków, tzw. melasotworów, do których możemy zaliczyć sól, potas, azot N- α -aminokwasowy.

Rozkład sacharozy oraz niecukrów w buraku nie jest równomierny (Zielke 1973).

Wysoki plon

Wartość technologiczna korzeni buraka cukrowego jest tym lepsza, im wyższa jest zawartość sacharozy w buraku, a obecność melasotworów jak najniższa. Dlatego też na wysoką jakość surowca, w tym zawartość sacharozy, mają wpływ: dobór właściwej odmiany buraka cukrowego, optymalne warunki siewu, odpowiednie nawożenie, ochrona buraka przed chorobami, odpowiednie nawodnienie, właściwe zabezpieczenie przym.

Wysoki plon buraka cukrowego o dużej zawartości sacharozy jest celem zarówno plantatorów, jak i producentów cukru z buraka. Istnieje jednak szereg czynników, które negatywnie wpływają na uzyskanie możliwie najwyższej zawartości sacharozy i możemy zaliczyć do nich między innymi: nieodpowiedni dobór odmiany, zbyt krótki czas trwania wegetacji, stany chorobowe, nietypowe warunki pogodowe, przenawożenie azotem, uszkodzenia powstałe podczas zbiorów, nieodpowiednia defoliacja i niewłaściwe przechowywanie.

Decydujący etap – zbiór

Korzenie buraków cukrowych, które trafiają do cukrowni, zawierają liczne zanieczyszczenia – takie jak ziemia, chwasty i li-

ście zmieszane z burakami przechowywanymi w kopcach – mogące powodować psucie się korzeni i straty cukru. Zbiór buraków cukrowych z plantacji jest końcowym, bardzo ważnym i trudnym etapem technologii uprawy buraka cukrowego. Etap ten decyduje o wielkości i jakości plonu. Efektem dobrej techniki zbioru jest zagwarantowanie od momentu zbioru surowca aż do czasu jego przerobu maksymalnego zachowania jakości i masy wygenerowanej w czasie wegetacji.

Dobry zbiór surowca powinien charakteryzować się: prawidłowym ogłowieciem, czyli usunięciem główek i liści; niskim zanieczyszczeniem chwastami i ziemią; niewielkimi uszkodzeniami korzeni; prawidłowym zabezpieczeniem uformowanej przymy zebranego surowca; optymalnym terminem zbioru, cechującym się wysoką zawartością sacharozy; optymalną wartością technologiczną buraka cukrowego. Warunki te były już w latach trzydziestych ubiegłego wieku zbadane i określone między innymi przez Dedekę, Carolana i Smoleńskiego.

Ważnym aspektem zbioru surowca jest usuwanie liści. Ogławianie buraków wykonuje się poniżej najniższej blizny po liściu oraz usuwana jest najniższa część łodygi mieszcząca się między liśćmi a korzeniem, zwana hypokotylem. Gdyby surowiec ogławiano wyżej, mogłoby to wpływać na zwiększenie kosztów produkcji i strat cukru, związanych z usunięciem nadmiaru niecukrów podczas procesu produkcji (Dutton i Huijbregts 2006). Spo-

wodowałoby też wydłużenie czasu trwania kampanii cukrowniczej. W tkankach główki (hypokotyli) zawartość sacharozy jest znacznie niższa niż w korzeniu właściwym, natomiast odwrotnie przedstawia się zawartość niecukrów (Mahn i in. 2002).

Do typowych czynników zewnętrznych mających wpływ na zmiany w chemicznym składzie korzeni buraków cukrowych, w tym także zawartości sacharozy, należą między innymi: warunki, w których komórki tracą co najmniej 25% wody; wzrost temperatury podczas przechowywania buraków w przymach, spowodowany niedostatecznym wietrzeniem i chłodzeniem korzeni; wahania temperatur – gwałtowny spadek temperatury, a następnie jej wzrost, sprzyjające atakowaniu rozmrożonych korzeni przez bakterie wytwarzające śluz.

Oznaczanie sacharozy w burakach cukrowych

Kontrolę procesu produkcji cukru z buraków cukrowych wykonuje się zgodnie ze zbiorem przepisów analitycznych ICUMSA (International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis) obowiązujących w ponad 30 krajach członkowskich, wchodzących w skład tej organizacji. Zawierają one opisane metody analityczne dotyczące metod badawczych buraka cukrowego, cukru surowego, cukru białego, cukrów specjalnych, melasu oraz trzcinicy cukrowej.

W przemyśle cukrowniczym do oznaczania zawartości sacharozy w buraku cukrowym stosuje się dwie metody polarymetryczne: Metodę GS6-3 (1994) – Oznaczanie polaryzacji buraka cukrowego metodą zimnej dygestii wodnej z klarowaniem siarczanem glinu i Metodę GS6-1 (1994) – Oznaczanie polaryzacji buraka cukrowego metodą zimnej dygestii wodnej z klarowaniem octanem ołowiu.

Metody te pozwalają na oznaczanie związków optycznie czynnych, do których należy sacharoza, ponieważ posiada ona zdolność skręcania płaszczyzny światła spolaryzowanego. W metodzie polarymetrycznej identyczną zdolnością skręcalności płaszczyzny polaryzacji światła jak sacharoza, charakteryzuje się obecna w buraku cukrowym rafinoza, która jest także prawoskrętna. Jej skręcalność jest prawie dwa razy większa niż sacharozy, co powoduje, że wyniki oznaczeń polarymetrycznych zawartości sacharozy mogą być obciążone pewnym błędem.

Rafinoza jest trójcukrem złożonym z reszt D-galaktozy, D-glukozy i D-fruktozy. Zawartość rafinozy w burakach może wynosić od 0,01 do 1%. Podczas przerobu buraków w całości przechodzi do melasu i jest zależna od warunków klimatycznych, uprawy, temperatury, czasu i sposobu przechowywania surowca. Duża odporność rafinozy na działanie różnych czynników, a zwłaszcza jej stabilność w środowisku alkalicznym podczas procesów nawapniania, powoduje, że rafinoza przechodzi przez wszystkie stadia produkcji cukru i w stanie niezmienionym gromadzi się w melasie.

Chociaż obecność rafinozy w buraku cukrowym podwyższa oznaczenie zawartości sacharozy metodą polarymetryczną, to metoda ta jest obecnie oficjalnie przyjęta do oznaczania zawartości sacharozy w korzeniu buraka cukrowego.

Porównywanie wyników

Podczas tegorocznej kampanii buraczanej próbowano oznaczać zawartość sacharozy w korzeniu innymi metodami i porównywać wyniki z oznaczeniami oficjalnie przyjętymi i stosowanymi przez cukrownie.

Do oznaczenia zastosowano metodę zgodną z PN-90/A-75101/07. Jest to metoda służąca do oznaczania zawartości

cukrów i ekstraktu bezcukrowego w przetworach owocowych i warzywnych i opiera się na oznaczaniu cukrów bezpośrednio redukujących i ogółem po inwersji metodą Lane-Eynona oraz oznaczaniu ekstraktu bezcukrowego. Polega ona na kwaśnej hydrolizie węglowodanów do cukrów prostych i uwzględnia ich sumę. Podczas takiego badania hydrolizie ulegają wszystkie cukry znajdujące się w analizowanej próbce. W buraku cukrowym oprócz sacharozy mogą występować inne węglowodany, takie jak: galaktoza, rafinoza, inwert i galaktynol, których produkty hydrolizy mogą mieć znaczący wpływ na wynik przeprowadzonej analizy [Dobrzycki 1984]. Burak cukrowy zawiera także w swym składzie celulozę oraz hemicelulozy w ilości około 2,3%, które również w wyniku procesu kwaśnej hydrolizy ulegają rozkładowi do cukrów prostych (glukozy), zawyżając wynik badania.

Podobne efekty uzyskujemy przeprowadzając badania metodą PN-85/A-82100 pkt. 2.5 – Oznaczanie zawartości cukrów metodą Luffa-Schoorla, która jest metodą miareczkową, polegającą na oznaczaniu cukrów redukujących na podstawie ilości zużycia roztworu tiosiarczanu sodowego do odmiareczkowania jodu, odpowiadającego miedzi zredukowanej przez cukry zawarte w danej próbce.

Opisane powyżej metody nie mogą jednoznacznie wskazywać na oznaczenie tylko zawartości sacharozy w buraku cukrowym. Analizując metodykę powyższych badań, można dostrzec znaczne różnice, zarówno w przygotowaniu próby, jak również sposobie wykonania badania (brak reprezentatywności próby, różny sposób przygotowania próby, aparatura pomiarowa, warunki prowadzenia pomiaru, zastosowane odczynniki, w tym przede wszystkim różne odczynniki klarujące). Wyklucza to możliwość porównania wyników, tym bardziej, że nie zostały wykonane z tej samej próby miazgi buraczanej.

Wykonano także pomiar zawartości sacharozy w buraku metodą chromatografii cieczowej z detekcją ELSD. Należy w tym miejscu podkreślić, że jest to metoda dedykowana przede wszystkim do oznaczania zawartości cukrów i alkoholi cukrowych w żywności, tj. w produktach przeznaczonych bezpośrednio do spo-

życia, a nie w surowcu naturalnym, czy półprodukcie, gdzie sacharozie towarzyszy dodatkowo wiele innych związków z grupy zarówno cukrów, jak i tzw. niecukrów. Generuje to potrzebę odpowiedniego reprezentatywnego i porównawczego przygotowania materiału do badania, żeby otrzymany wynik porównać z wynikiem zawartości sacharozy w miazdze z buraka, wykonanej metodą polarymetryczną, tj. metodą GS6-3 (1994) - Oznaczanie polaryzacji buraka cukrowego metodą zimnej dygestii wodnej z klarowaniem siarczanem glinu (uwzględnionej w zbiorze przepisów ICUMSA). W omawianym przypadku zastosowano do klarowania roztworów sacharozy płyny Carreza I i II, dygestię na gorąco, mało reprezentatywną próbkę (miazgę tylko z maksymalnie 3 korzeni buraków), gdzie laboratorium referencyjne stosowało do klarowania roztwór siarczanu glinu, dygestię na zimno, odpowiednio rozdrobioną miazgę z reprezentatywnej, minimum 15 kg próby buraka.

Stosowanie różnych procedur analitycznych może powodować istotne różnice w uzyskiwanych wynikach zawartości sacharozy w buraku cukrowym, co wiąże się między innymi:

- z brakiem reprezentatywnej próby materiału badawczego (powinno się pobierać średnio 30-50 sztuk korzeni buraków z różnych miejsc przemy – części okrytej, nieokrytej, narażonej na działanie podwyższonej lub obniżonej temperatury otoczenia, uszkodzonej i nieuszkodzonej tkanki itp. – czy samochodu transportującego buraki z pola do cukrowni);
- z odmiennym sposobem przygotowania prób do analizy, tj. dygestia na zimno lub na gorąco;
- z zastosowaniem odmiennych środków klarujących, tj. płynów Carreza I i II lub siarczanu glinu;
- z zastosowania różnego czasu ekstrakcji sacharozy z tkanki buraczanej.

Z powyższego wynika, że aby była możliwość porównywania zawartości sacharozy w buraku na podstawie wyników z międzylaboratoryjnych badań porównawczych, konieczne jest doprecyzowanie procedury badawczej – głównie reprezentatywności próby badawczej, sposobu jej przygotowania, tj. rozdrobienia i zastosowania jednakowego środka kla-

rującego oraz temperatury i czasu ekstrakcji sacharozy z miazgi. Porównanie wyników badań może nastąpić w momencie, gdy analizę prowadzimy także na takim samym materiale badawczym. W przypadku porównania oznaczania zawartości sacharozy w buraku cukrowym różnymi metodami badana próba powinna być wykonana z tej samej miazgi buraczanej.

Podsumowując, w sytuacjach spornych metoda ICUMSA GS6-3 (1994) lub GS6-1 (1994) powinna być traktowana jako metoda referencyjna do oznaczania polaryzacji w miazdze buraka cukrowego, zgodnie z przepisami zalecanymi przez światowe organizacje, takie jak ICUMSA –

bezpośrednio związane z przemysłem cukrowniczym. Należy również pamiętać, że precyzja wyników w analizach buraków o zawartości cukru zbliżonej do 18,7% zakłada bezwzględną różnicę między dwoma wynikami w warunkach powtarzalności nie większą niż 0,15%. W warunkach odtwarzalności ta różnica nie powinna przekraczać 0,4%. W analizach buraków o zawartości sacharozy zbliżonej do 16,8% bezwzględna różnica między dwoma wynikami w warunkach powtarzalności nie powinna przekraczać wartości 0,3%. W warunkach odtwarzalności ta różnica nie powinna być większa niż 0,5%.

Mając na uwadze zarówno dobro plantatorów, jak i cukrowni prowadzone są rozmowy z Zakładem Cukrownictwa Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. Wacława Dąbrowskiego w Warszawie dotyczące rozszerzenia akredytacji i zgłoszenie Metody GS6-3 (1994) – Oznaczanie polaryzacji buraka cukrowego metodą zimnej dygestii wodnej z klarowaniem siarczanem glinu, jako akredytowanej metody oznaczania zawartości sacharozy w buraku cukrowym. ◀

dr hab. inż. Andrzej Baryga

Instytut Biotechnologii Przemysłu
Rolno-Spożywczego
im. Wacława Dąbrowskiego
w Warszawie

Literatura:

Dobrzycki J. 1984. Chemiczne podstawy technologii cukru. WNT, Warszawa,

Dutton J., Huijbregts T. 2006. Root quality and processing. W: Draycott A.P., Sugar Beet. Blackwell Publishing Ltd: 409-422,

Mahn, K., Hoffmann C., Märlander B. 2002. Distribution of quality components in different morphological sections of sugar beet. European Journal of Agronomy 17, 29–39,

Norma PKN - PN-90/A-75101/07. Przetwory owocowe i warzywne, Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości cukrów i ekstraktu bezcukrowego. Metoda oznaczania zawartości cukrów i ekstraktu bezcukrowego w przetworach owocowych i warzywnych,

Norma PKN - PN-85/A-82100. Wyroby garmazeryjne, Metody badań chemicznych, pkt. 2.5 – Oznaczanie zawartości cukrów metodą Luffa-Schoorla,

Zbiór Przepisów Analitycznych ICUMSA 2013. Metoda GS6-3(1994) - Oznaczanie polaryzacji buraka cukrowego metodą zimnej dygestii wodnej z klarowaniem siarczanem glinu, Wydawnictwo Bartens 2014.,

Zbiór Przepisów Analitycznych ICUMSA 2013. Metoda GS6-1 (1994) – Oznaczanie polaryzacji buraka cukrowego metodą zimnej dygestii wodnej z klarowaniem octanem ołowiu, Wydawnictwo Bartens 2014r.,

Zielke, R.C. 1973. Yield, quality and sucrose recovery from sugar beet root and crown. Journal of the American Society of Sugar Beet Technologists 17, 332–344.