



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра почвоведения, агрохимии
и точного земледелия

Б1.В.ДВ.04.01 СВЕКЛОВОДСТВО

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам по темам

**«Определение содержания сухих веществ в корнеплодах сахарной
свеклы», «Определение содержания сахаров в корнеплодах са-
харной свеклы и расчет показателей технологических качеств»**

для студентов направления подготовки 35.03.04 Агрономия
квалификация - бакалавр

УДК 378.147:633

ББК 74.58:41

У 54

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета агротехнологий и лесного хозяйства 28 марта 2019 г. (протокол № 7).

Составитель: Исламгулов Д.Р., д. с.-х. н., заведующий кафедрой почвоведения, агрохимии и точного земледелия.

Ответственный за выпуск: Исламгулов Д.Р., д. с.-х. н., заведующий кафедрой почвоведения, агрохимии и точного земледелия.

Тема 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СУХИХ ВЕЩЕСТВ В КОРНЕПЛОДАХ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Цель занятий – овладеть знаниями о химическом составе корнеплода сахарной свеклы и методикой определения содержания сухих веществ в корнеплодах.

Задания:

1. Изучить основные показатели химического состава корнеплодов сахарной свеклы.
2. Изучить методику и определить содержание в корнеплодах общих сухих веществ методом высушивания.
3. Определить содержание растворимых сухих веществ в корнеплодах рефрактометром.

Материалы и оборудование: средние пробы корнеплодов, посуда для мезги, сегментные терки, бюксы металлические, весы ВЛТК-500, ложечки металлические, марля, стаканчики, стеклянные палочки, шкаф сушильный, полевой рефрактометр и стационарный рефрактометр УРЛ.

Пояснение к заданию

1.1 Химический состав корнеплодов

Основным показателем эффективности свеклосахарного производства является выход сахара. Последнее зависит от содержания сахаров в сухом веществе и потери его при хранении и переработке. Потери сахара при переработке свеклы связаны с технологическими качествами корнеплодов. Особенно потери сахара при хранении зависят от содержания сухого вещества.

Технологические качества сахарной свеклы – это комплекс ее биологических, химических и физических свойств, определяющих протекание технологических процессов в конечном итоге выход сахара от массы переработанной свеклы.

Технологические качества сахарной свеклы зависят от ее химического состава и физико-химических свойств.

Корнеплоды свеклы с нормальными технологическими качествами характеризуется следующими физическими свойствами:

- 1) полная технологическая зрелость;
- 2) нормальный тургор без признаков увядания;

- 3) отсутствие подмороженности, загнивания и поражения болезнями;
- 4) отсутствие цветущности и легкая изрезываемость в стружку;
- 5) удовлетворительная очистка от земли, остатков ботвы и других примесей;
- 6) минимальное количество повреждений.

В зависимости от условий произрастания и сортовых особенностей в корнеплоде могут быть различные сочетания отдельных компонентов сухого вещества. Избыточное накопление растворимых и нерастворимых несахаров по-разному влияет на переработку свеклы.

Ко времени технической спелости сахарная свекла содержит в среднем 75% воды и 25% сухих веществ, из которых 17,5% приходится на долю сахарозы, а 7,5% составляют нерастворимые и растворимые несахара (мякоть) (рисунок 1). Нерастворимые несахара (около 5% общего количества несахаров) состоят из клетчатки (1,2%), целлюлозы (1,1%) пектиновых веществ (2,4%), белков и золы (около 0,3%). К растворимым несахарам (2,5%) относятся фруктоза, глюкоза и другие безазотистые вещества (0,8%), азотистые вещества (1,1%) и зола (0,6%).



Рисунок 1 Химический состав корнеплодов

Основную массу сухих веществ составляет сахароза. На выход сахара на заводе влияют содержание и состав несахаров. Почти половину мякоти составляют **пектиновые вещества**. Различают три группы пектиновых веществ: протопектин, пектин и пектиновую кислоту.

В молодых и пораженных микроорганизмами корнеплодах пектиновые вещества находятся в растворимой форме. Содержание растворимых пектиновых веществ в сахарной свекле крайне нежелательно, так как они снижают выход сахара.

В корнеплодах вызревших растений более 90% пектиновых веществ представлено нерастворимыми в воде формами. Нерастворимые пектиновые вещества играют основную роль для создания упругой, плотной консистенции корнеплода и в устойчивости в процессе хранения.

Содержание **клетчатки** в свекле составляет около 1,2% массы корнеплода. В цветущих корнеплодах количество клетчатки резко повышается, что ухудшает качество корнеплодов. Такие корнеплоды плохо перерабатываются, при этом получается грубая стружка, из которой сахар трудно извлекается.

Из других углеводов корнеплоды содержат **гемицеллюлозу** (1,1%), **пентозаны** и незначительное количество крахмала (0,006-0,1%). Из нерастворимых несахаров 0,3% составляют нерастворимые **белки, сапонины, зола** и другие вещества.

Сапонины – это глюкозиды, отличающиеся способностью пениться. Считают, что процессы образования сапонины и сахара взаимосвязаны. Так, содержание сапонины в корнеплодах сортов сахаристого направления больше, чем у сортов урожайного направления.

Из органических растворимых несахаров особое значение имеют азотистые вещества (1,1%). У сахарной свеклы выделяют так называемый «вредный азот». К вредным относится азот аминокислот, бетаина, пуриновых оснований и нитратов, которые переходят из свеклы в диффузионный сок, не удаляются из него в процессе дефекации-сатурации и переходят в патоку. Около 90% вредного азота переходит в кормовую патоку.

Основное количество растворимых безазотистых несахаров составляют органические кислоты (яблочная, щавелевая, виноградная и др.). При повышенном содержании органических кислот ухудшаются технологические качества свеклы – затрудняется кристаллизация са-

хара. Незрелая свекла и особенно пораженная болезнями содержит больше органических кислот.

На технологический процесс переработки свеклы сильное влияние оказывает содержание **инвертного сахара**, который является смесью двух моносахаридов – **глюкозы и фруктозы**. Увеличение содержания инвертного сахара снижает выход сахара в производстве. Повышению содержания инвертного сахара способствуют неблагоприятные погодные условия, нарушение технологии возделывания и особенно поражение корнеплодов болезнями.

Из минеральных веществ в корнеплодах содержатся К, Na, P, Ca, Mg и другие зольные элементы.

Технологические качества сахарной свеклы оценивают двумя способами: 1) прямым, когда качество сахарной свеклы определяется при переработке проб на лабораторной установке «сахарный завод на столе», с ведением технологического процесса идентично заводской переработке; 2) косвенным экспресс-методом – по сахаристости свеклы.

1.2 Определение содержания сухих веществ в корнеплодах

Методика выполнения задания

Из анализируемой партии отбирают среднюю пробу из наиболее характерных по форме и размерам 26 корнеплодов. При помощи сегментной терки получают мезгу (кашицу) так, чтобы она содержала все части корнеплода. Мезгу тщательно перемешивают и анализируют в соответствии с нижеизложенными методиками.

Определение содержания сухих веществ в корнеплодах проводят прямым методом – высушиванием в сушильном шкафу и косвенным – при помощи ареометра, рефрактометра и других приборов. В первом случае находят содержание всех сухих веществ, во втором – только водорастворимых.

Определение содержания сухих веществ в корнеплодах ареометром проводят путем определения глубины погружения прибора в жидкостях с неодинаковым удельным весом.

Определение содержания сухих веществ в корнеплодах проводят также сахариметром – который действует на основе ареометра и шкалы его показывают содержание сухого вещества в соке в процентах.

Определение сухих веществ рефрактометром основано на зависимости, существующей между показателями преломления луча и концентрацией раствора.

Определение содержания в корнеплодах сухих веществ методом высушивания. Этот метод является более точным. В предварительно взвешенные металлические бюксы берутся две навески массой по 5 г. Бюксы с мезгой взвешивают с точностью до 0,001 г и ставят с открытыми крышками в сушильный шкаф. Высушивают их при температуре 105°C в течение 6 ч. После этого бюксы переносят в эксикатор, охлаждают, а затем взвешивают.

Содержание общих сухих веществ определяется по формуле:

$$P = \frac{M_1}{M} \cdot 100,$$

где P – содержание общих сухих веществ, %;

M₁ – масса навески после высушивания, г;

M – масса сырой навески, г.

Полученные данные записывают в таблицу 1.

Таблица 1 Содержание общих сухих веществ в корнеплодах

№ п.п.	Вариант	№ навески	№ бюксов	Брутто до высушивания, г	Тара, г	Масса сырой навески, г	Брутто после высушивания, г	Масса сухой навески, г	Содержание сухих веществ, %	Среднее содержание сухих веществ, %

Определение содержания растворимых сухих веществ рефрактометром основано на зависимости, существующей между показателями преломления луча света в исследуемом веществе и концентрацией раствора. Полевой рефлектотметр применяется для быстрого определения сухих веществ в соке корня в полевых условиях.

При помощи щупа берут пробу с корня, направляя его от верхней боковой части под углом в 35-40° к корню, укладывают кусочки взятой пробы в прессе и выжимают сок прямо на измерительную

призму рефрактометра (рисунок 2). Показание рефрактометра указывает процент сухих веществ в соке. Проверка производится дистиллированной водой при температуре 20°. В этом случае граница светлой и темной частей поля зрения проходит через нулевое деление шкалы.

В лабораториях обычно используют универсальный рефрактометр. Для определения содержания растворимых сухих веществ из приготовленной мезги через двойной слой марли отжимают в стаканчик сок. Затем на плоскость измерительной призмы наносят 1-2 капли сока и закрывают верхнюю камеру. Луч света направляют в окно верхней камеры. Перемещением рукоятки с окуляром вдоль шкалы вводят в поле зрения границу светотени. Резкость границы светотени, штрихов, шкалы и перекрестия сетки по глазу наблюдателя устанавливают вращением гайки окуляра. После совмещения границы светотени с пересечением сетки производят отсчет по шкале процента сухих веществ.

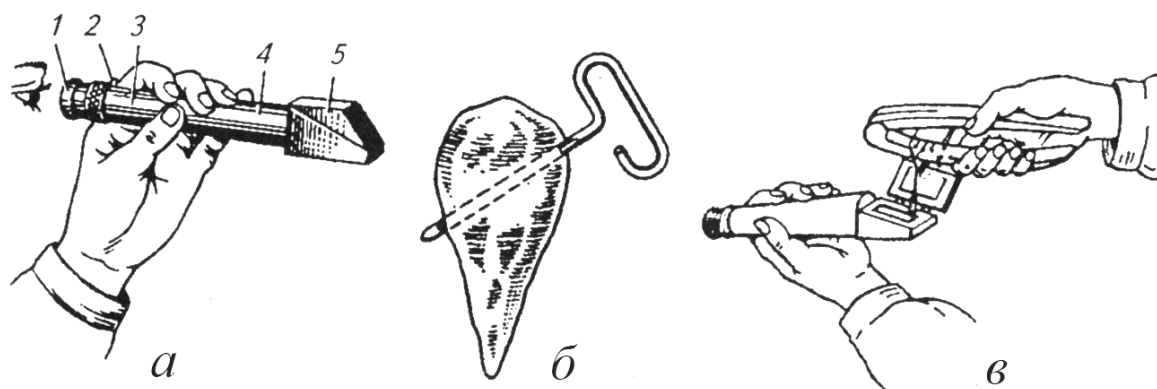


Рисунок 2 Определение содержания растворимых сухих веществ рефрактометром:

- а) полевой рефрактометр: 1 – окуляр; 2 – регулировочный винт; 3, 4 – трубки разного диаметра; 5 – камера с двумя призмами;
б) взятие пробы щупом; в) отжимание сока прессиком

Измерение производят три раза. Среднее арифметическое трех отсчетов записывают в таблицу 2. Измерение можно производить при температуре от +10°С до +30°С с учетом поправки на температуру.

Таблица 2 Содержание сухих веществ в корнеплодах

Часть корнеплода	Значение, %
Головка	
Шейка	
Собственно корень	
Среднее	

Вопросы для самостоятельной работы

1. Основные показатели содержания химических веществ и соединений в корнеплодах сахарной свеклы.
2. Значение содержания сухих веществ в корнеплодах при переработке и хранении.
3. Методика определения содержания общих сухих веществ в корнеплодах.
4. Методика определения содержания в корнеплодах растворимых сухих веществ рефрактометром.

Тема 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ САХАРОВ В КОРНЕПЛОДАХ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ И РАСЧЕТ ПОКА- ЗАТЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ

Цель занятий – овладеть методами определения содержания сахарозы в корнеплодах сахарной свеклы и расчета показателей технологических качеств.

Задания:

1. Изучить методы определения сахара в корнеплодах.
2. Изучить устройство сахариметра-поляриметра и методику определения сахара в корнеплодах.
3. Определить содержание сахара в корнеплодах косвенным и поляриметрическим методом.
4. Рассчитать показатели технологических качеств корнеплодов сахарной свеклы.

Приборы, материалы и реактивы: поляриметр-сахариметр, средние пробы корнеплодов сахарной свеклы, весы ВЛТК-500, терка, пипетка, стаканы химические, воронки, фильтры, скальпель, стеклянные палочки, листки пергаменты или кальки, маточный раствор уксуснокислого свинца, раствор сахарозы для проверки поляриметра.

Пояснение к заданию и методика выполнения

Содержание сахара в корнеплодах определяют двумя методами. Косвенным методом сахаристость корнеплодов устанавливается путем вычисления на основе результатов определения содержания сухих веществ. Этот метод основан на том, что содержание сахаров в сухом веществе сока величина относительно постоянная. Однако по содержанию сухих веществ устанавливают только примерное содержание сахара в соке, это используется для быстрого анализа в полевых условиях перед уборкой урожая. Для этого показания рефрактометра умножают на коэффициент (0,82-0,88 и более), который ежегодно устанавливают на основании анализов свеклосахарных заводов. Например, если растворимых сухих веществ в свекле содержится 21,4%, то сахара будет $21,4 \times 0,83 = 17,7\%$.

Прямой метод определения сахаристости основан на получении водной вытяжки из мезги корнеплодов сахарной свеклы и определении в ней содержания сахара поляризметрическим методом – поляриметр-сахариметром.

Правильность показания поляриметра устанавливают раствором сахарозы (таблица 3).

Готовят стандартный раствор сахарозы и рассматривают их в поляризационной трубке емкостью 400 мл. Навеску растворяют в 200-мл дистиллированной воды.

Таблица 3 Проверка правильности показания поляриметра

Навеска сахарозы, г	Показания поляризатора, % сахара
26,0	100
6,5	25
5,2	20
3,9	15
2,6	10

Способ количественного определения сахара основан на оптической деятельности сахара, т.е. на его способности вращать плоскость поляризации. Угол вращения плоскости поляризации луча света раствором сахара слоя определенной толщины зависит от его концентрации. Вращательную способность определяют прибором поляриметр-сахариметр. В настоящее время применяют полутеневые поляриметры различного устройства. Конструкция поляриметр-сахариметра СУ-4 представлена на рисунке 3.

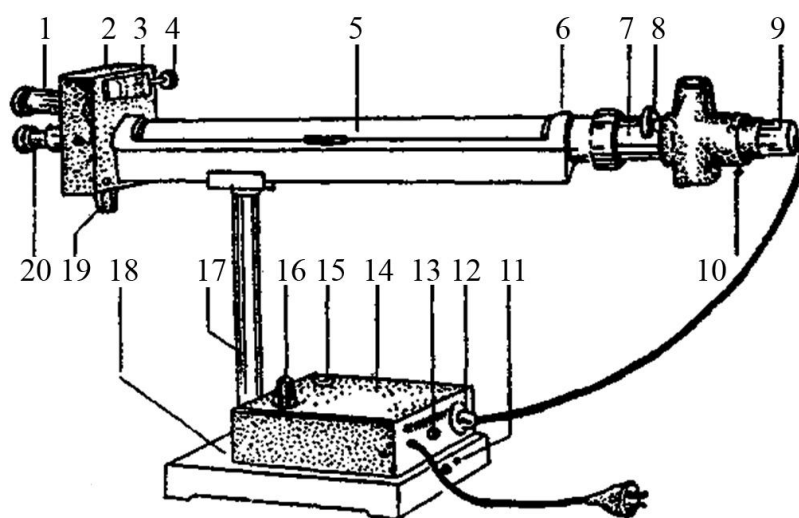


Рисунок 3 Общий вид сахариметра СУ-4:

1 – лупа; 2 – измерительная головка; 3 – механизм установки нониуса; 4 – ключ; 5 – кюветное отделение; 6 – траверса; 7 – оправа поляризатора; 8 – поворотная обойма; 9 – осветительный узел; 10 – регулировочный винт; 11 – винт заземления; 12 – вилка разъема; 13 – предохранитель; 14 – крышка; 15 – кнопка; 16 – ручка резистора; 17 – стойка; 18 – основание; 19 – рукоятка клинового компенсатора, 20 – зрительная труба

Поле зрения таких поляриметров состоит из двух половин. Смотря по положению плоскостей сечений поляризатора, анализатора и особой полупризмы, введенной в состав сложного поляризатора, одна половина будет затемнена, а другая освещена и наоборот. Можно найти такое положение плоскостей, при котором обе половины поля зрения будут освещены хотя слабо, но равномерно. Это положение соответствует так называемому углу полутени и является постоянной величиной. Если при этом положении плоскостей главных сечений между поляризатором и анализатором поместить оптически деятельное вещество, то половины вновь осветятся неравномерно.

Для восстановления прежнего положения нужно компенсатором уравнивать освещение плоскости поляризации, необходимо достигнуть равного освещения поля зрения. Этот принцип дает возможность пользоваться им для определения сахара в соке корнеплода.

2.1 Определение сахаристости на автоматизированной линии УЛС-1

Аппаратура, материалы и реактивы: линия УЛС-1 (производительность – не менее 40 анализов в час, предел основной допустимой абсолютной погрешности линии – $\pm 0,2\%$), состоит из следующих узлов: дозатор свинцового уксуса – $\pm 0,1 \text{ см}^3$; дозатор весовой для воды – $\pm 1\%$; размельчитель мезгообразователя тканей свеклы Ш1-ПРС со скоростью вращения вала 12-14 тыс. об/мин; поляриметрические трубки длиной 200-400 мм или проточные; дигестионный сосуд с лодочками и тарой для них; сахариметр с кварцевым компенсационным клином или вращающимся компенсатором с международной сахарной шкалой, оснащенной монохроматическим источником света, с диапазоном измерения от минус 40°Z до плюс 120°Z («сахарных» градусов) или автоматический электронный сахариметр с допустимой основной погрешностью $\pm 0,05^\circ\text{Z}$; лабораторные весы с пределами допускаемой погрешности не более $\pm 0,01 \text{ г}$; пинцет; пипетки с двухходовым краном; термостат-холодильник или лабораторный проточный холодильник.

Пробу отмытой свеклы после определения загрязненности выгружают в ковш скипового подъемника, при движении которого дисковые пилы узла получения мезги проникают в массу свеклы и пропиливают корнеплоды, образуют свекловичную мезгу. Под действием центробежной силы мезга сбрасывается на наклонную ветвь транспортера подачи мезги. Турбинки смесителя при вращении перебрасывают мезгу с транспортера на транспортер, перемешивая ее. Мезга поступает на дозирующий транспортер и затем в дигестионный стакан, установленный на весовом дозаторе, работа которого основана на уравнивании момента, создаваемого взвешиваемым грузом. При достижении заданной массы мезги (в пределах 70-80 г) с помощью дозатора подается дистиллированная вода в соотношении 3 : 10 к массе мезги.

Размельчитель тканей свеклы за 90 с освобождает из клеток свекловичный сок. В момент его отключения подается 10 см^3 раство-

ра свинцового уксуса, имеющего сильнощелочную реакцию на лакмус и слабощелочную на фенолфталеин.

Станция фильтрации предназначена для автоматической фильтрации дигерата и подаче его к сахариметру при длительности цикла – 100 с.

Электронный автоматический сахариметр предназначен для определения содержания сахарозы в водном экстракте свеклы при рабочем диапазоне температуры окружающего воздуха от 10°C до 36°C и диапазоне измерения сахарозы – от минус 40°Z до плюс 120°Z.

Результаты измерений, переведенные в проценты (сахаристость), считывают с табло цифрового вольтметра, снабжают порядковым номером и регистрируют электроуправляемой пишущей машиной или компьютером.

Для проверки правильности получаемых данных один раз в пять дней проводят пять контрольных анализов, каждый из которых состоит из двух параллельных анализов сахаристости, проведенных методом горячего водного дигерирования и четырех – методом холодного водного дигерирования с помощью автоматизированной линии. Абсолютное расхождение между определением сахаристости этими методами в одной лаборатории не должны превышать $\pm 0,2\%$, а в разных лабораториях $\pm 0,4\%$.

При попадании в станок с дисковыми пилами посторонних предметов или волокнистых корнеплодов контрольные анализы проводят ежедневно.

На периферийных свеклопунктах должен соблюдаться тот же порядок оценки качества свеклы при приемке, что и на заводских.

В сырьевых лабораториях пристанционных свеклоприемных пунктов, не оборудованных линиями для определения сахаристости, определяют только загрязненность свеклы и показатели качества. Для определения сахаристости пробы корнеплодов необходимо доставлять в заводскую сырьевую лабораторию или лабораторию ближайшего железнодорожного свеклоприемного пункта, имеющие необходимые установки. При этом отобранную и взвешенную пробу помещают в мешок с полиэтиленовым вкладышем. В мешок также вкладывают этикетку со следующими данными:

- номер кагата корнеплодов;
- дата отбора пробы;
- масса пробы корнеплодов;

– результаты фитопатологических анализов.

Поступившие с периферийных свеклоприемных пунктов пробы перед анализом взвешивают (повторная масса) и фиксируют изменение массы корнеплодов в пути следования.

Сахаристость корнеплодов C , %, вычисляют по формуле

$$C = \frac{C_1 m_1}{m_2}$$

где C_1 – сахаристость при анализе, %;

m_1 – масса пробы перед анализом после отмывания, г;

m_2 – масса пробы при отборе (исходная) до отмывания, г.

2.2 Определение сахаристости лабораторным методом горячего водного дигерирования

Для получения фильтрата по вертикали корнеплода (от верхней части головки до нижней части собственно корня) ножом из нержавеющей стали (или скальпелем) вырезается слой толщиной 1 см; затем при помощи лабораторной терки из нержавеющей стали проводится измельчение выделенной пробы – получают свекловичную кашу (мезгу).

26 г каши взвешивают в лодочке и помещают в дигестионный сосуд диаметром (66 ± 1) мм и высотой 130 мм. Туда же из пипетки с двухходовым краном прибавляют $178,2 \text{ см}^3$ разбавленного раствора свинцового уксуса, закрывают крышкой с резиновой прокладкой и плотно ее завинчивают. Сосуд взбалтывают горизонтальным движением, ставят на 30 мин в термостат или на водяную баню. В течение этого времени в термостате поддерживают температуру 80°C , а в водяной бане – $75-80^\circ\text{C}$. При большом количестве анализируемых проб температуру нагрева водяной бани повышают до $85-86^\circ\text{C}$. Цилиндрическая часть дигестионного сосуда должна быть погружена в воду бани.

За период охлаждения в термостате или на водяной бане сосуд дважды, примерно через равные промежутки времени, взбалтывают горизонтальными движениями (не менее 8-10 движений). Не допускается опрокидывание и вертикальное встряхивание сосуда.

По истечении 30 мин сосуд помещают на 20 мин в термостат-холодильник температурой 20°C или охлаждают его проточной хо-

лодной водой. Охлажденный сосуд насухо вытирают, энергично (не менее 15 раз) встряхивают и содержимое фильтруют. Воронка и стакан для фильтрования должны быть чистыми и сухими, верхняя кромка фильтра не должна подниматься выше бортика воронки, которую во время фильтрования закрывают часовым стеклом.

Поляриметрическую трубку дважды ополаскивают и затем наполняют полученным раствором, закрывают покровным стеклом, завинчивают не очень плотно шайбой с резиновой прокладкой и поляризуют. Через проточную поляриметрическую трубку пропускают весь фильтрат.

По показаниям сахариметра путем прямой поляризации определяют сахаристость корнеплодов в процентах.

2.3 Определение сахаристости лабораторным методом холодного водного дигерирования

Определение сахаристости этим методом проводится в 2 этапа.

На первом этапе получают фильтрат для поляризации, который выполняется в следующей последовательности:

- по вертикали корнеплода (от верхней части головки до нижней части собственно корня) ножом из нержавеющей стали (или скальпелем) вырезается слой толщиной 1 см;

- при помощи лабораторной терки из нержавеющей стали проводится измельчение выделенной пробы – получают свекловичную кашницу (мезгу), которую помещают на пергаментную бумагу или стекло;

- на технических весах (типа ВЛТК-500) взвешивают четверть нормальную (6,50 г) навеску свекловичной кашницы;

- навеску помещают в чистый стаканчик и приливают 44,5 мл рабочего раствора уксуснокислого свинца (приливают при помощи пипетки для отмеривания жидкости и воронки, одновременно смывая остатки кашницы со стекла);

- содержимое стаканчика тщательно перемешивают и оставляют на 30 минут, периодически перемешивая через каждые 10 минут (при этом происходит дигестия – сахар из свекловичной кашницы переходит в раствор);

- по окончании дигестии дигерат фильтруют через бумажный фильтр.

На втором этапе устанавливают угол вращения плоскости поляризации дигерата на поляриметр-сахариметрах. Для этого дигерат заливают в кюветы. В поляриметр-сахариметрах применяются кюветы (поляриметрические трубки) на 100, 200 и 400 мл.

Перед работой кюветы (поляризационные трубки) тщательно промывают и протирают фильтровальной бумагой. Одну сторону кюветы плотно закрывают гайкой и стеклом (обратить внимание на наличие резиновой прокладки) и дважды промывают исследуемым раствором.

Окончательно заливают раствор таким образом, чтобы образовывался выпуклый мениск, выступающий поверх краев трубки. При закрывании раствора стеклом необходимо подвигать его с краев, а не накладывать сверху, чтобы не допустить наличия пузырьков воздуха в кювете.

Устанавливают нониус поляриметра на нуль-пункт без установки кюветы. Для этого уравнивают яркость полей сравнения вращением рукоятки клинового компенсатора, после чего юстировочным ключом совмещают нулевое деление нониуса с нулевым делением шкалы (рисунок 4).

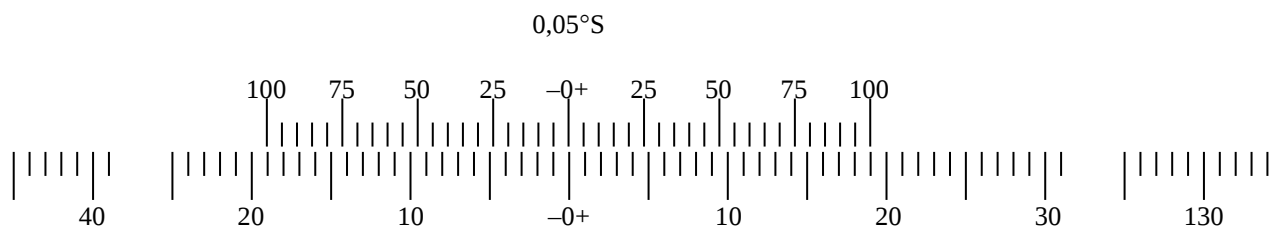


Рисунок 4 Установка нуль-пункта

(нулевое деление нониуса совмещено с нулевым делением шкалы)

В кюветное отделение устанавливают кювету с раствором в такое положение, чтобы линия раздела полей сравнения делила поле зрения на две равные части.

Уравнивают яркость полей сравнения вращением рукоятки клиновидного компенсатора и производят отсчет показаний по шкале и нониусу с точностью до $0,05^\circ$. Уравнивание яркостей полей сравнения и отсчет по шкале и нониусу повторяют не менее шести раз и выводят средний показатель. Данные записывают в таблицу. На рисунке 5 показано положение нониуса и шкалы, соответствующее отсчету $+11,85^\circ$ (нуль нониуса расположен правее нуля шкалы на 11 полных

делений и в правой части нониуса с одним из делений шкалы совмещается его семнадцатое деление).

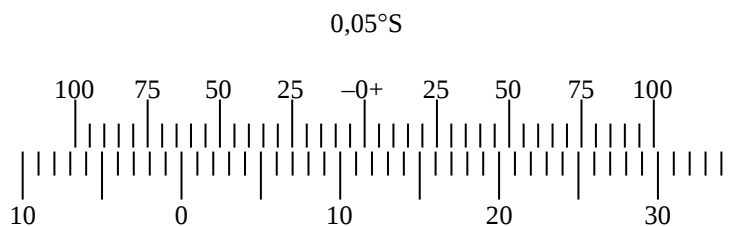


Рисунок 5 Отсчет показателей сахаристости при помощи нониуса.

Результаты определения заносят в таблицу 4.

Таблица 4 Результат определения содержания сахара в корнеплоде

Часть корнеплода	Содержание, %
Головка	
Шейка	
Собственно корень	
В целом в корнеплоде	

2.4 Расчет показателей технологических качеств корнеплодов

Качество корнеплода сахарной свеклы оценивают по показателям доброкачественности сока, технического достоинства, вероятного выхода сахара и мелассы, коэффициента спелости.

По результатам лабораторных анализов сахарной свеклы рассчитывают основные показатели технологических качеств по приведенным формулам.

Доброкачественностью или чистотой сока называют содержание в нем сахара из расчета на 100 частей сухих растворимых веществ. Доброкачественность клеточного сока свеклы с нормальными технологическими качествами должна быть не ниже 86-88%, а очищенного – 92-93%. При снижении чистоты сока на один процент выход кристаллического сахара уменьшается минимум на 0,2%.

Доброкачественность сока определяют по формуле:

$$ДК = \frac{Д_g}{В} \cdot 100,$$

где ДК – доброкачественность сока, %;

Д_g – содержание сахара, %;

В – содержание сухих веществ в соке (по рефрактометру), %.

По показателю технического достоинства предварительно определяют выход сахара на заводе. Техническое достоинство (ТД) рассчитывается по формуле:

$$ТД = \frac{Д_g \cdot ДК}{100},$$

где ТД – техническое достоинство, %;

Д_g – содержание сахара, %;

ДК – доброкачественность сока, %.

Для расчета выхода сахара из свеклы в опытах используют также формулы:

$$ПМ = 0,349 (К + Na),$$

где ПМ – потери сахара в мелассе, % к массе корнеплодов;

0,349 – молекулярная масса сахарозы;

К и Na – соответственно содержание калия и натрия, мг-экв на 100 г свеклы.

Вероятный выход сахара от массы корнеплодов определяют по формуле:

$$В = Д_g - 0,9 - ПМ,$$

где В – выход сахара, %;

Д_g – сахаристость корнеплодов, %;

0,9 – потери сахара в производстве до мелассы, %;

ПМ – потери сахара в мелассе, %.

С 1996 г. в странах Европы введена новая, так называемая Бра-

уншвейгская, формула для вычисления потерь при переработке. В ней большое значение уделяется вредному азоту:

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

где ОСС – расчетное или очищенное содержание сахара;

K, Na и α -амино-азот – соответственно содержание калия, натрия и аминного азота, Ммоль/100 г свеклы.

Достаточно полно характеризует физиологическое состояние растений коэффициент спелости корнеплода. Сахарная свекла считается физиологически спелой, если коэффициент спелости равен 0,8-1,0. Коэффициент спелости определяют по формуле:

$$Q = \frac{D_g}{\text{Na} \cdot 23},$$

где Q – коэффициент спелости;

D_g – сахаристость корнеплодов, %;

Na – содержание натрия, мг-экв на 100 г корнеплода;

23 – атомная масса натрия.

Спелость производственных посевов свеклы определяют по отношению массы листьев к корнеплодам. В середине августа этот показатель обычно составляет 1,2-1,4, в середине сентября – 0,6-0,7.

Коэффициент качества свеклы показывает чистоту очищенного сока. Определяют коэффициент качества свеклы по формуле:

$$K = \frac{B}{D_g - 0,9} \cdot 100,$$

где K – коэффициент качества свеклы;

B – вероятный выход сахара, % к массе корнеплода;

D_g – сахаристость, %.

На практике определяют также физиологическую зрелость корнеплода и хозяйственную эффективность. Показатель физиологической зрелости корнеплода определяют как отношение содержания са-

харозы, накопленной в корнеплоде, к содержанию сухого вещества за вычетом показателя сахаристости по формуле:

$$\Phi 3 = \frac{Д}{В - Д} ,$$

где $\Phi 3$ – показатель физиологической зрелости корнеплода;

$Д$ – содержание сахарозы, %;

$В$ – содержание сухих веществ, %.

Если величина указанного соотношения к концу вегетации оказывается ниже 2, то это свидетельствует о незавершенности ростовых процессов и о продолжающемся расходовании сахарозы на синтез полисахаридов клеточной стенки, растворимых азотистых соединений и белков, а также безазотистых веществ за счет доли сахарозы, откладываемой в запас. Такие корнеплоды, несмотря на большие размеры, часто отличаются низкой сахаристостью.

Индекс хозяйственной эффективности (НИ) определяется как отношение биомассы корнеплода к общей биомассе растения:

$$НИ = \frac{Р_к}{Р_p} ,$$

где $Р_к$ – масса корнеплода, г;

$Р_p$ – масса целого растения, г.

Результаты расчета показателей качества корнеплодов заносят в таблицу 5.

Таблица 5 Результат определения технологических качеств корнеплодов

Части корнеплода	Содер- жание сахара, %	Содержа- ние сухих веществ, %	Техническое достоин- ство, %	Доброкаче- ственность сока, %
Головка				
Шейка				
Собственно корень				
В целом в корнеплоде				

Вопросы для самостоятельной подготовки

1. Методика определения растворимых сахаров в корнеплодах косвенным методом.
2. Методики определения содержания сахаров в корнеплодах методом горячей и холодной дигестии.
3. Показатели, определяющие технологические качества корнеплодов сахарной свеклы.
4. Характеристика и методы расчета основных показателей технологических качеств корнеплода.
5. Доброкачественность сока, методы определения и значение.
6. Техническое достоинство сока, методы его расчета и значение.
7. Физиологическая зрелость корнеплода, значение и методы определения.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исмагилов Р.Р., Уразлин М.Х., Исламгулов Д.Р. и др. Свекловодство. – Уфа: Издательство БГАУ, 2010. – 160 с.
2. Исмагилов Р.Р., Уразлин М.Х., Исламгулов Д.Р. и др. Справочник свекловода Башкортостана. – Уфа: Гилем, 2009. – 216 с.
3. Таланов И.П. Практикум по растениеводству. – М.: КолосС, 2008. – 279 с.
4. Исмагилов Р.Р., Уразлин М.Х., Гайфуллин Р.Р. Адаптивная технология возделывания полевых культур. – Уфа: БГАУ, 2005. – 150 с.
5. Исмагилов Р.Р., Уразлин М.Х., Исламгулов Д.Р. Учебное пособие для практических занятий по свекловодству: учебное пособие. – Уфа: БГАУ, 2002. – 120 с.
6. Юхин И.П. Сахарная свекла в Башкортостане. – Уфа, 2000. – 162 с.
7. Петров В.А., Зубенко В.Ф. Свекловодство. – М.: Колос, 1991. – 190 с.
8. Исмагилов, Р. Р. Свекловодство [Электронный ресурс] : [учебное пособие] / Р. Р. Исмагилов, М. Х. Уразлин, Д. Р. Исламгулов ; М-во сел. хоз-ва РФ, Башкирский ГАУ. - Уфа : Изд-во БГАУ, 2010. - 160 с. – Режим доступа: <http://biblio.bsau.ru/metodic/22108.pdf>.
9. Юхин, И. П. История развития и основные результаты научных исследований по сахарной свекле в Башкортостане [Электронный ресурс] / И. П. Юхин ; М-во сел. хоз-ва РБ, Башкирский ГАУ. - Уфа : [б. и.], 2014. - 136 с. – Режим доступа: <http://biblio.bsau.ru/metodic/27198.pdf>.

Издательство ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»
Типография ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»
Адрес издательства и типографии: 450001, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34