

**Д.Н. Прянишников**

# **Растения полевой культуры**

## **Выпуск 1. Корнеплоды**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 631  
ББК 4  
Д11

Д11 **Д.Н. Прянишников**  
Растения полевой культуры: Выпуск 1. Корнеплоды / Д.Н. Прянишников – М.: Книга по Требованию, 2024. – 76 с.

**ISBN 978-5-458-60970-8**

**ISBN 978-5-458-60970-8**

© Издание на русском языке, оформление  
«YOYO Media», 2024  
© Издание на русском языке, оцифровка,  
«Книга по Требованию», 2024

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



половины лета, не могущие исправить действия засухи на хлеба, будут еще использованы пропашными растениями, позднее оставляющими поле; вредители у них частью другие (свекла, турнепс), частью же эти растения вообще меньше страдают от насекомых (картофель, морковь); некоторые из них обнаруживают значительную устойчивость при временной засухе, благодаря использованию корневой системой глубоких слоев почвы (сахарная свекла).

5. То же однообразие культур влечет другое неудобство, именно — чрезмерное скопление работ в известные периоды, напр., при уборке хлебов („страдная пора“), чередующееся с периодами совершенного затишья; введение пропашных растений дает возможность повысить *производительность труда*, благодаря более равномерному и полному использованию времени, так как полевые работы по уходу и уборке за этими растениями падают как раз на промежутки, свободные от напряженных работ на полях, занятых хлебами (мотыжение и прорывка корнеплодов в мае—июне, уборка в сентябре).

6) Введение культуры корнеплодов дает возможность *поднятия животноводства* не только тем, что увеличиваются урожаи питательных веществ с той же площади, но и тем, что эта именно форма (сочные корма) чрезвычайно благоприятны для кормления молочного скота; напр. свекла считается „молочногодным“ кормом, при чем она не только ценится как хорошо перевариваемый корм, но и потому, что она позволяет лучше использовать для производства молока совокупность кормов в хозяйстве.

7). Культура корнеплодов и клубнеплодов вызывает к жизни ряд *технологических производств*, основанных на выделении, а частью дальнейшей переработке углеводов; при сохранении тесной связи с сельским хозяйством эти производства позволяют отчуждать на сторону только безазотистые и беззольные продукты, синтезированные растением на счет углекислоты воздуха и воды (или непосредственно углеводы, сахар и крахмал или полученные из них спирт) и возвращать обратно в почву азот и зольные вещества в виде навоза, полученного при кормлении животных заводскими отбросами (свекловичная резка, кормовая патока, барда); при такой комбинации заводские корнеплоды являются идеальными растениями в смысле возвращения почве почти всего у нее взятого, при одновременной высокой оплате продуктов полеводства и усиленном производстве продуктов животноводства (в данном случае мяса и жира).

Так как заводы, выделяющие углеводы из свеклы и картофеля, работают зимою, начиная кампанию после уборки корнеплодов, то этим делается еще один шаг в смысле более равномерного распределения труда сельского населения по временам года.

Из корнеплодов возделываются, главным образом, следующие 6 растений: *свекла сахарная и кормовая* (*Beta vulgaris*. L.) из сем. *Chenopodiaceae* — маревых; *брюква* (*Brassica napus rapifera*. DC.) и *репа* (*Brassica rapa rapifera* DC.) из сем. *Cruciferae* — крестоцветных; *морковь* (*Daucus carota*. L.) и *пастинак* (*Pastinaca sativa*. L.) из сем. *Umbelliferae* — зонтичных и *цикорий* (*Cichorium intybus*. L.) из сем. *Compositae* — сложноцветных.

Если бы описывать культуру каждого корнеплода в отдельности, то пришлось бы повторять несколько раз описание тех приемов, которые являются общими для всех корнеплодов; поэтому мы опишем подробно, в качестве примера, культуру лишь одного растения этой группы — именно свекловицы, которая является наиболее изученной и относительно наиболее распространенною у нас (только сахарная свекла занимает около 0,6% от всей посевной площади), а затем уже будем ссылаться на этот основной очерк, останавливаясь при культуре остальных корнеплодов лишь на индивидуальных особенностях каждого из них.

## Свекловица.

*Свекла, буряк (Beta vulgaris)* принадлежит по ботаническим признакам к семейству маревых (Chenopodiaceae), к которому относятся лебеда, шпинат, щерига и многие солянки. Родичем культурной свеклы считаются виды *Beta*, встречающиеся в южной Европе преимущественно по берегам Средиземного моря, а именно *Beta vulgaris* (по другим—*B. foliosa*) и *Beta maritima*; обе они имеют тощий деревянистый ветвящийся корень (все-таки достигающий 2-х сант. диам.), наклонный спирально скручиваться, с весьма колеблющимся содержанием сахара, от 0,2% до 6% (Proskowetz). *B. vulgaris* имеет прямостоячий стебель и считается однолетней, *B. maritima* характеризуется как дву-или многолетняя форма, со стеблем лежащим. Вопрос о том, от которой из них произошла наша свекла, упрощается теперь тем, что по опытам Ф. Шиндлера (Рига) обе формы правильнее соединить в одну и считать их общим родичем культурной свеклы, так как, в зависимости от условий произрастания, и *habitus*, и продолжительность развития оказались изменчивыми (скорее всего *B. maritima* есть галофитная форма *B. vulgaris*); обе формы, будучи чрезвычайно пластичными, способны при возделывании на разрыхленной и удобренной почве увеличивать толщину корня и содержание сахара в нем, при соответственном понижении процента древесины, т. е. приближаться к культурной свекле<sup>1)</sup>.

Благодаря улучшенным условиям произрастания, из этих диких форм создались сорта огородной и кормовой свеклы, а из белых сортов огородной свеклы (силезской) недавно сравнительно выработались сорта свеклы сахарной: в 1747 г. показано было присутствие сахара в корне свеклы Маркграфом, в 1790 г. этот факт был использован в целях добывания сахара заводским путем Ахардом, так что культура свеклы для получения сахара имеет за собой лишь немного более одного столетия, а применение отбора по содержанию сахара в отдельных корнях Вильморе-ном ведет начало лишь с 1850 г.; между тем, изменение в составе корня путем культуры и подбора достигнуто весьма значительное: тогда как во времена Ахарда имели дело с 5% сахара, в 1890 г. (когда лишь около 20 поколений свеклы могли подвергнуться отбору по сахаристости) Вильморен имел уже отдельные корни с сахаристостью свыше 20%, а теперь известны случаи и еще более высокого содержания; даже в массе, перерабатываемой на заводах, теперь легко переходят за 16—17% сахара в соке<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Слово „свекла“, может быть, указывает на занесение к нам культуры огородной свеклы из Византии (греческое название—*sfekeli* или *sautilon*, албанское—*sfokle*)

<sup>2)</sup> Вот некоторые данные, показывающие, как шло повышение качества свекловицы и урожая сахара в Германии:

Средний % сахара по анализам Меркера в Галле:

|                |       |                |       |
|----------------|-------|----------------|-------|
| 1880 . . . . . | 13,6% | 1886 . . . . . | 16,2% |
| 1881 . . . . . | 13,6% | 1887 . . . . . | 17,7% |
| 1882 . . . . . | 13,6% | 1888 . . . . . | 17,0% |
| 1883 . . . . . | 15,8% | 1889 . . . . . | 16,8% |
| 1884 . . . . . | 15,4% | 1890 . . . . . | 17,7% |
| 1885 . . . . . | 15,4% |                |       |

После 1900 г. выходы сахара на некоторых (лучших) заводах Германии достигли того %, какой Меркер находил в свекле в 1890 г.

Шнейдевинд дает следующие средние цифры для Германии по десятилетиям:

| Урожай                       | Выход сахара  | Тоже на   |
|------------------------------|---------------|-----------|
| корней.                      | на заводе (%) | гектар.   |
| 1871—80 . . . . . 25500 кгг. | 8,64%         | 2206 кгг. |
| 1881—90 . . . . . 30600 „    | 10,98%        | 3340 „    |
| 1891—1900 . . . . . 29800 „  | 12,87%        | 3835 „    |
| 1901—1906 . . . . . 30000 „  | 14,50%        | 4350 „    |

Таким образом увеличение урожая и особенно сахара в свекле, вместе с усовершенствованием техники позволили Германии за 35 лет почти удвоить выходы сахара из урожая с той же площади (Frawirth, Die Züchtung, Band IV).

Упомянутые три формы культурной свеклы: столовая, кормовая и сахарная—возделываются для корней; но есть еще форма, это—так называемый *мангольд*, *B. vulgaris cicla* (*belts, poigde*); ее некоторые сорта изредка возделываются как овощ, ради листьев.

В нижеследующем речь будет о свекле исключительно как о корне-плоде, причем, излагая основные приемы ее культуры, мы будем отмечать особенности возделывания сахарной свеклы, а затем добавим, в каких отношениях требования кормовой свеклы будут иными.

Свекловича обычно является растением двухлетним, как и другие корнеплоды; так называемое израстание или стеблевание в первый же год, нежелательное в культуре, принимают за явление атаксизма, возврат к дикой *Beta vulgaris*; хотя встречается и обратное явление: растягивание периода развития до 3 и более лет, что напоминает *Beta maritima*. Нормально в первый год растение дает лишь утолщенный корень, с розеткой прикорневых листьев, а на второй год—цветоносный стебель. Обоеполые цветы, с зеленоватым чашеобразным околоцветником пятерного типа сидят группами (от 2 до 6 чаше всего); плоды при созревании срастаются друг с другом, и эти ростки плодов (соплодия) представляют из себя так называемые семена свеклы; на самом же деле такой сросток содержит столько семян, сколько в нем плодов. Рассматривая отдельные плоды, можно видеть на них остатки околоцветника, а отнимая ножом плоскую крышечку и вскрывая таким образом полость завязи (погруженной в деревенеющее цветоложе) обнаружить в ней семечко с блестяще-бурой оболочкой и белым (крахмалистым) содержимым; наружную часть семени занимает зародыш, свернутый и охватывающий неполным кольцом „белок“ (перисперм), занимающий центральную часть. В зародыше уже сформированы две семенодоли (между ними—конус нарастания), подсеменодольное колено (будущая „шейка“ корня), и зачаточный корешок; клетки зародыша богаты белками и жиром, перисперм наполнен крахмалом; через одну из семенодолей (внутреннюю) происходит поступление запасных веществ, идущих на развитие зародыша при прорастании.

Прорастание начинается с того, что после набухания корешок и подсеменодольное колено трогаются в рост, разрывают бурую оболочку семени и, приподнимая деревянную крышечку (образованную сросшимися плодолистиками), выходят наружу; семенодоли долее остаются внутри плода, служа посредствующим органом в передаче запасного материала растущим частям; после же использования этого материала, те же семенодоли, вышедши на поверхность и позеленевши, начинают использовать углекислоту атмосферы и снабжать растение образующейся в них органической пищей; тут уже стадия прорастания кончена, начинается самостоятельная жизнь молодого растения, связанная с развитием усвояющей поверхности и с утолщением главного корня, долженствующего в будущем служитьместищем для отложения сахара. В виду связи, существующей между сахаристостью корня и строением его, остановимся ближе на рассмотрении последнего.

Первоначальное строение корня у свеклы подчиняется общему типу: в центре сосуды, расположенные в диаметральной плоскости, по бокам паренхима с первичным камбием и первичный луб, затем еще один слой клеток (перикамбий), которому в будущем развитии корня и предстоит главная роль, далее—эндодерма и первичная кора. Та плоскость, в которой располагаются первичные сосуды, есть вместе с тем и плоскость расположения семенодолей, по которой впоследствии образуются бороздки с боков тела свеклы и по которой от главного корня отходят боковые корешки, расположенные двумя вертикальными рядами (иногда скрученными спирально). Как видим, здесь ничто не напоминает строения корня

взрослой свеклы, с ее характерным концентрическим расположением чередующихся колец сосудистых пучков; переход к этому окончательному, вторичному строению корня происходит следующим образом: деятельность первичного камбия вскоре замирает (он дает только сосуды, идущие к первой паре листьев), а перикамбий наоборот, начинает усиленно разрастаться, обуславливая развитие корня в толщину, притом настолько быстрое, что первичная кора не успевает за ним следовать, разрывается по тем трещинам, которые вызвали в ней вновь образующиеся боковые корешки, и отпадает, заменяясь корой вторичной, одетой тонким слоем пробковой ткани. В этой вторичной коре, созданной деятельностью перикамбия и состоящей из клеток, совершенно похожих на клетки первичной паренхимы, и закладываются новые камбиальные кольца, обуславливающие впоследствии главным образом развитие корня в толщину; кнаружи от первичного луба намечаются две тангентальные линии усиленного деления клеток, постепенно удлиняющиеся и сходящиеся затем концами в плоскости первичных сосудов (или в плоскости выхода боковых корешков); когда этот слой камбия, дающий элементы древесины кнаружи и луба—кнаружи, закончит свою деятельность, тогда на смену ему на некотором расстоянии во вторичной коре закладывается другое кольцо, за ним третье, и так далее (до 6—10-го), так что в каждый данный момент мы имеем, в сущности, одно кольцо в периоде наибольшей деятельности. Но когда закончился период деятельности в смысле образования новых элементов, то не закончен еще рост в толщину соответственной зоны, так как он может идти путем увеличения объема готовых уже клеток, что и имеет место в действительности: если измерить расстояние между первыми кольцами в молодом корне и в более старом, то окажется, что оно значительно увеличилось во втором случае, вследствие разрастания клеток паренхимы.

Таким образом, тело свеклы состоит как бы из конусов сосудистоволокнистых пучков, вложенных друг в друга и разделенных одим от другого прослойками паренхимы. Такая схема по крайней мере приложима к „шейке“ и „собственно корню“ свеклы, а в меньшей мере к „головке“ корня. Такое деление корня на три части по вертикали обуславливается следующими различиями: головка, верхняя часть, несущая остатки листьев, есть образование стеблевое; шейка, более или менее цилиндрическая, отвечает подсеменодольному колену и не несет ни листьев, ни корней; собственно корень, нижняя коническая часть, несет на себе боковые корешки, помещающиеся с двух сторон в упомянутых выше продольных бородах (соответственно этому в корне собственно на поперечном разрезе, кроме колец, видны радиально идущие пучки, направляющиеся к боковым корешкам). В головке картина расположения сосудистых пучков значительно сложнее, ибо конус нарастания лежит в центре, и из листьев самые молодые—внутренние и самые старые—наружные; в корне же, наоборот, самые старые сосудистые пучки лежат ближе к центру, а молодые, отвечающие новым, внутренним листьям, находятся ближе к периферии, и, следовательно, сосудистые пучки должны где-то на пути к листьям перекрещиваться, что в действительности и происходит в головке корня, как в этом не трудно убедиться на разрезах (особенно же на вертикальном, по плоскости расположения семянодолей, обнаруживающем, как центральный пучок корня, раздвояясь, отходит к самой части головки, перпендикулярно к направлению позднеjších пучков).

Сахар, растворенный в клеточном соке, *распределяется* в тканях корня неравномерно. Если взять пространство сахароносной паренхимы, заключенной между двумя кольцами сосудистых пучков, то рыхло расположенные, часто почти шарообразные крупные клетки средней части окажутся со-

держащими менее концентрированный раствор сахара, чем прилежащие к сосудистым пучкам клетки меньшего поперечного сечения, но более вытянутые по вертикали (прозенхима, „Zuckerscheide“ де-Фриза). Поэтому корни с очень редким расположением колец и с сильным развитием крупноклетной паренхимы будут менее сахаристы, нежели корни с более тесным расположением колец и с меньшим процентным содержанием паренхимы; с этим приводят в связь, что кормовая свекла менее сахариста чем сахарная, и что очень крупные корни сахарных сортов водянистее более мелких. Вообще говоря, более сахаристые сорта имеют меньший диаметр паренхимных клеток и большее число сосудов на единицу площади поперечного сечения Schindler, Колкунов).

Вот пример (из работы Schindler'a):

|                                          | Диаметр клеток паренхимы; | Число сосудистых пучков на единицу пов.: |
|------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------|
| Сахарная (Вильморена) . . . . .          | 61,0 микрона              | 15                                       |
| Кормовая свекла (оберндорфская). . . . . | 133,3 „                   | 35                                       |

В связи с тем же строением корня ставится и распределение сахара в разных его частях; так в общем, если брать разные части по длине радиуса, то наибольшая сахаристость окажется не в центре и не у периферии, а в некоторой промежуточной части, что объясняют, согласно вышесказанному, так: в центральной части, где кольца наиболее далеко отстоят друг от друга, слишком много приходится на крупноклетную паренхиму; переходя к средней части между центром и периферией, находим более благоприятное соотношение между наиболее богатой тканью из удлинённых клеток и рыхлой паренхимой, а потому и высшую сахаристость; ближе к периферии кольца сосудистых пучков расположены уже слишком близко, так что сосудистые пучки оставляют мало места для сахароносной ткани вообще. По вертикальному направлению наблюдается тоже аналогичное распределение сахара: его относительно меньше в головке, которая к тому же наклонна иногда зелёная и содержит больше несакара, чем корень; в средней части содержание сахара наибольшее, причем в суживающейся части корня оно опять ниже; нужно впрочем заметить, что эти различия не так велики; так Семполовский нашёл для верхний трети корня 13,8%, для средней 14,4% и для нижней 14,1% (если же взять не свежие корни, то иногда в нижнем тонком конце наблюдается высокое содержание сахара вследствие более быстрого высыхания). Различия в распределении сахара по горизонтальному направлению указываются различные (напр.: 11,9%—12,1—11,2%, идя от центра к периферии), а некоторые авторы совсем не наблюдали упомянутого понижения сахаристости к центру (Proskowetz).

В общем, утолщённая часть главного корня, образующая тело свеклы, представляет как бы склад накопленных продуктов ассимиляции, но не играет роли в усвоении сырой пищи; это назначение выполняется мелкими разветвлениями корневой системы, развитыми у свеклы гораздо сильнее, чем это кажется с первого взгляда; эта обширная сеть тончайших разветвлений вся обрывается при обычном извлечении корня из земли, но ее легко наблюдать при водных культурах, при отмывании корневой системы из песчаных культур; ее присутствие можно обнаружить и на экземпляре, выросшем на поле, если, окопавши кругом растение на значительную глубину, подвесить его и отмывать осторожно землю струей воды. Эти тонкие корешки, выходящие с двух сторон корня из упомянутых ранее продольных борозд, пронизывают почву, отходя на значительное расстояние в стороны. Корневиндер обнаружил это следующим опытом: в центре круга очола 1 арш. в диаметре положен был кусочек

удобрения (жмыха), а по окружности была посеяна свекловица; когда растения развились, то оказалось, что жмых был оплетен обильной сеткой мелких корней свеклы, усилению развившихся под влиянием встреченного запаса пищи. Распространение вглубь корневой системы у свеклы весьма значительно, в особенности если тому благоприятствует рыхлость почвы: так Э. Жирар, культивируя свеклу в насыпной (слоистой, рыхлой) почве, наблюдал, что корни достигли дна вместилища даже тогда, когда толщина слоя почвы равнялась  $2\frac{1}{2}$  метрам; в условиях полевой культуры обычно малая проницаемость подпочвы ограничивает проникновение корней вглубь, но на черноземных почвах использование аршинного слоя корнями свеклы не будет чем либо исключительным, а для отдельных корней углубление в почву может достигать, по Филиппенко,  $1\frac{1}{2}$ —2 арш., при толщине оборванного конца в 2—3 м.м. Также Ротмистров (Олесса), изучая распространение корней свекловицы по способу, им предложенному (см. Журн. Оп. Агрономии 1907), нашел, что свекловица использует корнями большой объем почвы (140 сант. по вертикали и 110 в диаметре). Этим сильным развитием корневой системы объясняется и стойкость свекловицы относительно засухи, и отчасти также особенности, как способность хорошо использовать почву в отношении, напр., калийной пищи. Прибавим к этому, что, несмотря на большое число мелких разветвлений корня и длину их, на их долю приходится относительно небольшая часть общей массы, благодаря тонкости их; по крайней мере Гелльригель, в песчаных культурах наблюдал такое распределение сухого вещества (если за 100 принять весь урожай сухого вещества): главный корень 71,0%, боковые корешки 6,7% и листья 22,3%.

Усвояющая поверхность *листьев* у свеклы значительна и для одного экземпляра средняя величина ее равна 3000 кв. см., что в 3—4 раза превышает площадь, отводимую под каждое растение при обычных условиях культуры. Листья располагаются на головке по спирали, и потому неправильно было бы искать соответствия между числом колец сосудистых пучков в корне и числом листовых кругов, как пытались это делать прежде; молодые листья имеют эллиптическую форму и плоски, последующие же, более крупные листья имеют сердцевидное очертание и, в общем, приближаются скорее по форме к треугольнику с закругленной вершиной; они становятся „курчавыми“, т. е. края их волнисты и участки паренхимы между нервами выпуклы; по наблюдениям Westermaier'a, новые листья образуются в течение всего периода роста, примерно через каждые 2 дня по листу, но обладают разной крупностью и различной долговечностью; приблизительно 30 листьев, образующихся в июне и июле, производят главную часть работы, и они обладают наиболее развитой пластинкой и более долговечны, первые же и последние листья являются менее крупными и функционируют в течение меньшего периода. Весовое отношение между листьями и корнем не остается постоянным, но меняется в определенном направлении, в связи с возрастом растения. Допуская некоторую схематизацию, можно различить три периода в жизни свекловичного растения: в первое время оно развивает усвояющую поверхность (листовую и корневую), во вторую стадию тратит главную часть накапливаемого материала на утолщение главного корня, т. е. на построение вместилища для отложения сахара, а в третью стадию, к концу вегетационного периода, главным образом накапливает сахар в построенном уже корне; по мере перехода от одной стадии к другой, отношение веса листьев и корня убывает, причем это зависит во второй стадии только от более быстрого прироста корня, а в третьей и от абсолютной убыли в весе листьев, которые постепенно начинают отмирать; Брим приводит следующие средние данные (в граммах) для веса корней и листьев по месяцам:

|                             | Май. | Июнь. | Июль. | Авг. | Сент. | Окт. |
|-----------------------------|------|-------|-------|------|-------|------|
| Корень. . . . .             | 0,1  | 20    | 163   | 505  | 728   | 860  |
| Листья. . . . .             | 0,9  | 66    | 251   | 303  | 263   | 227  |
| На 100 гр. корня приходится |      |       |       |      |       |      |
| листьев. . . . .            | 989  | 330   | 154   | 60   | 36    | 28   |

(см. также соответственные данные в работах Душечкина и Филипповского, Труды Сети etc., сообщение 10-е и 13-е 1911 г.)

Отсюда видно, что увеличение веса корня идет непрерывно, вес же листьев, достигнув известного максимума, затем падает.

К концу солнечного дня листья свекловицы обыкновенно обнаруживают значительное содержание крахмала, за ночь же количество его убывает, вследствие передвижения в корень и к точкам роста в форме растворимых углеводов. По прежним представлениям, основанным на микроскопических наблюдениях (де Фриза), в листьях и в черешках растворимые углеводы представлены только глюкозой а в корне только сахарозой (тростниковым сахаром). Но позднее Э. Жирар химическим анализом показал, что в листьях находятся не только правая и левая глюкозы, но и сахароза (в небольших количествах), которая, по его мнению, образуется в листе, как продукт ассимиляции и в готовом виде передвигается по направлению к корням, где и отлагается (к тому же результату пришел позднее Strakosch). В этой схеме необъясненным является, каким образом сахароза движется по направлению от клеток с малой концентрацией раствора (в листьях эта концентрация около 1%) к клеткам корня, где концентрация весьма велика (до 15 и 20%). Повидимому, факт этот лучше объяснялся бы, если допустить (вместе с Макенном), что передвигается из листьев к корню собственно смесь глюкоз (инвертированный сахар), которая в клетках корня превращается в тростниковый сахар (для этого превращения достаточно отнятия воды от двух частиц декстрозы и левулозы, что может происходить при помощи фермента), если представить затем, что плазма клеток корня плохо проницаема для тростникового сахара, то тогда будет понятно, что последнего может накопляться там гораздо большее количество, чем в клетках листьев и листовых корешков. Приблизительное равенство осмотического давления, констатированное Макенном для клеток листьев и корней, объясняется также сказанным: в корне продукт большого молекулярного веса (сахароза) может находиться в значительно большей концентрации, нежели соединения меньшего молекулярного веса, преобладающие в листьях.

Обращаясь к *составу* корня, должно отметить, что важная по значению составная часть—сахар—не является преобладающею по количеству, ибо наибольшее участие в образовании массы корня принимает вода (ее около 77—80% от общего веса), а затем уже идут сахар (14—15% от веса корня или 15—17% и даже 20% от веса сока), далее из безазотистых веществ клетчатка и до. составные части клеточной стенки (4—5%), затем азотистые вещества, белковые и небелковые (в сумме около 1,5%), и, наконец составные части золы (около 1/4% веса сырого корня). Эдесъ мы называли лишь главные группы веществ, на самом деле список составных частей свеклы является весьма длинным; отметим важнейших представителей различных групп.

Из *растворимых углеводов*, кроме тростникового сахара, в свекле могут встречаться продукты его распада (инверсии), именно смесь правой и левой глюкозы или инвертированный сахар; впрочем, последний если и встречается в нормальной свекле, то в ничтожных количествах (0,05%—0,129%), в свекле же проросшей или поврежденной его больше, что связано с уменьшением выхода кристаллического сахара. Затем, в очень неболь

ших количествах (0,02%) свекла содержит раффинозу (трисахарид), которая, если скопится в больших количествах в патоке, то вызывает ошибки в определении сахара по яриметрическим путем, ибо вращает плоскость поляризации в ту же сторону, как и тростниковый сахар, но гораздо сильнее. Кроме углеводов, из растворимых безазотистых веществ в корне свеклы встречаются *органические кислоты*, преимущественно щавелевая и лимонная (быть может, также яблочная и другие кислоты, открытые в продуктах переработки свеклы на заводе в осадках с известью). Клеточные стенки корня свеклы, кроме *клетчатки*, главной составной части, содержат еще много *пектиновых* веществ, которые еще мало изучены и могут быть принимаемы за производные углеводов (арабинозы и галактозы). При кипячении в щелочной среде (а иногда и просто при долгом соприкосновении с водой) они могут переходить в раствор и из последнего осаждаются при действии кислот (и фермента) в виде студенистой массы. Сок свеклы, содержащий пектины, трудно очищается, сильно пенится и не поддается точному определению (пектиновые вещества вращают плоскость поляризации). Повидимому, свекла, выросшая при избытке влаги и азотистых удобрений, более склонна изобилловать пектинами.

Количество веществ, *извлекаемых обфиром* (жир, фитостерин) в свекле невелико (0,1—0,2% сырой массы).

Переходя к *азотистым веществам*, отметим, что, при низком содержании всего азота, в корне (0,24% N или 1,5% сырого протеина), на белки в собственном смысле слова приходится обыкновенно лишь  $\frac{1}{2}$  и меньше всего азота, остальное же падает на амидосоединения, на тела основного характера и отчасти на нитраты (аммиака в сколько-нибудь заметных количествах нормально свекла не содержит). *Белки* свекловицы мало изучены, часть их растворима и находится в отжатом соке, часть же не растворима (остается в мязге). Из амидосоединений значительно представлен глютамин, отчасти аспарагин; встречаются еще тирозин, лецитин, последние найдены по крайней мере в проросшей свекле (подробнее см. у Rümpler'a, Смоленского и в др. источниках, указанных в конце главы). Из органических оснований чаще встречается *бетаин* (самое название которого происходит от Beta). Нитраты встречаются в соке свеклы в различных количествах, иногда значительных, в связи с обильным внесением азотистых удобрений (особенно же при позднем удобрении селитрой, или при внесении удобрений, медленно нитрифицирующихся). По Герлфельду, из всего азота (0,24%) приходится на белки 0,09%, на амиды и нитраты 0,12%, на аммиак и бетаин 0,03%. *Красящие вещества* сахарная свекла может содержать лишь в небольшом количестве; но свекловичный сок окрашивается на воздухе под влиянием содержащегося в нем окислительного фермента, при чем сначала наступает покраснение, а затем сильное потемнение. *Зольные вещества* свекловицы характеризуются преобладанием калийных солей (причем в корне на  $K_2O$  приходится около половины золь). Сухое вещество корня содержит, в среднем 3,8% золь (з листьях же 13,1%), причем на сырую массу приходится по Вольфу:

|                     | Всей золь | $K_2O$ | $Na_2O$ | $CaO$ | $MgO$ | $Fe_2O_3$ | $P_2O_5$ | $SO_3$ | $SiO_2$ | Cl    |
|---------------------|-----------|--------|---------|-------|-------|-----------|----------|--------|---------|-------|
| В корне . . . . .   | 0,754     | 0,372  | 0,031   | 0,057 | 0,061 | 0,012     | 0,110    | 0,041  | 0,024   | 0,031 |
| В листьях . . . . . | 1,308     | 0,317  | 0,169   | 0,329 | 0,105 | 0,002     | 0,037    | 0,067  | 0,214   | 0,076 |

Эти средние числа подвержены значительным колебаниям в зависимости от почвы, удобрения и метеорологических условий (главным образом осадков и энергии испарения); кроме того, подбор по сахаристости, применяемый к свекле, не остается без влияния на количество золь

ных веществ, которое постепенно понижается по мере повышения содержания сахара <sup>1)</sup>.

При анализе в целях технических обыкновенно интересуются не столько составом всего корня свеклы, сколько составом сока, получаемого на заводе (диффузионным методом) или нарочно отжимаемого в небольших количествах для пробы. Обычно при этом прибегают к поляриметрическому определению сахара и к приблизительному определению содержания всех сухих веществ в соке по его удельному весу. Для определения сахара берут определенный объем сока и осветляют известным объемом свиного уксуса, причем осаждаются красящие вещества, органические кислоты, белки и другие побочные составные части, мешающие прозрачности сока или относящиеся безразлично к поляризованному свету. Определив поляриметром вращение для данной толщины слоя и удельный вес сока, по известной формуле высчитывают содержание сахара в соке в весовых процентах. Для определения же удельного веса сока пользуются такими ареометрами (Баллинга, Брикса), на которых вместо обычных относительных величин нанесены проценты сахара, содержащиеся в чистом растворе данного удельного веса; если напр., мы имеем по Бриксу показание 20%, то это значит, что сок имеет такой удельный вес, как если бы он содержал 20% чистого сахара; приблизительно принимают, что такой сок содержит около 20% всех сухих веществ, полагая, что повышение удельного веса от нахождения других растворенных веществ не отличается значительно от повышения вызываемого соответственным количеством сахара; при точном же анализе необходимо выпаривание навески сока и взвешивание сухого остатка.

С полученными показаниями поляриметра и ареометра на заводах обычно оперируют далее так: противопоставляя сахару все остальные вещества сока под суммарным обозначением „несахара“, определяют содержание последнего вычитанием показаний поляриметра из показаний ареометра. Количество несахара весьма безразлично с точки зрения заводской техники, ибо он не является простым балластом, а затрудняет кристаллизацию сахара (в этом отношении разные формы несахара, разумеется, неравноценны, ибо, напр., белки легко удалить из сока при его очистке, а амидосоединения, нитраты, хлористые соли, оставаясь в соке, являясь более вредной формой несахара). Поэтому свекловица с одним и тем же содержанием сахара, может расцениваться различно, смотря по количеству несахара. Обыкновенно для характеристики качества сока пользуются отношением сахара к общему содержанию сухих веществ в соке, называя это отношение *доброкачественностью* (или коэффициентом чистоты сока); если напр. сок содержит 16% сахара (по показанию поляриметра) и 20% сухих веществ (по Бриксу), то доброкачественность его будет  $\frac{16}{20} \times 100$ , или 80%. Таким образом, поляриметр дает количество сахара в соке, а качество указывается приведенным отношением; но иногда, следуя Штаммеру, перемножают оба показания, чтобы получить мерку *технического достоинства*, позволяющую приблизительно судить о вероятном выходе сахара (в нашем случае  $16 \times 80 = 1280$ ; обыкновенно пишут 12,80).

Если сравнить показания для доброкачественности, обычные теперь, с прежними, то замечен постепенный их подъем с годами, под влиянием

<sup>1)</sup> Так, для Германии Fritzwilth приводит такие цифры:

1871 1883 1896 1910

Золы в сухом веш. свеклы: 3,86%, 3,77%, 2,73%, 2,04%.

Количество азота также постепенно понижалось.

селекции (в улучшенных сортах свеклы не только сахара стало больше, но и несахара — меньше) <sup>1)</sup>.

Важно знать содержание сахара не только в соке, но и в свекле, чтобы иметь возможность определить урожай сахара на десятине, для целей селекции, для сопоставления заводских выходов с общим количеством сахара, поступившим в завод и проч. Раньше для этого прибегали к пересчету, пользуясь средними коэффициентами, например, принимая, что свекла содержит 95—96% сока. Этот коэффициент имел следующее происхождение: если навеску тонко измельченной свеклы хорошо промыть на фильтре до полного извлечения растворимых веществ, остаток мязи высушить и взвесить, то найдем в нем 4—5% от взятой навески; полагали, что все остальное (дополнение до 100) есть сок, состоящий из всей воды свеклы + все растворимые вещества, что достаточно поэтому помножить на  $\frac{95}{100}$  содержание сахара в соке, чтобы перейти к сахару свеклы. Но опыт показал, что расчеты, основанные на допущении в свекле 95% сока, не сходятся с действительностью. Если мы будем напр., определять сахар не в соке, а исходить из известной навески свеклы и в ней учитывать сахар экстракционным путем, то получим показания, пониженные более чем в отношении 95:100, по сравнению с показанием для сока; понижение это будет напр. ровно 90:100. Такое несовпадение опытных данных с прежними представлениями происходит по следующей причине: нельзя считать свеклу состоящей из 5% нерастворимых веществ и 95% какого-то однородного «сока», так как сахар растворен главным образом в клеточном соке, а вода кроме того входит в состав плазмы, часть ее находится в клеточных стенках, и эта вода конечно не содержит тех количеств сахара (если только вообще его содержит), как клеточный сок; отсюда понятно, почему при отжимании сока первые порции выходят более сахаристые, чем последние; понятно и то, что отмывая на фильтре мязгу и взвешивая сухой остаток <sup>2)</sup>, мы неправильно относим всю разность на счет сока, преувеличивая таким образом его количество.

Во избежание условных пересчетов теперь обыкновенно не ограничиваются определением сахара в соке, определяют его непосредственно в свекле (т. е. исходят из определенной навески тонко измельченной свеклы, на которой извлекают сахар спиртом или водой).

Кроме правильного выбора приемов анализа и масштаба для оценки результатов, весьма существенным является правильный выбор средней пробы. Если, напр., для характеристики данного поля присылается 3—5 корней, то мало вероятно получить данные, отвечающие действительно среднему, ибо величина корня в поле (стоящая в связи с сахаристостью), сильно варьирует, и желательно, чтобы корни разной крупности были представлены в средней пробе соответственно их действительному участию в урожае, почему эта проба должна быть больше, выбираться не на глаз, а каким-нибудь способом, гарантирующим от невольных субъективных влияний. Для этого на узких и длинных участках можно выкапывать сплошь один продольный ряд, или, если участок велик, то, считая корни, брать из них каждый 25-й—50-й или 100-й корень; другие предпочитают брать корни, расположенные по диагонали или по двум диагоналям

<sup>1)</sup> Меркер приводит такие данные авалчзов за 20-летие:

|          |       |       |       |       |       |       |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Сахар:   | 11,7% | 12,7% | 13,0% | 14,4% | 15,1% | 16,9% |
| Несахар: | 4,14% | 3,68% | 2,9%  | 2,77% | 2,29% | 2,04% |

(цит. по Fruwirth's Band IV).

<sup>2)</sup> Если этот сухой остаток поместить в раствор сахара определенной концентрации, то через некоторое время, потребное для набухания клеточных стенок, потягивает небольшое повышение сахара вследствие того что при набухании из окружающего раствора берется преимущественно вода, а не сахар.