

## DEVELOPMENT OF THE SUGAR-BEET ROOTS TECHNOLOGICAL QUALITIES ASSESSMENT SYSTEM

D. Islamgulov, Candidate of Agricultural Science, Associate Professor  
 A. Bakirova, Student  
 A. Checheneva, Student  
 R. Enikiev, Student  
 V. Aleskerova, Student  
 R. Hismatyllina, Student  
 Bashkir State Agrarian University, Russia

Various formulas are used for the assessment of the beet quality. Development of the sugar-beet roots qualities assessment system is studied in the article.

**Keywords:** sugar-beet, saccharinity, technological qualities, crop yield, molasses-forming substances, losses of sugar in molasses.

Conference participants, National championship in scientific analytics

## РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Исламгулов Д.Р.  
 канд. с.-х. наук, доцент  
 Бакирова А.У., студент  
 Чеченева А.А., студент  
 Еникиев Р.И., студент  
 Алескерова В.А., студент  
 Хисматуллина Р.Р., студент  
 Башкирский государственный аграрный университет, Россия

Для оценки качества свеклы используют различные формулы. В статье рассматривается развитие системы оценки качества корнеплодов сахарной свеклы.

**Ключевые слова:** сахарная свекла, сахаристость, технологические качества, урожайность, мелассообразующие вещества, потери сахара в мелассе.

Участники конференции, Национального первенства по научной аналитике

Технологическое качество сахарной свеклы, ориентированное на рентабельное производство сахара, зависит не только от ее сахаристости, но и от других определяющих качество признаков, которые в различной мере отражаются на промышленной переработке свеклы на сахарных заводах [4].

Трудность при оценке качества сахарной свеклы заключается главным образом в том, что в настоящее время еще не удается аналитически определить все признаки, характеризующие качество, и правильно оценивать их влияние на важнейший критерий – выход сахара.

Поэтому вместо стандартного критерия для характеристики качества свеклы используют различные формулы качества. Следовательно, прогнозирование важнейших показателей на основе анализа свеклы представляется вполне оправданным. В связи с этим в Европе в 1974 г. было официально введено понятие «содержание экстрагируемого сахара» как критерий качества свеклы. Содержание экстрагируемого сахара служит показателем относительного качества свеклы перед ее заводской переработкой, поэтому он не должен и не может заменять расчеты выхода сахара на некоторых заводах [3].

Ниже приведены обобщенные работы многочисленных авторов. Этот материал следует рассматривать, как попытку выразить комплексное понятие «качество свеклы».

1803 г.

Ахард признает, что в отношении производства сахара целью свекловодства должно быть не «получение большого количества свеклы, ... а возделывание такой свеклы, ... которая содержит сахар в возможно более концентрированном чистом виде», так как различные разновидности содержат «сахар ... в очень разном количестве и в самом разнообразном соотношении с другими компонентами, осложняющими производство сахара» (сахар/несахара).

1857 г.

Валькхофф выражает сожаление по поводу отсутствия данных о влиянии «солей ... на количество полученного фабриката».

1860 г.

Монье вводит во Франции коэффициент зольности (доля золы на 100 частей сахара) для расчета чистого выхода сахара-сырца.

1862 г.

Раббетге и Гизеке в Клейнванцлебене (сегодня KWS, Айнбек) вводят поляриметр для определения сахаристости при селекции свеклы.

1864 г.

Штаммер предлагает коэффициент ZG-чистота прессованного сока/100 (показатель Штаммера) для оценки качества свеклы.

1866 г.

Зостманн в Германии вводит «коэффициенты зольности».

1867 г.

Валькхофф признает, что для более точного определения качества свеклы нужна «полная оценка ее химического состава».

1871 г.

Шейблер предлагает рассчитывать выход сахара не по коэффициентам зольности, а путем умножения показателя органических несахаров на 4.

1881 г.

Липпманн доказывает в опыте с рафинированием, что «формулы расчета выхода очищенного сахара, пригодной для всех случаев, не существует».

1888 г.

Герцфельд устанавливает влияние «среднего азота», т.е. суммарного азота (азот белка+амидный+аммиачный), на качество свеклы. В 1892 г. Он упраздняет для Германии коэффициент зольности для расчета чистого выхода сахара и рекомендует вместо этого умножать общий NZ на 2. По его мнению, таким образом можно добиться более правильной оценки количества сахара, но подобный «суммарный способ», не вполне научно обоснованный, является проблематичным [2].

1895/96 г.

Установив, что наряду с сахаристостью свеклы следует брать в расчет вероятный выход сахара, Курин ставит проблему оценки свеклы на правильную основу и тем самым подхватывает идею, ранее высказанную Дубрунфо (1867). Он требует «про-

водить оценку качества свеклы по ее сахаристости, а оплату – по качеству свеклы и стоимости сахара».

1904 г.

Андрилик вводит понятие «вредная зола». Он использует вредный азот для предварительного расчета количества мелассы и чистоты густого сока, так как в соответствии с его исследованиями на 1 часть вредного азота в свекле приходится 25-27 частей сахара в мелассе (показатель Андрилика). Согласно Андрилику, «количество вредной золы и вредного азота наряду с содержанием сахара – это надежные отправные точки при оценке качества свеклы для производства сахара».

1914 г.

Воризек пишет первую обзорную статью о качестве свеклы «Химические факторы ценности свеклы».

1926 г.

Дедек и Терехов устанавливают, что в «технической мелассе сахароза и ионы натрия и калия находятся в эквивалентных концентрациях».

1928 г.

Клаассен в Германии рассчитывает для местной мелассы показатели Андрилика и факторы зольности, которые варьируют в пределах 88-136 и 73-12в1 % соответственно по сравнению с принятыми значениями 25 и 5. Он приходит к выводу, что «в настоящее время не существует метода, который позволил бы определить пригодность свеклы к переработке или предположительное количество образующейся мелассы».

1932 г.

Дедек и Иванченко относят азот и золу к важнейшим представителям растворимых несахаров в свекле, которые пригодны для оценки качества свеклы в пересчете на 100 г сахара.

1933/34 г.

Шпенглер, Бёттгер и Линднер на основании своих опытов называют вредный азот в пересчете на 100 г сахара самым надежным критерием оценки пригодности свеклы к переработке.

1936 г.

Вондрак оценивает щелочность сока по содержанию щелочи и амида в свекле.

1939 г.

Клаассен неоднократно доказывает на мелассе, полученной в Германии в сезоны 1924-1935 гг., что в среднем по годам показатели азота и золы довольно хорошо согласуются с величинами, установленными Андриликом (26,15 и 4,95), однако в отдельных случаях подвержены значительным колебаниям (от 21,5 до 34,0 и 3,18 – 6,56 соответственно). По его мнению «ни вредный азот, ни вредные соли (свеклы), ... ни тем более отдельные компоненты несахаров ... не могут служить основой для определения ее ценности».

Клаассен считает, что для расчета сахара мелассы имеет значение только чистота жидких или густых соков и на этой основе возможны массовые исследования «при условии наличия необходимых приборов и разработки соответствующих методов анализа».

Шпенглер, Бёттгер и Витте пытаются определить технологическую ценность свеклы с помощью повторной переработки в лабораторных масштабах.

1943 г.

Виклунд подтверждает открытие Дедека, сделанное в 1927 г. на полученной в Швеции мелассе. По усредненным данным 19 заходов за 1935 – 1937 гг. (n=49) он устанавливает, что ммоль сахарозы/мэкв (K+Na) равен  $1,19 \pm 0,07$ ; для выхода золы он определяет величину  $> 5,13 \pm 0,25$  (n=51) [1].

1946 г.

Виклунд находит в нормальной мелассе линейную зависимость между числом насыщения и соотношением несахарозы и воды (НС/В):  $y_{\text{насыщ}} = a_0 + a_1 \cdot q_{\text{НС/В}}$ . Связь в целом не зависит от температуры и для НС/В имеет среднюю величину  $> 1,5$ .

В дальнейшем Вагнеровски и др. используют уравнение для экспресс-метода определения степени обессахаривания мелассы (так называемый «польский тест»), а Вавринец расширяет его значимость для НС/В  $< 1,5$ , введя экспонентный член уравнения.

1949 г.

Виклунд рассчитывает сахар мелассы по содержанию щелочи в свекле (водный экстракт) следующим образом:  $Z_m(R) = 1,19 \cdot 0,342 \cdot (K+Na)$ . Для щелоч-

ности густых соков он получает довольно тесную корреляцию с коэффициентом  $K+Na/N_{\text{вредн}}$ , считая его «единственным свойством свеклы, которое оказывает ощутимое влияние на щелочность густого сока».

Каролан в Ирландии находит, что в мелассе с высоким содержанием кальция отношение ммоль сахарозы/мг  $At(K+Na+Ca) = 1,1 \text{ const.}$

1954 г.

Для сравнения как имеющихся в продаже сортов сахарной свеклы, так и различных способов удобрения и обработки с точки зрения их влияния на качество Людеке сводит показатели выхода золы и азота в формуле «содержание экстрагируемого сахара»:  $BZG = ZG - (5 \cdot \text{зола} + 25 \cdot N_{\text{вредн}})$ . Для определения вредного азота (точнее аминного, или  $N_{\text{ам}}$ ) применяется метод Станека и Павласа.

Драховска и Сандера вводят так называемый MW фактор (количество мелассы на 100 кг белого сахара) для оценки качества свеклы в ЧССР:  $MW = M \cdot 100/W$ ;  $M = 8 \cdot \text{зола}$ ;

$W = ZG = 1,4 - 4 \cdot \text{зола}$ . В 1958 г. формула модифицируется Зоммером и вводится в ГДР для оценки качества свеклы [4].

Браун и Зерро разрабатывают лабораторный экспресс-метод для получения очищенных соков из отдельных растений свеклы (оксалоновая кислота вместо  $CO_2$ ).

1955 г.

Силин рассчитывает ожидаемый выход сахара по содержанию сахара и несахаров в свекле с помощью фактора мелассобразования, который коррелирует с содержанием натрия и калия в свекле.

1959 г.

Роман и Сегал пытаются определить технологическую ценность свеклы в отношении выхода продукции путем насыщения очищенных соков (из свеклы, предназначенной для исследования) сахарозой.

Крюгер определяет эффективную щелочность соков свеклы по Бринхель – Мюллеру и Брюнихе – Ольсену, разработав метод очистки с применением извести и фосфорной кислоты.

1961 г.

11-е заседание CITS (Международная техническая комиссия по сахару) проходит по теме «Технологическая ценность сахарной свеклы».

Каррузерс и Олдфилд представляют лабораторный способ очистки сока (фосфатирование, см. выше) и критерии для определения качества свеклы (чистота сока и величина загрязнения  $=2,5K+3,5Na+10N_{ам} + \text{бетаин}$ , мг/100г сахара).

Шнайдер, Эммерих, Рейнефельд, Вальтер и Кельм предлагают формулу предварительного расчета чистоты мелассы (коэффициент поляризации) по содержанию щелочной соли и остаточных несугаров в густом соке.

1963 г.

Вуков и Барани используют для расчета сахара в мелассе наряду с золой инвертный сахар свеклы:  $Z_m = 0,65 \cdot \text{зола} + 1,71 \cdot \text{инв.} + 1,7$ .

Андерсен и Смед предлагают формулу предварительного расчета эффективности щелочности очищенных соков:  $EA = 0,58 \cdot (K+Na - N_{ам}) - 6,8$ , мгэкв/100 г сахара.

1967 г.

Хелемский публикует первую монографию «Технологические свойства сахарной свеклы» (Москва, 1967, т. I; 1973, т. II).

Декстер, Фракес и Снайдер рассчитывают вероятный выход сахара с помощью показателя чистота очищенного сахара (выход сахара на тонну) и используют эту величину как основу для консультаций и расчетов со свекловодами в США.

1969 г.

Ввод в эксплуатацию первой автоматизированной лаборатории системы Veneta на сахарном заводе Тулльн (Австрия) для изучения качества сахарной свеклы.

1971 г.

Винингер и Кубадинов на основе данных Дедека и Виклунда разрабатывают концепцию качества, в соответствии с которой в условиях производства сахара мелассы можно рассчитать по формуле  $Z_m = 0,349 \cdot (K+Na)$ , % к свекле, если натуральная щелочность достаточна, или по формуле  $Z_m = 0,628 \cdot N_{ам}$ . В качестве критерия щелочности авторы применяют коэффициент щелочности  $AK = K+Na/N_{ам}$ , который при pH гу-

стого сока  $\geq 8,5$  и содержания инвертного сахара в свекле  $0,35 - 0,75\%$  на 100 г сахара должен составлять  $\geq 1,8$ . Это предложение находит широкое распространение благодаря вводу автоматизированных лабораторий [3].

С 1972 г.

Начало систематической селекции сахарной свеклы на качество.

1974 г.

Рейнефельд, Эммерих, Баумгартен, Виннер и Бейс ставят на новую основу расчета содержания экстрагируемого сахара по Людке:  $BZG = ZG - [0,343 \cdot (K+Na) + 0,094 \cdot N_{ам} + 0,29]$ , % к свекле. Формула признается в качестве официального критерия качества сахарной свеклы в ФРГ [2].

1976 г.

Девиллер, Детавернье, Гори, Лойлье и Роже еще раз проверяют различные критерии качества на семи французских сахарных заводах в течение четырех сезонов и, используя формулы  $Z_m(R) = 0,124 \cdot K + 0,117 \cdot Na + 0,408 \cdot N_{ам}$  для  $AK > 2,1$  или  $Z_m(R) = 0,07 \cdot K + 0,654 \cdot N_{ам}$  для  $AK < 2,1$ , получают данные, соответствующие производственным результатам. Для сахарных заводов с установками «Квентин» предложены уравнения оценки сахара мелассы.

1977 г.

Кригер в Венгрии находит новое уравнение для расчета сахара в мелассе:  $Z_m = 0,093 \cdot K + 0,266 \cdot Na + 1,78$ , которое заменяет уравнение Вукова и Барани.

1978 г.

В ФРГ и Австрии введены премии за качество сахарной свеклы.

1979 г.

Расчет сахара в мелассе на основе анализов свеклы с учетом содержания инвертного сахара, разработанный Акиаром, Кагатаи, Кайимолу, Обзеком и Титицемв Турции:  $Z_m = 0,01967 + 0,15428 \cdot (K+Na) + 0,22246 \cdot N_{ам} + 0,93091 \cdot \text{Inv.}$

1996 г.

В Европе введена и используется в настоящее время новая, так называемая Брауншвейгская, формула для вычисления потерь при переработке, разработанная Буххолцем, Марлендером, Пуке, Глаттковским и Тиелеке. В ней при расчете очищенного содержания сахара (ОСС)

большое значение уделяется вредному азоту и повышению качества при оплате за свеклу:

$OCC = \text{Содержание сахара} - [0,12 \cdot x(K+Na) + 0,24 \cdot x \alpha - \text{амино-азот} + 1,08]$ .

Если по старой формуле K и Na учитывались на 78 %, а  $\alpha$ -амино-азот только на 22 %, то, в соответствии с технологическим прогрессом на сахарных заводах и успехами при селекции сахарной свеклы на качество, по новой формуле содержание калия и натрия учитывают на 33 %, а  $\alpha$ -амино-азот на 67 %. Так как в коэффициенте 1,08 в новой формуле входят и стандартные (средние) потери на сахарных заводах в размере 0,6, не зависящие от производителей сахарной свеклы, то ввели дополнительно показатель «стандартные потери сахара при образовании мелассы» (СПМ):

$СПМ = 0,12 \cdot (K+Na) + 0,24 \cdot x \alpha - \text{амино-азот} + 0,48$  [4].

В настоящее время в большинстве стран Европы качество корнеплодов сахарной свеклы рассчитывается по этой формуле.

## References:

1. Ольтманн, В. Селекция сахарной свеклы на улучшение качественных признаков [Текст] : учебник / В. Ольтманн, М. Бурба, Г. Больц; под ред. В.А. Петрова; пер. с нем. Т.В. Тришиной. – М. : Агропромиздат, 1986. – 175 с.
2. Шпаар, Д. Сахарная свекла. (Выращивание, уборка, хранение) [Текст] : учебник / Д. Шпаар [и др.]; под ред. Д. Шпаара – Изд. 5-е – М.: ИД ООО «DLV Агродело», 2006. – 315 с.
3. Buchholz, K. Neubewerbung des technischen Wertes von Zuckerrüben. [Text] / K. Buchholz, B. Märländer, H. Puke, H. Glatkowski, K. Thielecke // Zuckerind. № 2. – 1995 – p. 113-121.
4. Draycott, P. Sugar Beet [Text] / P. Draycott – UK: Blackwell Publishing, 2006. – 474