

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Д. И. Мельничук, Г. Д. Мельничук, В. А. Рылко

РАСТЕНИЕВОДСТВО

КЛУБНЕПЛОДЫ И КОРНЕПЛОДЫ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области сельского хозяйства в качестве
учебно-методического пособия для студентов учреждений
высшего образования, обучающихся по специальностям
1-74 02 01 Агрономия, 1-74 02 02 Селекция и семеноводство,
1-74 02 03 Защита растений и карантин,
1-74 02 04 Плодоовощеводство,
1-74 02 05 Агрохимия и почвоведение*

Горки
БГСХА
2020

УДК 635.1(075.8)

ББК 41/42я73

М48

*Рекомендовано методической комиссией
агрономического факультета 26.04.2018 (протокол № 8)
и Научно-методическим советом БГСХА 26.04.2018 (протокол № 8)*

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, профессор *Д. И. Мельничук*;
кандидат сельскохозяйственных наук *[Г. Д. Мельничук]*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *В. А. Рылко*

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *В. И. Кочурко*;
кандидат сельскохозяйственных наук *В. Л. Маханько*;
доктор сельскохозяйственных наук, профессор *Л. А. Булавин*

Мельничук, Д. И.

М48 Растениеводство. Клубнеплоды и корнеплоды : учебно-методическое пособие / Д. И. Мельничук, *[Г. Д. Мельничук]*, В. А. Рылко. – Горки : БГСХА, 2020. – 78 с.
ISBN 978-985-467-993-8.

Освещены вопросы морфологического строения картофеля, топинамбура, сахарной и кормовой свеклы, моркови, брюквы, турнепса. Дана систематика этих культур, охарактеризованы особенности их роста и развития, приведены методы оценки качества, а также принципы разработки технологии возделывания.

Для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальностям 1-74 02 01 Агрономия, 1-74 02 02 Селекция и семеноводство, 1-74 02 03 Защита растений и карантин, 1-74 02 04 Плодоовощеводство, 1-74 02 05 Агрохимия и почвоведение.

УДК 635.1(075.8)

ББК 41/42я73

ISBN 978-985-467-993-8

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2020

ПРЕДИСЛОВИЕ

Картофель, топинамбур (клубнеплоды) и свекла, морковь, брюква, турнепс (корнеплоды) относятся к различным ботаническим семействам. Поэтому они различаются между собой не только по внешним, морфологическим признакам, но и по особенностям роста и развития, отношению к факторам жизни, приемам возделывания. Картофель и топинамбур – многолетние растения с годичным циклом развития, корнеплоды же характеризуются двухлетним циклом развития. От посева до образования новых семян («от семени до семени») корнеплодным растениям требуется два года.

Сельскохозяйственные растения, которые относятся к клубнеплодам и корнеплодам, представлены большой группой полевых культур, формирующих урожай в почве.

Этим они принципиально отличаются от большинства возделываемых растений, таких как злаки, зернобобовые, масличные и прядильные культуры. Урожай клубнеплодов представлен клубнями, образующимися на подземных побегах-столонах, а урожай корнеплодов формируется в результате разрастания стержневого корня.

Все клубнеплоды и корнеплоды возделывают как пропашные культуры, т. е. с шириной междурядий не менее 30 см.

Из возделываемых в Беларуси основной культурой из группы клубнеплодов является картофель – культура продовольственного, кормового и технического назначения, а из группы корнеплодов – сахарная свекла, являющаяся культурой технического назначения. К корнеплодам относят также целый ряд кормовых культур.

Корнеклубнеплоды характеризуются способностью формировать очень высокие урожаи, превышающие 1000 центнеров с гектара. Хотя средняя урожайность их гораздо ниже. Обладая высоким потенциалом продуктивности, корнеклубнеплоды являются одними из самых трудоемких полевых культур.

ВВЕДЕНИЕ

В данном учебно-методическом пособии достаточно подробно охарактеризованы способы размножения изучаемых растений, приводятся их морфологическая характеристика и систематика, освещаются особенности роста и развития.

На лабораторно-практических занятиях, используя содержание приводимого материала, необходимо выполнить предлагаемые задания, сделать зарисовки, составить схемы, ответить на поставленные вопросы и заполнить таблицы в рабочей тетради.

1. КЛУБНЕПЛОДЫ

1.1. Картофель

Картофель – одна из наиболее ценных продовольственных культур. Обладая очень высоким потенциалом продуктивности (урожайность лучших сортов достигает 60–80 т/га и более), он превосходит подавляющее большинство полевых культур по производству белка и энергии в единицу времени на единицу площади.

Клубни картофеля содержат (в среднем) сухих веществ 25 %, в том числе: крахмала – 16–20 %, белка – 2 %, витаминов С, В, РР – 20–40 мг%, много минеральных веществ.

Ботаническая характеристика

В настоящее время приняты две таксономические системы картофеля. Первая предложена российским ученым-солянистом С. М. Букасовым, вторая – английским ботаником Хоксом.

Мы будем придерживаться первой.

Картофель принадлежит к **семейству** Solanaceae L. (Пасленовые), роду *Solanum* L. Известно более 170 **видов** картофеля, составляющих непрерывный полиплоидный ряд с набором хромосом $2n = 24, 36, 48, 60, 72$. Все виды картофеля, образующие клубни (есть несколько видов картофеля, не обладающих способностью к клубнеобразованию), объединены в **секцию** *Tuberarium* (Dun.) Bitter. (от лат. *tuber* – клубень), которая разделена на 32 **серии**. Серии секции *Tuberarium* в соответствии с их ареалом разделены на две **географические группы**. Двадцать одна серия относится к южноамериканской географической группе (Анды Перу, Боливии, Аргентины – дикие и культурные виды;

побережье Чили с прилегающими островами – дикие и культурные виды), а одиннадцать серий – к североамериканской (Мексика – дикие виды). Независимо от принадлежности к одной или другой географической группе серии делят по форме венчика на группу с колесовидным (пятиугольным) венчиком – *Rotata* и группу со звездчатым венчиком – *Stellata* (рис. 1).

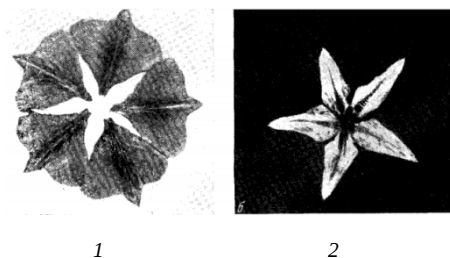


Рис. 1. Типы венчика цветков картофеля:
1 – колесовидный; 2 – звездчатый

Большое ботаническое разнообразие картофеля создает широкую гамму ценных хозяйственно-биологических признаков, присущих различным формам. Среди южноамериканских наибольшую ценность представляют серии *Tuberosa* и *Andigena*¹. Первая представлена несколькими дикими видами и одним, получившим наибольшее распространение, возделываемым видом культурного картофеля *Solanum tuberosum* L. Во вторую серию входят только культурные виды, возделываемые в горных Андах. Главенствующим среди видов этой серии является *Solanum andigenum* Juz. et Buk. Несколько линий данного вида, а также дикие южноамериканские виды *Solanum vernei* Bitt. et Wittm. и *Solanum spagazzinii* Bitt., будучи вовлеченными в селекционную работу, позволили создать сорта картофеля, устойчивые к картофельной нематодe. Как правило, растения вида *S. andigenum* урожайнее вида *S. tuberosum*. Более высокими вкусовыми качествами по сравнению с *S. tuberosum* обладают клубни вида *Solanum goniocalyx* Juz. et Buk. К серии культурного южноамериканского картофеля *Andigena* относятся виды *Solanum phureja* Juz. et Buk. и *Solanum rybinii* Juz. et Buk., характерной особенностью которых является отсутствие периода покоя клубней.

¹В системе таксономических серий и видов Хокса серии *Tuberosa* и *Andigena* объединены в одну – *Tuberosa*.

Относительно повышенная устойчивость к фитофторозу установлена у нескольких видов (*Solanum demissum* Lindl., *Solanum stoloniferum* Schlecht.) диких мексиканских серий *Demissa* Buk. и *Longipedicellata* Buk.

Повышенной устойчивостью к колорадскому жуку характеризуются дикие южноамериканские виды *Solanum chacoense* Bitt., *Solanum tarijense* Hawk., *Solanum berthaultii* Hawk. и дикий североамериканский вид *Solanum polyadenium* Greenm.

Культурный картофель из серии *Tuberosa* как эндемичная форма возделывается в странах Латинской Америки, т. е. историческом центре его происхождения. Отсюда полное название вида, предложенное С. М. Букасовым и В. С. Лехновичем, – *Solanum tuberosum* L. ssp. *chilotanum* Buk. et Lechn. Будучи интродуцированным в Европу, этот вид претерпел значительные изменения в результате многолетнего выращивания в условиях длинного дня, а также в результате скрещиваний с другими культурными и дикими видами. Группа сортов, созданных с участием *S. andigenum*, названа *Solanum tuberosum* L. ssp. *europaeum* Buk. et Lechn. Сорта же, выведенные с участием *S. demissum*, *S. stoloniferum*, *S. acaule* и др., вошли в подвид *Solanum tuberosum* L. ssp. *hybridum* Buk².

Задания.

1. Составьте иерархическую схему, отражающую систематику картофеля.
2. Назовите виды картофеля, обладающие определенными хозяйственно ценными признаками.

Способы размножения и особенности строения растений картофеля. Определение по морфологическим признакам

Картофель – многолетнее травянистое растение с годичным циклом завершения образования всех морфологических структур и органов. Многолетность картофеля реализуется через способность к образованию временно покоящихся органов – клубней. Эволюционно клубни возникли как органы возобновления вегетации после завершения зимнего покоя. Реализация данной биологической функции клубней возможна благодаря их двухкомпонентности: клубень одновременно являетсяместищем запасных питательных веществ и органом, на ко-

²Подробное знакомство с видовым разнообразием картофеля осуществляется во время летней учебной практики.

тором сосредоточены вегетативные почки, дающие начало новым побегам. При этом разрастающиеся почки, формируя побеги, используют запасные питательные вещества клубня.

Картофелю свойственны три естественных способа размножения: с помощью ботанических семян и вегетативно – с помощью клубней и с помощью откидышей.

Ботанические семена (рис. 2, в) прорастают зародышевым корешком, формирующим стержневую корневую систему. Прорастание зародышевой почки и развитие ростка завершаются выносом на поверхность почвы семядолей. Всходы сеянцев представлены стержневым корнем, подсемядольным коленом, семядольными листьями и вегетативной почкой между этими листочками (рис. 2, а).

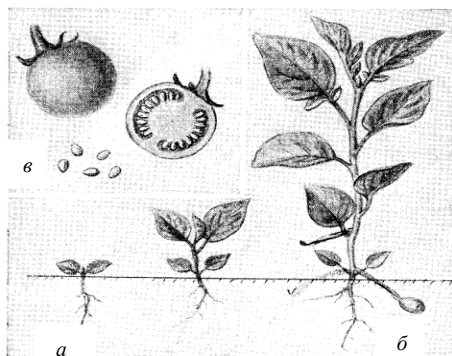


Рис. 2. Плод, семена и растения картофеля, выросшие из семян: *а* – росток картофеля (над поверхностью почвы семядольные листочки) и растение с первыми (нерассеченными) настоящими листочками; *б* – сеянец со столонами и зачатком клубня; *в* – плод (ягода), разрез плода и семена

Формирование надземной части растения (листья, междоузлия стебля) происходит за счет жизнедеятельности верхушечной вегетативной почки до превращения ее в генеративную. По мере роста растения из боковых вегетативных почек, образующихся в пазухах нижних настоящих и особенно семядольных листьев, начинают расти боковые побеги – столоны, верхушки которых «вбуравливаются» в почву и там образуют клубни (рис. 2, б).

Ботаническими семенами картофель размножается в условиях его естественного произрастания, а также в селекционной практике.

При **размножении картофеля клубнями** новые растения формируются из вегетативных почек, образующихся в глазах клубня. Взрослое растение, сформировавшееся из вегетативных почек клубня, имеет следующее строение (рис. 3).

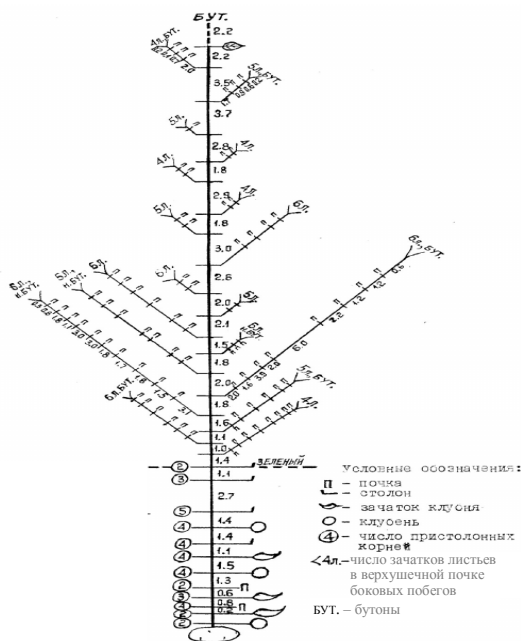


Рис. 3. Схематическое строение одностебельного растения картофеля: побеги подземного и надземного ветвления и новообразования на них, длина междоузлий

Подземная часть осевого побега состоит из 7–10 узлов и междоузлий. Обычно три самых нижних междоузлия предельно укорочены и размещаются практически в одной плоскости, формируя донную часть побега, опирающуюся на материнский клубень. Длина междоузлий, расположенных выше, особенно шестого, седьмого, зависит от толщи почвы над материнским клубнем. При мелком его залегании эти междоузлия укорочены, при глубоком – вытянуты. Общее же число междоузлий подземной части стебля, даже при значительных различиях глубины размещения в почве семенных клубней, практически не изменяется.

Каждый из узлов подземной части стебля несет низовой кроющий чешуйчатый листочек, в пазухе которого закладываются вегетативные почки (рис. 4), со временем формирующие столоны (рис. 5).

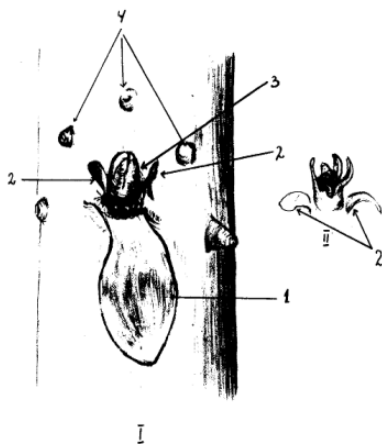


Рис. 4. Узел подземной части побега:
I – подземная часть побега с боковой пазушной почкой; II – конус нарастания между раздвинутыми листочками почки;
1 – чешуйчатый листочек ростка;
2 – чешуйчатые листочки, охватывающие почку; 3 – почка;
4 – зачатки пристолонных корней

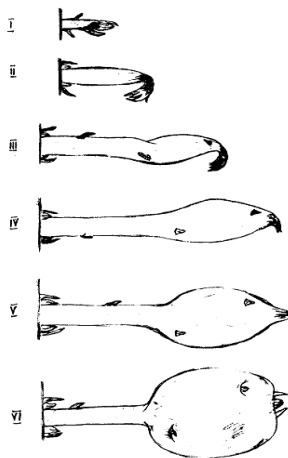


Рис. 5. Морфологические изменения развивающегося столона и зачатки клубня: I – начальный период роста столона; II – образование «горба»; III – начало разрастания верхушки столона с образованием зачатка клубня (вздувание верхушки столона); IV-V – образование зачатка клубня; VI – сформировавшийся клубень

Верхушка столона разрастается в клубень. Число основных столонов соответствует числу узлов на подземной части стебля. У некоторых сортов картофеля в пазухе чешуйчатого листочка может образоваться еще один или даже два столона. Кроме того, столоны способны ветвиться. Таким образом возрастает количество *образований*, способных к формированию клубней. Однако клубни обычно образует приблизительно половина нормально развитых столонов. Другая половина столонов, оставаясь в резерве, может выполнять и другие кроме клубнеобразования функции. Например, при повреждении, особенно гибели надземной части главного побега (это может произойти в результате заморозка) один или несколько столонов этого побега меняют харак-

тер развития, приобретая свойства лидера. Выйдя на поверхность почвы, они замещают погибший осевой побег.

Над чешуйчатым листочком с почкой или столоном в пазухе подковообразно размещаются пристолонные корни (рис. 4). Количество их у каждого узла составляет 2–6. Взятые вместе пристолонные корни всех узлов подземной части стебля создают корневую систему *мочковатого типа*. Наряду с пристолонными корнями, образующимися в узлах подземной части осевого побега, в узлах самих столонов образуются столонные корни. Обычно по два (до четырех) у каждого узла.

Надземная часть стебля, в зависимости от вида и сорта, сложена 6–18 узлами. Преобладают сорта с 14–18 узлами. Листья нижних узлов простые; листья, расположенные выше по стеблю, рассеченные, сложные. В пазухе самого верхнего листа формируется цветонос, несущий соцветие, венчающее верхнюю часть стебля. Вегетативные почки, расположенные в пазухах нижних, иногда даже средних листьев формируют надземные побеги, или побеги замещения (рис. 3, 6), моноподиального типа, число узлов на которых обычно соответствует числу узлов осевого побега за вычетом количества узлов, расположенных ниже данного узла. Если эти побеги хорошо развиты, они могут образовывать цветки и ветвиться в верхней части точно так же, как осевой побег.



Рис. 6. Побеги ветвления в нижнем ярусе

В пазухах второго и третьего, а у некоторых очень позднеспелых сортов и видов четвертого и пятого листьев осевого побега (счет сверху) закладываются *симподиальные* побеги ветвления (рис. 3, 7), обычно сложенные 5–7 узлами. Каждый развитый симподиальный побег заканчивается соцветиями второго яруса цветения. В пазухах верхних листьев симподиальных побегов могут закладываться симподиальные побеги ветвления второго порядка, формирующие третий ярус цветения, и т. д.



Рис. 7. Побеги симподиального ветвления в пазухах верхних листьев

Итак, каждый осевой побег картофеля с учетом функциональной нагрузки может быть разделен на три функциональных яруса.

Первый (подземный) – корнеобразующий и столоноклуберодный.

Второй (надземный) – продуцирующий на осевых побегах замещения листья и побеги ветвления моноподиального типа, главная функция которых заключается в ассимиляции органического вещества в первой половине вегетации и образовании дополнительных листьев, улавливающих солнечный свет в основной толще стеблестоя. При сильном ветвлении в этой (нижней) части осевого побега за счет дополнительных побегов также увеличивается количество цветков, а следовательно, плодов и семян.

Третий (также надземный) ярус продуцирует симподиальные побеги ветвления, на которых образуются генеративные органы. В результате значительно повышается коэффициент семенной продуктивности. Кроме того, за счет формирования дополнительных листьев над основной толщей травостоя образуется новый слой листьев, находящихся в благоприятных условиях для улавливания и поглощения солнечного света, в результате возрастает синтез органических веществ, используемых на цветение, формирование плодов и ботанических семян, а также рост клубней во второй половине вегетации.

Вегетативное размножение с помощью откидышей в чистом виде имеет место у таких видов, как *S. acaule* Bitt., *S. sanctae-rosae* Hawk. в условиях длинного светового дня. У этих видов верхушки столонов, не разрастаясь в клубень, на некотором расстоянии от материнского растения резко меняют направление роста с горизонтального на вертикальное, выходят на поверхность почвы, формируют розеточные растения (откидыши), которые со временем обособляются и становятся самостоятельными. За вегетационный период последовательное образование откидышей может повторяться несколько раз. У культурных видов картофеля *S. tuberosum*, *S. andigenum* некоторая часть растений также формирует столоны, но с не обособляющимися, а развивающимися заодно с родительским растением откидышами, точнее их аналогами. На подземной части таких аналогов откидышей формируются корни, столоны и клубни. Надземная часть этих образований ничем не отличается от надземной части осевых побегов или побегов нижнего ветвления.

Морфологическая характеристика картофеля

Стебель картофеля (рис. 8) – травянистый, на поперечном разрезе, как правило, ребристый, трех-, редко четырехгранный. Ребристость стебля обусловлена его крылатостью. Крылья на стебле представляют собой низбегающие разноуровневые продолжения черешков листьев.

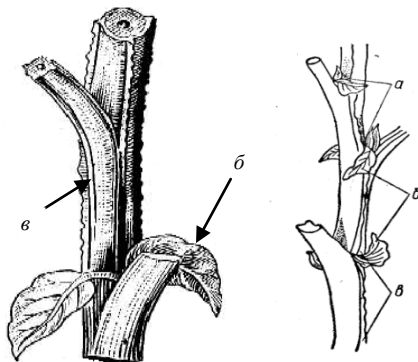


Рис. 8. Стебель, его признаки: а – пигментация в пазухах; б – прилистники; в – крылья

Число стеблей куста зависит от количества проросших на материнском клубне глазков, что, в свою очередь, связано с особенностями сорта, режимом хранения, крупностью клубней. Обычно куст картофеля бывает сформирован тремя-пятью стеблями.

Количественные и качественные характеристики стебля.

Положение стебля – прямостоячий, наклонный, лежащий.

Длина стебля. Различают максимальную длину стебля и длину до первого цветонеса. У той и другой выделяют короткие, средней длины и длинные стебли (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Критерии длины стеблей, см

Показатель	Короткие стебли	Стебли средней длины	Длинные стебли
Максимальная длина стебля	35–50	51–65	>65 см
Длина стебля до первого цветонеса	25–30	31–40	>40 см

Длина междоузлий стебля сильно варьируется и зависит прежде всего от сорта. Обычно нижние междоузлия более короткие. По мере возрастания порядкового размещения на стебле длина междоузлий увеличивается. Если длина междоузлий меньше 5 см, их считают короткими, если больше 5 см – длинными.

Окраска стебля – чисто-зеленая или антоциановая разной степени выраженности.

Ширина крыльев – узкие (0,5–1,0 мм), средней ширины (1,1–2,0 мм), широкие (2,1–3,5 мм).

Волнистость краев крыльев – прямые, слабо волнистые, сильно волнистые.

Ветвление в нижней части осевого побега – отсутствует, слабое, умеренное, сильное.

Ветвление в верхней части побега – симподиальное ветвление отсутствует, ограничивается первым ярусом, образует два и более ярусов симподиального ветвления.

Лист картофеля (рис. 9) – сложный, прерывисто-непарноперисто-рассеченный. Состоит из черешка, переходящего в стержень, непарной конечной доли и нескольких (3–7) пар супротивно размещенных боковых долей. Боковые доли носят порядковые (счет от конечной доли) названия – первая, вторая, третья и т. д. пары. Между долями расположены более мелкие элементы листа – дольки, между которыми,

в свою очередь, могут располагаться еще более мелкие образования – дольки. Дольки и дольки носят названия расположенных выше по стержню долей: дольки и дольки конечной серии, дольки и дольки первой, второй, третьей и т. д. серий (пар).

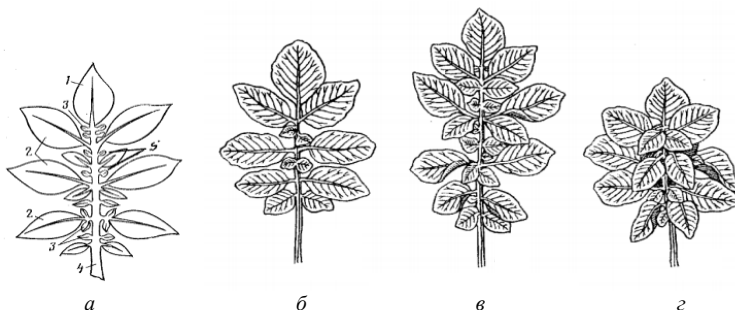


Рис. 9. Листья картофеля:

а – схема строения листа: 1 – конечная доля; 2 – боковые доли; 3 – дольки; 4 – черешок; 5 – дольки; *б* – редкодольный слаборассеченный лист; *в* – среднерассеченный лист; *г* – густодольный сильнорассеченный лист

Доли, дольки и дольки крепятся к стержню стерженьками различной длины, а также могут быть сидячими и низбегающими. Форма, количество и характер размещения долей, долек и долек являются весьма выразительными сортоотличительными признаками.

Форма конечной и боковых долей листа картофеля – *широкая, округлая* (ширина почти равна длине), *узкоовальная, узкая* (ширина в два раза меньше длины), а также *овальная, яйцевидная, обратнойцевидная*.

Форма основания конечной доли может быть сердцевидной, клиновидной и прямой (промежуточной). Форма вершины боковых долей бывает слабозаостренная и острая. Сами боковые доли могут быть симметричными и асимметричными. Дольки и дольки также могут быть различной формы – округлые, удлиненные, промежуточные, а по размеру – крупные и мелкие.

У некоторых сортов отмечается плющелистность конечной доли (рис. 10). Плющелистность представляет собой неполное отделение последней доли от боковых. Срастание боковой доли листа с дольками определяется как откол или зубец.



Рис. 10. Плющелистность листа картофеля

У основания каждого листа парно располагаются *прилистники* (ушки), форма которых бывает серповидной, листовидной, промежуточной.

Количество и размещение долей, долек и долек в сериях определяют степень рассеченности листа. Различают три степени рассеченности: сильная (при большом – 5 пар и более – количестве долек и долек в серии), слабая (при единичных дольках – 1–2 пары), средняя (промежуточное количество долек).

В зависимости от степени рассеченности листа, расстояния между долями и их ширины, длины и направления стерженьков листя могут быть редкодольными или густодольными (плотными). У редкодольных листьев доли, дольки и дольки не примыкают друг к другу, у густодольных, наоборот, они расположены плотно, даже налегают друг на друга (см. рис. 9, б, в, г).

Из общих признаков листа отмечают следующие:

1. *Длина* – короткий (9–15 см), средней длины (16–21 см), длинный (22–40 см).
2. *Крепление* (положение) по отношению к стеблю – под острым углом, под прямым углом.
3. *Количество боковых долей* (пар) – мало (4–5), много (6–8).
4. *Жилкование* – резкое, слабое.
5. *Опушение* – сильное, слабое.
6. *Окраска* – светло-зеленая, темно-зеленая.
7. *Антоциановая окраска* – отсутствует, имеется.
8. *Блеск листьев* – матовый, глянцевый.
9. *Длина черешка* – короткий, средней длины, длинный.

Соцветия, бутоны, цветки. Цветки картофеля собраны в соцветие сложный завиток, состоящее из 2–4 завитков (рис. 11, *a*).

По форме соцветия бывают компактными (сомкнутыми), когда цветки сидят на коротких цветоножках, или раскидистыми, когда цветки сидят на длинных цветоножках. Завитки располагаются на цветоносах различной длины – коротких (2–5 см), средней длины (5–8 см) и длинных (8–14 см). Цветоносы, как правило, пигментированы, редко зеленые, без антоциановой окраски. Количество соцветий на каждом стебле зависит от способности сорта к ветвлению. Слабоветвящийся картофель образует мало ярусов соцветий (1–2). Сильноветвящийся – много (3–5), иногда до 6. Раскрытию цветка предшествует образование бутонов. По форме их делят на округлые, овальные и удлинённые. Форма бутона зависит от формы пыльниковой колонки и длины пыльников.

Цветок картофеля пятерного типа (рис. 11, *г*).

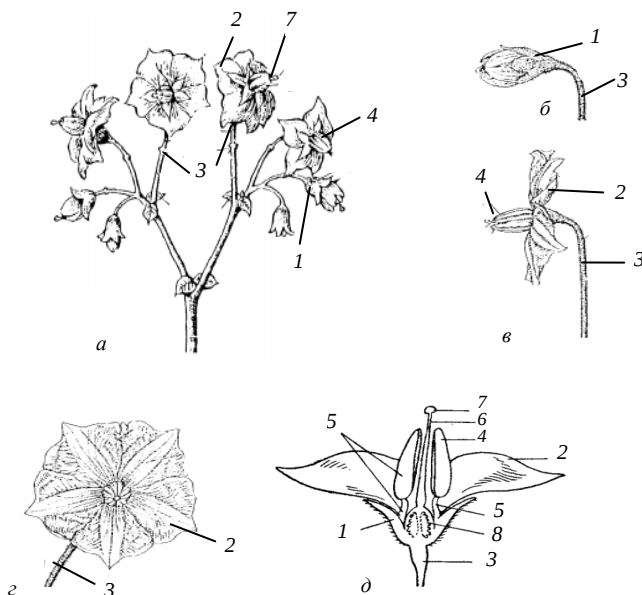


Рис. 11. Соцветие, бутон и цветок картофеля:

- a* – соцветие; *б* – бутон; *в* – открытый цветок (вид сбоку);
г – открытый цветок (вид спереди); *д* – схема строения цветка;
 1 – чашечка; 2 – венчик; 3 – цветоножка; 4 – пыльник; 5 – тычинка;
 6 – столбик; 7 – рыльце; 8 – завязь

Он состоит из чашечки с пятью чашелистиками, венчика с пятью сросшимися долями, пяти тычинок с короткими нитями и длинными пыльниками, собранными в конусовидную пыльниковую колонку, пестика, состоящего из завязи, столбика и рыльца. Венчик может быть маленьким (радиус 13–16 мм), средней величины (радиус 16,1–18 мм) и крупным (радиус более 18 мм). Окраску венчика определяет характер пигмента. Она может быть синей, сине-фиолетовой, красно-фиолетовой и белой. Белый венчик может иметь зеленоватый или кремовый оттенок.

Пыльники тычинок различают по окраске, форме и величине. Окраска пыльников может быть оранжевой, желтой, желто-зеленой; форма – конической, цилиндрической, неправильной. Светло-желтый или зеленый оттенок в окраске пыльников свидетельствуют о стерильности пыльцы. Пыльца собрана в пыльниковых камерах, которых у каждого пыльника две.

Столбик пестика по форме может быть прямым и изогнутым, по длине – коротким (7–8 мм), средней длины (9–10 мм) и длинным (11–13 мм). В последнем случае столбик сильно выдается из колонки пыльников. У цветков с коротким столбиком рыльца располагаются на одном уровне с пыльниками или короче их. Столбики также различаются по толщине: толстые – 1–1,5 мм и более, тонкие – менее 1 мм. Вершина столбика переходит в рыльце. Рыльца различаются по форме (игольчатое, карнизовидное и двух- или трехлопастное) и по окраске (светло-зеленая, зеленая, черно-зеленая).

Завязь пестика также характеризуется различными формой и окраской. Форма завязи бывает широко- или узкоовальной с закругленной вершиной, грушевидной с оттянутой вершиной и промежуточной. У большинства сортов завязь не окрашена, у сортов с окрашенными клубнями и завязь бывает окрашенной.

Картофель – самоопылитель. Продолжительность цветения одного цветка составляет 3–7 дней, соцветия – 15–23 дня, всех ярусов растения – 19–50 дней.

Плод картофеля (см. рис. 2, в) – многосемянная двугнездная ягода шаровидной, овальной, реповидной формы. Размер ягод определяют по их длине: 13–18 мм – мелкие, 19–25 мм – среднего размера, 26–35 мм – крупные. В начале формирования плодов окраска их обычно зеленая. При созревании плоды приобретают кремовый, красновато-фиолетовый или сине-фиолетовый цвет различных оттенков и интенсивности, а также на плодах могут появиться рисунки (мраморная пятнистость, белые крапинки, полосы).

Интенсивность цветения и ягодообразования зависит от сорта, почвенных и погодных условий. Многие сорта являются стерильными и ягод не образуют. Число семян в ягоде может колебаться от нескольких штук до 500–650. Семена плоские, сердцевидные, светло-желтые, с согнутым зародышем, масса 1 000 шт. составляет 0,5–0,6 г (рис. 2, в).

Задания.

1. Охарактеризуйте способы размножения картофеля.
2. Изобразите схематическую структуру растения картофеля. Особое внимание обратите на характер его ветвления.
3. Сделайте зарисовку морфологических преобразований верхушки столона в процессе его развития и клубнеобразования.
4. Заполните в рабочей тетради таблицы с морфологическим описанием органов картофеля (стебли, листья, плоды и т. д.).

Клубнеобразование, рост и особенности строения клубней

Столону (рис. 12) – подземные побеги ветвления, верхушка которых разрастается в клубень; образуются из стеблевой части ростовой почки, которая закладывается в пазухе чешуйчатого рудиментированного листочка на ростке проросшего материнского клубня (см. рис. 4). Образование и развитие столон обычно начинается сразу же после появления всходов (см. рис. 5, Г).

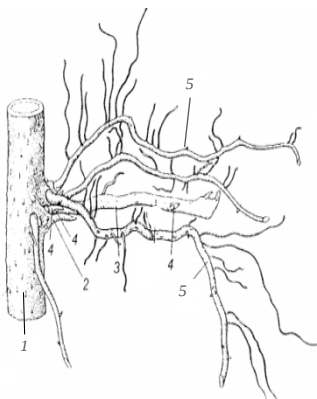


Рис. 12. Узел подземной части осевого побега со сформировавшимся столоном и пристолонными корнями: 1 – вертикальный (осевой) побег; 2 – низовой, чешуйчатый лист побега; 3 – стolon; 4 – низовой лист столона; 5 – пристолонные корни

Цвет столона типичный для этиолированных побегов, верхушка столона с листочками почки окрашена в темные тона. Когда стolon достигает длины 3–4 мм, на нем четкие очертания приобретает «горб» (рис. 5, II), который служит защитным приспособлением для предохранения почки с конусом нарастания от механических повреждений почвенными частицами во время роста столона в длину.

Рост столонов в длину прекращается в конце фазы бутонизации. За счет сферического разрастания четырех сближенных в верхушечной части междоузлий образуется зачаток клубня (рис. 5, III–V), несущий три зачатка боковых глазков и верхушечную почку. По мере роста клубня (увеличения размеров) в почках зачатков боковых глазков идут преобразования, заканчивающиеся образованием полноценных глазков. Морфологически глазок (рис. 13) представляет собой разной величины углубления, окаймленные листовым рубцом (бровь глазка), в которых размещаются 3–5 и более почек, являющихся производными центральной почки глазка. Разрастание глазка происходит синхронно с ростом клубня. Количество обособленных глазков на клубнях большинства сортов в зависимости от их крупности бывает обычно равно 6–9.

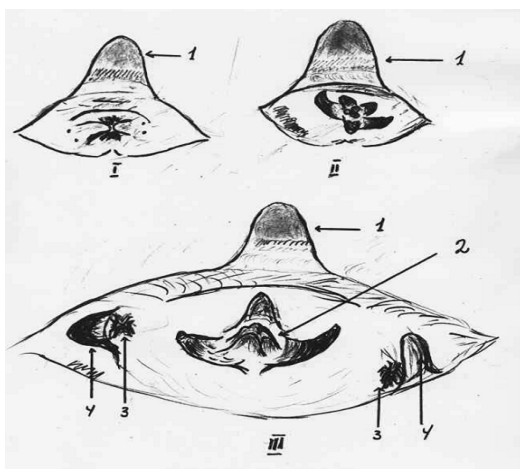


Рис. 13. Строение глазка: I – глазок клубня с одной почкой;
 II – тот же глазок, листочки почки раскрыты;
 III – сформировавшийся глазок клубня с тремя почками;
 1 – кроющий листочек глазка; 2 – средняя (главная) почка
 глазка; 3 – боковые почки глазка; 4 – кроющие
 листочки боковых почек

Новые глазки на клубнях являются производными верхушечной почки: по мере роста клубня части его верхушечной почки начинают раздвигаться и внешние, наиболее крупные ее листочки, в пазухах которых заложены зачатки новых почек, включаются в ткань клубня и, постепенно отдаляясь от верхушечной почки, превращаются в самостоятельные глазки (рис. 14).

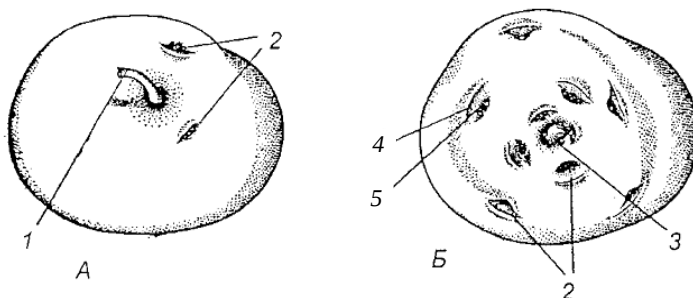


Рис. 14. Клубень с глазками: *А* – базальная часть клубня; *Б* – апикальная часть клубня; 1 – остаток столона; 2 – глазки; 3 – верхушечная почка; 4 – бровь глазка; 5 – почка глазка

Клубни растут за счет деления и роста клеток, чем обеспечивается разрастание междоузлий. По характеру разрастания междоузлий можно выделить два типа клубней. У одних междоузлия короткие, все примерно одинаковой длины. Глазки по клубню рассредоточены относительно равномерно, и их много. Следовательно, увеличение объема и массы клубня в данном случае осуществляется главным образом за счет увеличения количества относительно коротких междоузлий клубня. У большинства современных сортов картофеля рост объема и массы клубня идет в первую очередь за счет роста второго и особенно третьего и четвертого междоузлий. Остальные междоузлия укорочены, глазки их, следовательно, сближены и сосредоточены в верхушечной части клубня.

Характерной особенностью роста клубней является их суточный ритм: максимум в суточном ходе роста клубней приходится на вечерние, ночные и ранние утренние часы. В дневные часы клубни, как правило, не растут, а в жаркую сухую погоду могут даже терять накопленную массу.

Характер роста клубня и разрастания междоузлий определяет форму клубня. Различают округлую (круглую), овальную и удлинённую форму клубня, а также переходные формы (рис. 15).

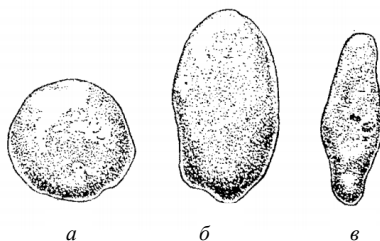


Рис. 15. Форма клубней картофеля:
а – округлая; *б* – овальная; *в* – удлинённая

Округлыми считают клубни, диаметры которых во всех направлениях одинаковы. У удлинённых клубней длина превышает ширину в 1,7–2 раза. Овальная форма – промежуточная. Кроме верхушки (апикальная часть) клубня, на которой расположена верхушечная почка, у клубней различают столонный, или пуповинный, конец (базальная часть), а также верхнюю и нижнюю стороны клубня. Верхняя сторона повернута к поверхности почвы, по форме она более выпуклая.

Покровная ткань клубня – пробка, предохраняющая внутренние ткани клубня от подсыхания и механических травм. Поверхность покровной ткани может быть гладкой или сетчатой. Степень выраженности последней чрезвычайно разнообразна. Наружная окраска клубня может быть белой, желтой, кремовой, светло-красной, красной, темно-красной, светло-синей и темно-синей. Окраска мякоти в зависимости от сорта может быть белой, желтой, красной и синей. По поверхности клубня равномерно распределены чечевички. Это небольшие отверстия в покровной ткани, через которые осуществляется дыхание клубня, испарение влаги.

Важным систематическим признаком картофеля является окраска и форма световых ростков. Если почки глазков прорастают в темноте, ростки бывают неокрашенными, этиолированными. Ростки, образовавшиеся на свету, имеют зеленую, красно-фиолетовую или сине-фиолетовую окраску.

Анатомическое строение клубня напоминает строение стебля. Снаружи клубни покрыты опробковевшими клетками перидермы, под

перидермой расположена кора, основу которой составляют паренхиматические клетки, заполненные крахмальными зернами. В состав коры также входят ситовидные трубки – проводящие элементы луба. Далее размещается слой камбия – образовательной ткани. За камбием расположено кольцо сосудистых пучков. Средняя часть клубня – это сердцевина с лучами, направленными к почкам (рис. 16).

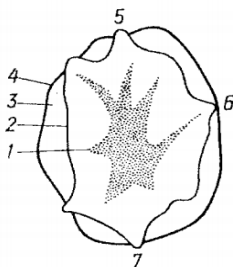


Рис. 16. Продольный разрез зрелого клубня: 1 – сердцевина; 2 – сосудистые пучки; 3 – кора; 4 – эпидермис; 5 – верхушечная почка; 6 – боковая почка; 7 – пуповина

Все клетки клубня заполнены *крахмальными зернами*. Но в клетках разных частей клубня содержание их неодинаково. Повышенным содержанием крахмала характеризуются внутренние клетки коры и внешние клетки сердцевины. Самое низкое содержание крахмала во внутренних клетках сердцевины, этим объясняется их водянистость.

Задания.

1. Опишите: а) характер разрастания верхушки столона в клубень; б) характер и закономерности роста клубней.
2. Зарисуйте клубни округлой, овальной и удлинённой формы.
3. Зарисуйте клубень в продольном разрезе.

Определение сортов картофеля

В зависимости от назначения использования урожая сорта картофеля делят на столовые, технические и универсальные. Столовые сорта, в свою очередь, подразделяют на ранние столовые, столовые для длительного хранения и столовые для переработки на картофелепродукты.

По срокам созревания (от посадки до физиологического отмирания ботвы) сорта картофеля подразделяют: на очень ранние (до 80 дней); ранние (80–90 дней); среднеранние (90–100 дней); среднеспелые (100–110 дней); поздние (120–130 дней) и очень поздние (более 130 дней).

Сорта картофеля различаются между собой по комплексу морфологических признаков как всего растения, так и отдельных его частей.

В характеристике сортов картофеля очень важное место принадлежит хозяйственно-биологическим признакам (разваримость, консистенция, мучнистость, водянистость, структура, вкус, способность к потемнению), определяющим целевое назначение производства картофеля.

Задание. Используя натуральные экспонаты, каталоги и соответствующую справочную литературу, приведите хозяйственно-биологическую характеристику наиболее распространенных в Беларуси сортов картофеля. Заполните таблицу в рабочей тетради.

Оценка качества клубней

В зависимости от хозяйственного назначения клубней они должны отвечать определенным требованиям согласно цели их использования. Различают следующие главные потребительские качества клубней.

1. У столового картофеля – питательная ценность, вкусовые качества, крахмалистость.

2. У технического картофеля – выход крахмала, спирта, патоки, глюкозы, пригодность для производства полуфабрикатов и готовых пищевых продуктов.

3. У кормового картофеля – крахмалистость, содержание сухого вещества, белка, кормовые достоинства в целом.

4. У семенного картофеля – урожайный потенциал.

Международное Европейское общество по изучению картофеля установило четыре типа продовольственных клубней (табл. 2) и приняло методику их оценки.

Таблица 2. Комплекс показателей для оценки продовольственного картофеля

Показатель качества мякоти	Тип			
	A	B	C	D
1	2	3	4	5
Разваримость	Не разваривается	Слабо разваривается	Сильно разваривается	Рассыпается
Консистенция	Плотная	Умеренно плотная	Умеренно мягкая	Мягкая
Мучнистость	Не мучнистая	Слабо мучнистая	Умеренно мучнистая	Сильно мучнистая

1	2	3	4	5
Водянистость	Водянистая	Умеренно водянистая	Слабо водянистая	Сухая
Структура	Мелкозернистая	Умеренно мелкозернистая	Умеренно крупнозернистая	Крупнозернистая
Вкус	Слабо выражен	Относительно выражен	Резко выражен	Очень резко выражен
Способность к потемнению	Не темнеет	Слабо темнеет	Средне выражена	Сильно темнеет

На показатели качества клубней картофеля большое влияние оказывают условия выращивания. Но прежде всего данные показатели зависят от сорта.

При использовании картофеля на корм важнейшим качественным показателем его будет калорийность (табл. 3).

Таблица 3. Кормовые достоинства клубней

Содержание крахмала, %	Количество кормовых единиц в 1 кг клубней	Количество килограммов клубней для получения 1 к. ед.
14	0,280	3,570
15	0,295	3,390
16	0,311	3,210
17	0,325	3,080
18	0,340	2,940
19	0,355	2,820
20	0,370	2,700

Таким образом, выращивая картофель на кормовые цели, чрезвычайно важно использовать сорта с высоким содержанием сухих веществ (прежде всего крахмала), определяющих его калорийность.

Определение сухого вещества и крахмала в клубнях картофеля. Способов такого определения несколько. Более точными, но требующими специальных условий, оборудования и приборов являются прямые методы. К более простым, но менее точным относятся методы косвенного определения.

Определение содержания сухого вещества и крахмала по удельному весу. Удельный вес клубней картофеля определяют отношением массы клубней к массе воды, соответствующей объему взвешенных клубней.

Если масса клубней при взвешивании в воздухе равна A , а масса их в воде – B , то разность $A - B$ соответствует массе воды в объеме взвешенного картофеля.

Отсюда удельный вес клубней определяется по формуле

$$\frac{A}{A - B}.$$

Установив удельный вес клубней, в специальной таблице находят соответствующее ему содержание сухого вещества. Основу сухого вещества составляет крахмал. Его удельный вес почти одинаков с удельным весом сахара. Поэтому в последующих расчетах для определения содержания этих компонентов вводят поправку на клетчатку, соли, белковые вещества и органические кислоты, содержащиеся в сухом веществе. Поправка на содержание указанных веществ производится путем вычитания из величины массы сухого вещества числа 5,752. Полученная разность называется крахмальным числом, характеризующим содержание в клубнях крахмала и сахаров. Для определения содержания крахмала в клубнях от крахмального числа вычитают 1,5 %, соответствующие примерному содержанию сахаров.

Крахмальное число можно определить и без таблицы, пользуясь формулой $\frac{B - 90}{20}$, где B – масса 5 000 г клубней, взвешенных в воде, г.

20

Определение содержания крахмала с помощью ареометра. Этот метод предельно прост. Из оборудования требуются весы, сосуд с солевым раствором и ареометр. Обычно берут навеску массой 1 кг вымытых и просушенных клубней и помещают ее в концентрированный солевой раствор. Концентрация раствора (доливанием воды) доводится до такого уровня, когда число всплывших и потонувших клубней будет одинаковым.

С помощью ареометра определяют удельный вес раствора, отвечающий удельному весу клубней, установив который, по таблицам находят содержание сухого вещества и крахмальное число.

Определение содержания крахмала в клубнях на картофельных весах. В производственной практике (приемные пункты, спиртзаводы и др.) для определения содержания крахмала в клубнях используют весы специальной конструкции, позволяющие соединить воедино взвешивание клубней в воздухе и в воде и без помощи таблиц и расчетов определить крахмалистость клубней, а также их загрязненность (рис. 17).

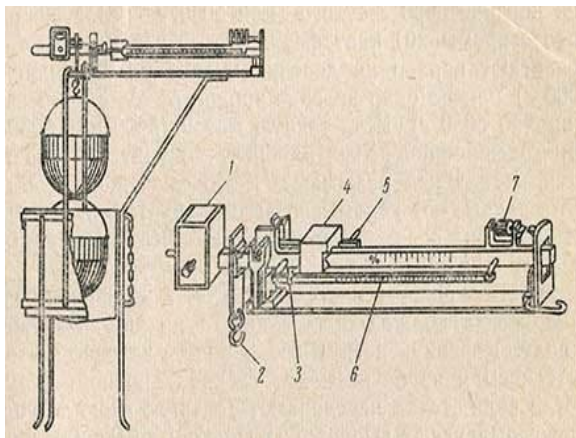


Рис. 17. Крахмальные весы: 1 – большой подвижный груз для основного уравнивания весов; 2 – серезка для подвешивания корзин; 3 – малая передвижная гирия; 4 – большая гирия; 5 – передвижная личинка; 6 – передняя линейка (градуирована по содержанию крахмала); 7 – груз для завершения уравнивания весов

Весы представляют собой металлический треножный остов, на котором установлены бак для воды и коромысло весов. На полотне коромысла нанесены цифры «0» (для уравнивания весов), «290» (для определения крахмала), «5000» и «5050» (для взвешивания клубней с сухой поверхностью и свежесмытых). Между цифрами «290» и «5000» находится шкала загрязненности картофеля с ценой деления 1 %. К коромыслу параллельно его полотну прикреплена линейка, на которой нанесены десятичные деления и цифры от «10» до «30», указывающие на содержание крахмала.

Установив весы по уровню, их уравнивают с подвешенными корзинами, одна из которых погружена в воду. Затем в верхней корзине взвешивают 5 000 (5 050) г клубней. Пересыпав их в нижнюю корзину и погрузив в воду, уравнивают коромысло весов передвижением малой гири вдоль шкалы дополнительной линейки. Большая гирия при этом должна быть установлена на цифру «290» на основном полотне коромысла. Цифры и деления на линейке, где остановилась малая гирия, уравнивавшая весы, отвечают содержанию крахмала в клубнях. Весы рассчитаны на работу с температурой воды 17,5 °С. Если она ниже этого уровня, то к полученному показателю содержания

крахмала надо прибавить поправку, если выше – вычесть поправку (табл. 4).

Т а б л и ц а 4. Поправки к показателям крахмалистости клубней, определяемые температурой воды

Температура воды при взвешивании, °С	Поправка, % (+)	Температура воды при взвешивании, °С	Поправка, % (–)
17	0,02	18	0,02
16	0,04	19	0,06
15	0,09	20	0,08
14	0,12	21	0,12
13	0,15		
12	0,17		
11	0,20		
10	0,23		
9	0,25		
8	0,26		
7	0,27		

Для определения содержания крахмала следует брать нормально развитые, неповрежденные, не пораженные болезнями клубни. Если при отвешивании пятикилограммовой навески не удастся уравновесить весы подбором клубней различной крупности, то можно прибегнуть к помощи ножа, но резать следует только один клубень.

При многократных определениях содержания крахмала корзина с картофелем должна погружаться постоянно на одинаковую глубину и слой воды над корзиной постоянно должен быть одинаковым. При многократных определениях также надо следить за чистотой воды.

Для определения загрязненности клубней их взвешивают не в корзине, а в специальной чаше. Отвешенные 5 000 г промывают и снова взвешивают, добываясь равновесия передвижением большой гири по основному полотну коромысла.

Допустимые погрешности: при определении крахмала – 0,1 %, при определении загрязненности – 1 %.

Задания.

1. Определите содержание крахмала в трех разных по скороспелости сортах картофеля.

2. Заполните в рабочей тетради таблицу, отражающую потребительские качества картофеля.

Расчет густоты и нормы посадки клубней. Стандартная ширина междурядий при возделывании картофеля 70 см. Если при такой ширине междурядий подсчитать число клубней (кустов), размещенных на длине ряда 14,3 м, и полученное при подсчете число умножить на 1 000, получим количество клубней (растений), приходящихся на 1 га.

Для определения весовой нормы посадки клубней устанавливают первоначально площадь питания растений, например: $70 \times 30 \text{ см} = 2\,100 \text{ см}^2$. Затем определяют возможное число растений на одном гектаре: $10\,000 \text{ м}^2 : 0,21 \text{ м}^2 = 47\,619 \text{ шт.}$ При посадке клубнями, средняя масса которых равна 60 г, необходимо выполнить следующий расчет: $60 \text{ г} \times 47\,619 \text{ шт.} = 2\,853\,142 \text{ г}$, или 2,85 т/га.

Определение структуры и биологической урожайности картофеля. Основные элементы структуры урожайности картофеля:

- 1) число растений на единице площади;
- 2) число стеблей, приходящихся на один куст и на единицу площади поля;
- 3) масса клубней одного растения;
- 4) число клубней одного растения;
- 5) средняя масса одного клубня;
- 6) число и масса клубней по фракциям:
 - а) товарные, нетоварные клубни;
 - б) крупные (наименьший диаметр более 60 мм), средние (30–60 мм), мелкие (менее 30 мм) клубни;
 - в) клубни массой до 30 г, 30–50 г, 50–80 г, 80–100 г, более 100 г;
- 7) выход той или иной фракции (чаще всего семенной или товарной) с гектара;
- 8) средняя масса клубня каждой фракции;
- 9) масса ботвы в период ее максимального развития.

В зависимости от цели определения структуры урожайности можно характеризовать не все, а только интересующие нас элементы ее. Записи ведут в таблице, учитывающей все или интересующие нас элементы структуры урожайности.

Для определения величины биологической урожайности среднюю массу клубней одного растения умножают на среднее количество растений, размещенных на 1 га.

Задания.

1. Рассчитайте густоту посадки картофеля и расход семенных клубней при посадке $70 \times 35 \text{ см}$, $70 \times 20 \text{ см}$, $90 \times 20 \text{ см}$.
2. Приведите количественные характеристики основных элементов структуры урожайности картофеля.

1.2. Земляная груша

Земляная груша (топинамбур) – культура преимущественно кормового использования. Уникальность растения состоит в том, что его зеленая масса может использоваться для силосования (как в чистом виде, так и в смеси с другими культурами), а клубни, формирующиеся в почве, являются прекрасным сочным кормом для крупного рогатого скота, свиней, птицы. Силос топинамбура характеризуется высоким содержанием питательных веществ и хорошей переваримостью. Клубни отличаются ценным биохимическим составом и охотно поедаются всеми видами животных. По урожайности зеленой массы и сбору кормовых единиц с единицы площади топинамбур является одной из самых высокопродуктивных сельскохозяйственных культур. Средняя урожайность зеленой массы топинамбура составляет 30–60 т/га, достигая 90–100 т/га. Урожайность клубней не отличается от урожайности картофеля.

В среднем содержание сухого вещества в зеленой массе топинамбура составляет 12,0–24,7 %, в клубнях – 18,9–30,4 %. В расчете на сухое вещество зеленая масса содержит: протеина – 4,4–6,0 %; клетчатки – 24,3–31,6 %; жира – 1,9–5,0 %; БЭВ – 50,4–61,4; золы – 5,4–8,9 %; клубни – соответственно 4,5–8,0; 4,9–6,6; 4,7–6,6; 74,2–78,5; 4,9–6,0 %.

В зеленой массе и клубнях топинамбура содержится большое количество витаминов (каротин, рибофлавин, никотиновая кислота, холин).

В клубнях топинамбура, в отличие от картофеля, в качестве основного углевода накапливается не крахмал, а растворимый в воде инулин, содержание которого в среднем составляет 16–18 %.

Помимо употребления в качестве корма, клубни топинамбура используют для технической переработки, в медицине, на продовольственные цели.

Ботаническая характеристика

Топинамбур – *Helianthus tuberosus* L. – вид, входящий в семейство Сложноцветные, с $2n = 102$. Как и картофель, топинамбур ежегодно формирует урожай клубней, которые образуют после перезимовки побеги возобновления, восстанавливая прерванный рост и развитие. По внешнему виду растения топинамбура имеют много общего с подсолнечником (оба вида принадлежат к одному роду *Helianthus* L.), отличаясь более тонкими, способными к сильному ветвлению стеблями,

большей облиственностью, более мелкими листьями и соцветиями, способностью к клубнеобразованию (рис. 18).

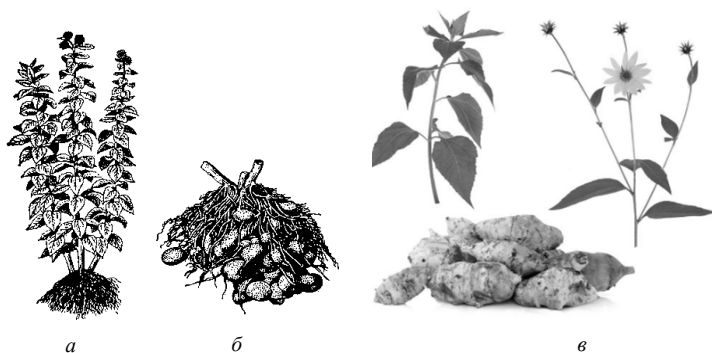


Рис. 18. Растение топинамбура и его основные органы:
а – общий вид растения; *б* – гнездо клубней;
в – листья на стебле, соцветие, клубни

Стебель топинамбура – прямой, прочный, высокий (от 150 до 320–360 см), в поперечном сечении неправильно-округлый, покрыт жесткими волосками. Окраска стебля зеленая, темно-зеленая, иногда с антоцианом. Стебли могут быть простыми или в разной степени ветвящимися. Число боковых ветвей у разных сортов земляной груши колеблется от 10–15 до 20–25, достигая 45–60.

Листья – черешковые, удлинненно- или широкояйцевидные, часто с сердцевидным основанием, остроконечные, с крупнозубчатыми краями, жесткоопушенные. На одном растении формируется до 500–600 листьев, на главном стебле листья крупные, длина их с черешком достигает 25–35 см, ширина составляет 4–20 см. Листья побегов ветвления значительно мельче.

Соцветие – корзинка, в которой собраны ярко-желтые краевые язычковые бесплодные цветки и внутренние трубчатые, образующие плоды. Диаметр корзинки 2–4 см. Располагаются соцветия на верхушках главного стебля и боковых ветвей. Цветение топинамбура начинается в августе и заканчивается в октябре. Опыление перекрестное. Семена образует плохо, даже при относительно благоприятных условиях.

Плод – семянка конусовидно-угловатой формы, длиной 2–4 мм, масса 1 000 семян 7–9 г. Окраска семянков серая и коричневая с кра-

пинками. Основным способом размножения топинамбура является вегетативный с помощью клубней.

Клубни топинамбура (рис. 19), как и картофеля, образуются в результате разрастания верхушек подземных побегов – столонов.

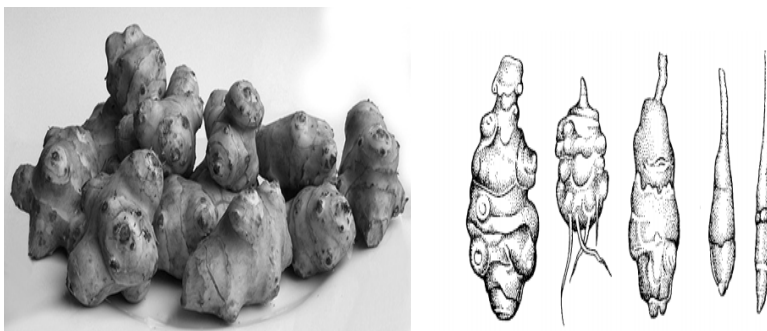


Рис. 19. Клубни топинамбура

Столоны образуются на подземной части стебля вблизи поверхности почвы. Длина столонов (от 5–6 см до 1 м) определяет компактность гнезда клубней. По величине различают клубни крупные, средние и мелкие при средней массе одного клубня 10–50 г. Разнообразна форма клубней: грушевидные, булабовидные, удлинненно-веретеновидные, неправильно-округлые, редко – удлинненные, кистевидные. Глазки клубней топинамбура, в отличие от картофеля, выпуклые, количество их на клубне обычно 8–12. Число клубней в гнезде от 15 до 30 шт. Окраска белая, желтая, розовая, красная, фиолетовая. Клубни топинамбура плохо хранятся, так как покровная ткань их слабо развита – очень тонкая, не имеет пробкового слоя.

Корневая система. У топинамбура, выращиваемого из семян, формируется стержневой, сильно разветвленный, глубоко проникающий в почву корень. При размножении клубнями формируется корневая система мочковатого типа, состоящая из нескольких мощных, напоминающих стержневой корень, сильно разветвленных и глубоко уходящих в почву, и большого количества более мелких придаточных корней, образующихся на подземной части побега возобновления и частично на клубнях.

Размножение топинамбура

Основным способом размножения земляной груши является вегетативный с помощью клубней. При недостатке посадочного материала топинамбур можно размножать зелеными черенками или черенками подземной части стебля, а также можно использовать части клубней, несущие на себе вегетативные почки. Особенность топинамбура состоит в том, что, несмотря на формирование на клубне нескольких глазков, пробуждается и идет в рост только одна почка (редко две). Остальные остаются спящими (рис. 20).

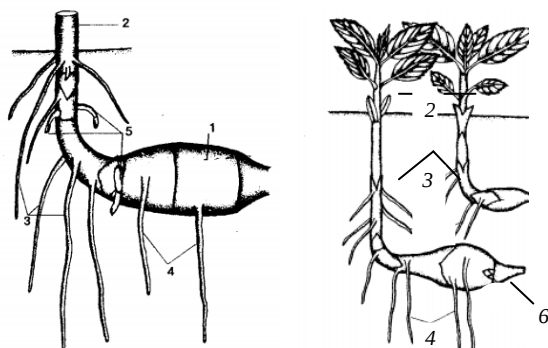


Рис. 20. Проращивание клубня и начальные этапы развития растений топинамбура при выращивании из клубней:

- 1 – материнский клубень; 2 – побег возобновления;
- 3 – придаточные корни на побеге возобновления;
- 4 – придаточные корни на материнском клубне;
- 5 – столоны в пазухах чешуйчатых листьев;
- 6 – спящая вегетативная почка

Размножение топинамбура семенами практикуют в основном в селекционной культуре.

Сорта топинамбура

Топинамбур – позднеспелая культура. Продолжительность вегетационного периода его составляет 120–200 дней. В начальный период развития топинамбур формирует корневую систему, надземная же часть растения растет медленно. Активный рост и интенсивное накопление урожая приходится на июль-август и даже сентябрь. Исходя из

особенностей климата Беларуси и целей выращивания топинамбура сорта этой культуры должны удовлетворять следующим требованиям: быть достаточно скороспелыми, устойчивыми к болезням и вредителям, урожайными по силосной массе и клубням, содержать повышенное количество протеина, каротина, инулина, микроэлементов, обладать хорошей зимостойкостью и заморозкоустойчивостью.

В Беларуси в Государственный реестр сортов внесен один сорт топинамбура силосного направления – Находка (1963 г.) и два сорта овощного направления – Десертный и Сиреники 1 (2012 г.).

Сорт Находка выведен на Майкопской опытной станции ВНИИР. Среднеспелый, высокоурожайный по клубням и среднеурожайный по зеленой массе. Характеризуется высоким слабоветвистым и среднеоблиственным стеблем. Стебель светло-зеленый, жесткоопушенный. Листья крупные, слабосердцевидные, зеленые; нижние листья рано усыхают. Клубни многочисленные (в гнезде до 35–40 шт.), округлой формы, с сильно выпуклыми глазками, средняя масса клубней 25–35 г, окраска белая. Гнездо клубней компактное.

Сорта Десертный и Сиреники 1 получены в КФХ «Сиреники» Минского района. Сорт Десертный – раннеспелый, имеет овальные клубни, Сиреники 1 – среднеранний, клубни удлинено-овальной формы.

В 30-х годах прошлого столетия на Майкопской опытной станции впервые были получены гибриды земляной груши с подсолнечником ($2n = 102$) $\times$ ($2n = 34$). Межвидовой гибрид ($2n = 68$) авторы называли **топинсолнечник**. Топинсолнечник – первое поколение межвидовых гибридов, размножаемых только вегетативно – клубнями. В результате посева гибридными семенами происходит расщепление на формы, резко различающиеся по высоте, ветвистости, облиственности стеблей, скороспелости, размеру, количеству, форме и окраске клубней, компактности гнезда, урожайности и т. д. Топинсолнечник делят на три группы: 1) формы типа подсолнечника (подсолнечниковидные); 2) формы типа земляной груши (топинамбуровидные); 3) промежуточные формы.

Для растений первой группы характерен толстый неправильно-округлый стебель; листья крупные, сердцевидные, напоминающие листья подсолнечника. Растения второй группы отличаются менее толстым, в разной степени ветвящимся и облиственным стеблем, удлинено-яйцевидными листьями средней величины.

Использование топинсолнечника такое же, как и земляной груши.

Задание. Охарактеризуйте культуру топинамбура, заполнив соответствующую таблицу в рабочей тетради.

1.3. Разработка технологии возделывания картофеля

Разработка технологии возделывания картофеля осуществляется в два этапа. На первом этапе определяется набор (перечень) агротехнических приемов и операций, составляющих предполагаемую технологию. В агрономической практике каждый из приемов может быть выполнен несколькими способами, с различными количественными характеристиками (рыхление – вспашка; глубина обработки и др.). При выполнении работы следует выбрать оптимальный для конкретных условий вариант. Разработку технологии следует вести применительно к конкретной сельскохозяйственной организации, лучше всего к конкретному учебно-опытному хозяйству. Основной отправной точкой для выбора лучшего варианта выполнения рассматриваемого агроприема является информация о климатических и особенно почвенных условиях, в которых разрабатываемая технология будет реализовываться. Следовательно, начинается разработка технологии с оценки условий, в которых она будет реализовываться, и оценки степени соответствия почвенно-климатических условий биологическим особенностям культуры.

Второй этап работы предполагает подачу рассмотренных приемов и операций в хронологической последовательности с одновременной оценкой их по количественным характеристикам и указанием агротехнических требований к ним. Также определяются марки сельскохозяйственных машин и тракторов (состав агрегатов), которыми намечается выполнение планируемых работ. То есть, по сути, разрабатывается и составляется агротехническая часть технологической карты возделывания картофеля.

Успешное выполнение работы по разработке технологии возделывания картофеля предполагает знание биологических особенностей культуры (рост, развитие, динамика накопления урожая, отношение к экологическим факторам жизни), достигнутого фактического и планируемого уровня урожайности картофеля в хозяйстве, возделываемых сортов, степени обеспеченности посадочным материалом, удобрениями, средствами химической защиты растений.

Выполнение работы по разработке технологии возделывания картофеля выполняется в следующей форме и последовательности:

1. Составляется карта хозяйственно-биологических показателей картофеля и приводятся основные показатели агроклиматических факторов.

2. Дается агрономическая оценка почвам сельскохозяйственной организации.

3. Анализируются данные о фактической урожайности картофеля в сельскохозяйственной организации за последние пять лет.

4. Делается заключение о потребности картофеля в основных факторах жизни и степени обеспеченности ими.

5. Разрабатывается агротехническая часть технологической карты (табл. 5, прил. 1).

Таблица 5. Хозяйственно-биологическая характеристика картофеля

Вегетационный период. Биологические параметры	Возможные календарные даты											
	Месяц											
	Апрель			Май			Июнь			Июль		
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31
1	2			3			4			5		
Фенофазы картофеля												
Продолжительность межфазных периодов, дн.												
Динамика накопления массы ботвы: г/куст												
ц/га												
Динамика накопления массы клубней: г/куст												
ц/га												
Отношение картофеля к температуре: - оптимальные значения - средние многолетние значения												

1	2	3	4	5	6	7
Потребность во влаге: - динамика водопотреб- ления - оптимальная влажность почвы - оптималь- ное количе- ство осадков - средние многолетние значения ко- личества вы- падающих осадков						
Динамика по- требления эле- ментов почвен- ного питания, %:						
N						
P ₂ O ₅						
K ₂ O						
Вынос с урожа- ем, кг:						
N						
P ₂ O ₅						
K ₂ O						
Площадь листь- ев						

Перечень приемов для разработки технологии возделывания картофеля:

- 5.1. Сорта – посадочный материал и его подготовка.
- 5.2. Определение предшественника.
- 5.3. Приемы основной подготовки почвы; весенняя подготовка почвы; послепосадочный довсходовый уход.
- 5.4. Оптимизация условий почвенного питания (удобрение).
- 5.5. Оптимизация условий воздушного и почвенного питания (густота посадки, площади питания).
- 5.6. Защитные мероприятия:
– обработка посадочного материала;

– защита от сорняков, фитофторы и колорадского жука в процессе вегетации.

5.7. Применение физиологически активных веществ, стимуляторов.

5.8. Контроль за формированием урожая.

5.9. Подготовка полей к уборке и выбор сроков уборки.

5.10. Закладка на хранение.

2. КОРНЕПЛОДЫ

2.1. Общая характеристика

В основу названия «корнеплоды» положены два ботанических понятия – «корень» и «плод», – несущих в себе представления о совершенно разных органах растения: корень – вегетативный орган, плод – генеративный. Следовательно, термин «корнеплод» носит не научный, а условный, сугубо прикладной, выработанный практикой характер. Данный термин акцентирует внимание на хозяйственной ценности и значении утолщенной части корня, служащей вместилищем запасных питательных веществ. Итак, **к корнеплодам** относят культуры, хозяйственно полезная часть урожая которых представлена разросшимся мясистым корнем. Основные питательные вещества, откладывающиеся в запасующих тканях корнеплодов в виде резервных, – углеводы.

Общим для всех культур данной группы является однотипность строения самого корнеплода (головка, шейка, собственно корень) и преимущественно двухлетний цикл развития. Стержневой корень рассматриваемых культур способен видоизменяться, преобразуясь в орган, предназначенный для отложения запасных питательных веществ. По сути, в процессе эволюции корнеплодных растений произошло изменение формы, строения и расширение функций, выполняемых корнем как органом растения. Возник орган, у которого главный корень, а также гипокотиль (подсемядольное колено) и эпикотиль (надсемядольное колено) в виде собственно корня, шейки и головки составляют единое тело. Этот орган обладает способностью к интенсивному образованию проводящих и запасующих тканей, а в результате – к утолщению, увеличению объема и массы.

В первый год жизни корнеплоды формируют разросшийся мясистый корень и розетку прикорневых листьев (рис. 21). В пазухах розеточных листьев закладываются почки, которые после перезимовки корнеплодов трогаются в рост, формируя стебли. По оси стеблей раскреветочены листья, а в верхушечной части формируются генератив-

ные органы. Порой в посевах корнеплодов первого года жизни встречаются растения, которые, образовав корнеплод, тут же переходят в генеративную фазу развития, формируя стебель с листьями по типу растений второго года жизни. Такие растения называют цветущими («цветуха»). Отклонением от нормального цикла развития является также «упрямое» поведение растений второго года жизни, продолжающих развиваться и после перезимовки корнеплодов по типу первого года жизни. Такие растения называют «упрямцы». В определенных условиях (температурный, световой режимы) способность вести себя по типу цветущих растений или же по типу упрямцев может проявляться у корнеплодных растений несколько лет подряд. То есть, по сути, они могут вести себя как многолетние растения. (Это прежде всего относится к сахарной свекле.)

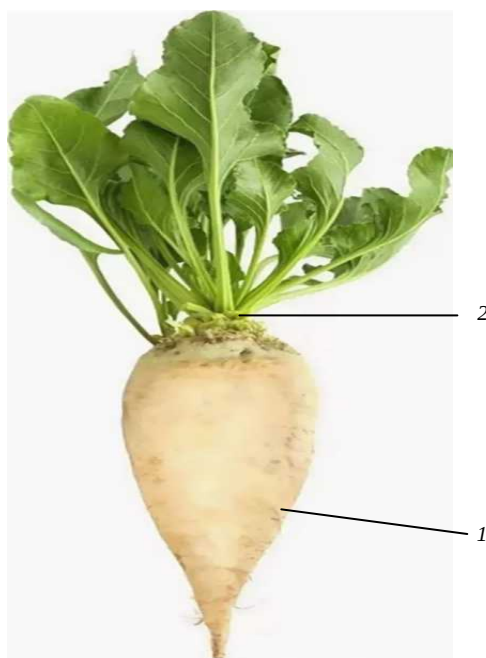


Рис. 21. Растение сахарной свеклы:
1 – разросшийся корень;
2 – розетка прикорневых листьев

Группа корнеплодов представлена растениями, относящимися к различным ботаническим семействам. Поэтому, характеризуясь сходным строением и типом развития, виды корнеплодных культур существенно различаются по многим морфологическим признакам и биологическим особенностям. Сравнительная оценка различных видов корнеплодов по морфологическим признакам приводится в табл. 6–9 и на рис. 22–25.

Т а б л и ц а 6. **Отличительные признаки семян корнеплодов**

Признак	Культура			
	Свекла	Морковь	Турнепс	Брюква
Посевной материал (плоды или семена)	Соплодия (клубочки) у много-семянных плодов, отдельные плоды (коробочки) у односемянных форм	Плод – дву-семянка; посев-ной материал – половинки плода	Семена	Семена
Форма семян	Коробочки и клубочки округло-угловатые; семена сдавленно-кольцеобразные	Двусемянки овальные; поло-винки удлиненно-яйцевидные	Шаровидная	Шаровид-ная
Размер (диа-метр) семян, мм	2–8	До 3	До 2	До 2 и более
Поверхность	У плодов бугор-чатая, у семян блестящая	Ребристая с тон-кими иглами-зацепками	Гладкая	Гладкая
Окраска	У плодов темно-серая, у семян коричневая	Желтая, серая, темно-коричневая	Коричневая	Темно-бурая или черная
Вкус	Безвкусные	Специфический морковный	Редечный	Свежей капусты

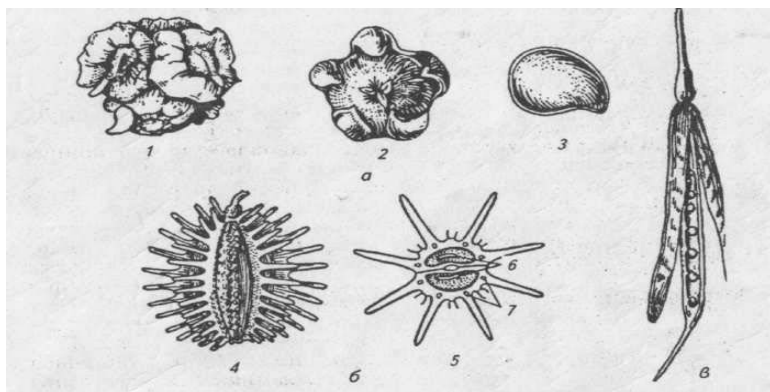


Рис. 22. Плоды свеклы (а), моркови (б), турнепса (в): 1 – соплодие свеклы; 2 – плод свеклы; 3 – семя свеклы; 4 – плод моркови (вид сбоку); 5 – плод моркови в поперечном разрезе; 6 – зародыш; 7 – масляные ходы

Признак	Культура			
	Свекла	Морковь	Турнепс	Брюква
Форма семя- дольных листочков	Удлиненно- ланцетная	Удлиненная, почти линей- ная	Овальная, с выем- кой на конце	Овальная, с выемкой на конце
Пластика первого настоящего листа	Цельная	Многokrатно сильно- рассеченная	Цельная или слабо- дольчатая, у после- дующих листьев рассеченность уве- личивается	Цельная или слабодольчатая, у последующих листьев рассе- ченность уве- личивается
Форма первого настоящего листа	Первые ли- стья оваль- ные, после- дующие сердцевидные	Рассеченная	Овальная	Овальная
Поверхность первого на- стоящего листа	Гладкая	Гладкая или с редкими волосками	Густо опушенная	Гладкая или с редкими волосками
Окраска первого настоящего листа	Светло- зеленая	Зеленая	Темно-зеленая	Темно-зеленая
Восковой на- лет на поверх- ности первого настоящего листа	Нет	Нет	Нет	Имеется



Рис. 23. Всходы корнеплодов: 1 – свеклы; 2 – моркови;
3 – турнепса; 4 – брюквы

Таблица 8. Отличительные признаки листьев корнеплодов

Признак	Культура			
	Свекла	Морковь	Турнепс	Брюква
Пластика листка	Цельная	Многokrатно мелкорассеченная	Цельная или слабо- рассеченная	Цельная или слабо- рассеченная
Форма листка	Сердцевидная или тре- угольная	Дважды-трижды перисто- рассеченная	Удлиненно- овальная	Удлиненно- овальная
Поверхность листка	Гладкая	Гладкая	Опушенная	Гладкая
Окраска	Зеленая	Зеленая	Светло- зеленая	Темно- зеленая
Восковой налет	Нет	Нет	Нет	Имеется

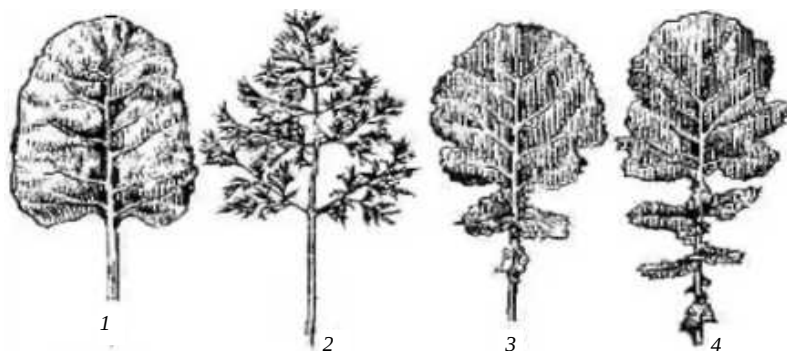


Рис. 24. Листья корнеплодов:
1 – свеклы; 2 – моркови; 3 – турнепса; 4 – брюквы

Т а б л и ц а 9. Отличительные признаки корнеплодов различных видов

Признак	Культура			
	Свекла	Морковь	Турнепс	Брюква
Расположение боковых корешков	Двумя вертикальными рядами с двух противоположных сторон корня	Четырьмя редкими рядами по четырем сторонам корня	На стержневом корне, являющемся продолжением собственно корня	По всей нижней поверхности собственно корня
Форма корнеплода	Коническая, цилиндрическая, мешковидная, перехватом, овальная, округлая	Коническая, удлинённая, цилиндрическая	Коническая, удлинённая, цилиндрическая, шаровидная	Овальная, шаровидная, округлая, плоская
Окраска подземной части	У сахарной – белая, у кормовой – желтая, оранжевая, красная	Белая, желтая, оранжевая, красная	Белая, желтая	Белая, желтая
Окраска надземной части	У сахарной – белая, у кормовой – серо-желтая, красно-фиолетовая, оранжевая	Белая, оранжевая, зеленая	Зеленая, фиолетовая	Зеленая, фиолетовая
Окраска мякоти	Белая	Белая, оранжевая, красная	Белая, желтая	Белая, желтая
Вкус корнеплода	Сладкий	Пряный, морковно-сладкий	Редечный	Редечный, сладковатый

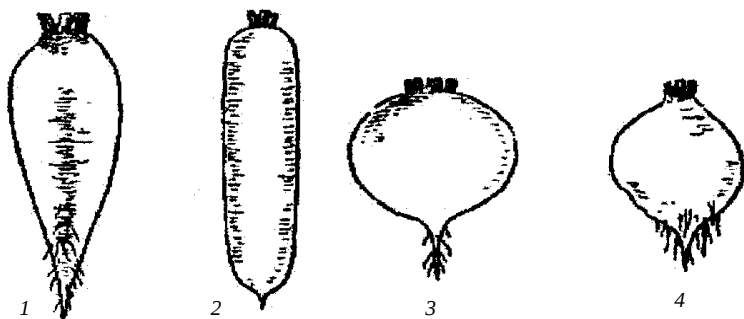


Рис. 25. Различие видов корнеплодов по корням (схема):
1 – свекла; 2 – морковь; 3 – турнепс; 4 – брюква

2.2. Свекла

Ботаническая характеристика

Современная классификация свеклы построена на комплексе морфо-физиологических и анатомических признаков с учетом ареала происхождения, распространения и степени скрещиваемости видов. По принятой в настоящее время классификации все многообразие свеклы, представленное культурными, дикими, однолетними, двулетними и многолетними формами, объединено в один ботанический род – свекла (*Beta* L.), относящийся к семейству Маревые (*Chenopodiaceae*). Род *Beta* L. представлен одним культурным и четырнадцатью дикими видами, которые объединены в три естественные группы (секции):

- канарская (Sect. *Patellares* Transch.) – 3 вида,
- горная (Sect. *Corollinae* Transch.) – 6 видов,
- обыкновенная (Sect. *Vulgaris* Transch.) – 6 видов.

В секцию *Vulgaris* входит отобранный и сформированный в процессе возделывания сборный вид *Beta vulgaris* L., который, в свою очередь, представлен двумя подвидами – *Beta cicla* и *Beta crassa*.

1. *Beta cicla* – листовая свекла с тремя группами разновидностей: а) листовая салатная свекла (convar. *vulgaris* L.); б) черешковая салатная свекла (convar. *petiolata*); в) гибридная черешковая декоративная свекла (convar. *variocicla*).

2. *Beta crassa* – корнеплодная свекла также с тремя группами разновидностей: а) столовая свекла (convar. *cruenta*); б) кормовая свекла

(сорт *crassa*); в) сахарная свекла (сорт *saccharifera*), включающая односемянную форму *f. monosperma*). Внутри названных групп выделяют девятнадцать разновидностей.

Дикие виды свеклы, как правило, не скрещиваются или плохо скрещиваются с культурной свеклой. Вместе с тем они несут много ценных признаков, таких как раздельноплодность, устойчивость к болезням, самофертильность, крупноплодность, представляющих интерес для практической селекции. В качестве исходного селекционного материала для создания сортов и гибридов чаще всего используют формы сахарной свеклы, различающиеся биоморфологическими особенностями. Это разновидности фертильные по пыльце:

- диплоидная многосемянная свекла с обоеполыми цветками ($2n = 18$);

- диплоидная односемянная свекла с обоеполыми цветками ($2n = 18$);

- тетраплоидная многосемянная свекла с обоеполыми цветками ($2n = 36$);

- тетраплоидная односемянная свекла с обоеполыми цветками ($2n = 36$).

Отдельно отстоят растения, представленные формами с мужской цитоплазматической стерильностью (ЦМС). По сути, растения со стерильной пылью являются однополыми, функционально женскими, хорошо воспринимающими пыльцу других растений и формирующими только гибридные семена.

Особенности строения, роста и развития свеклы

Из названных выше трех групп разновидностей корнеплодной свеклы (*Beta crassa*) как полевые культуры возделывают две – сахарную и кормовую. В строении и развитии этих культур много общего, сходного. Более подробно остановимся на особенностях строения, роста и развития сахарной свеклы.

Плоды и семена. Обычно одиночный плод свеклы называют орешком или ложным орешком. Однако в последнее время многие свекловоды определяют его как плод коробочка. Основными составными частями плода являются околоплодник и семя (рис. 26).

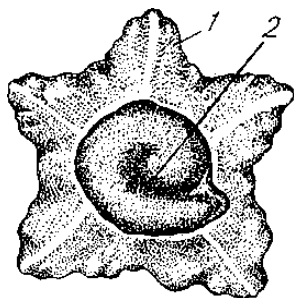


Рис. 26. Плод свеклы:
1 – гнездо околоплодника;
2 – семя

Околоплодник состоит из гнезда и крышечки. Гнездо представляет собой небольшую полость сферической или блюдцевидной формы, в которой размещается семя. Крышечка, соответствуя своему названию, закрывает гнездо околоплодника, удерживая в нем семя от самовыпадения. Форму свеклы, образующую одиночные плоды, называют односемянной (раздельноплодной), а форму, у которой несколько плодов срастаются в одно соплодие (клубочек) – многосемянной (сростно-плодной) (рис. 22, а (1 и 2); рис. 27).

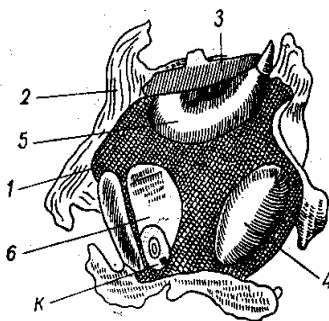


Рис. 27. Клубочек-соплодие сахарной свеклы:
1 – ткань соплодия; 2 – засохшие чашелистики;
3 – крышечка плода; 4–6 – семена; К – корешок

Поверхность околоплодника шероховатая, чем обусловлена пониженная текучесть свекловичных семян; неровности поверхности околоплодника являются местом, где могут накапливаться разнообразные возбудители инфекционных заболеваний проростков. Для снижения

шероховатости поверхности околоплодника семенной материал свеклы шлифуют, а для предотвращения развития носителей инфекции – протравливают, а еще лучше дражируют, вводя в дражировочный состав нужные реактивы, химикалии, стимуляторы роста.

Окраска околоплодников желто-бурая, форма клубочков округло-угловатая, размер – 2–6 мм, масса 1 000 шт. – 20–40 г (у односемянных плодов – 10–20 г). Семена, используемые на посев, должны быть откалиброваны и иметь диаметр фракций 3,5–4,5 мм (после дражирования – 3,75–4,75 мм). В околоплоднике накапливаются физиологически активные вещества, которые в первое время после формирования семян ингибируют их прорастание, у высеянных – стимулируют. Околоплодники, состоящие из рыхлых паренхимных клеток, обладают повышенной гигроскопичностью, что необходимо учитывать при хранении семян свеклы.

Семя, располагающееся в гнезде плода, почковидно-эллипсовидной формы, с заостренным выступом. Семена мелкие: их масса составляет 4–6 мг, длина – 2 мм, ширина – 1,5 мм, толщина – 1 мм. У односемянной свеклы семена несколько крупнее, у многосемянной – мельче. Семена свеклы покрыты двумя семенными оболочками. Наружная оболочка, непосредственно соприкасающаяся с внутренними стенками гнезда и крышечкой околоплодника, имеет гладкую поверхность, вишнево-красного цвета с характерным блеском. Больные, потерявшие жизнеспособность семена блеск теряют. Внутренняя оболочка светло-кремового цвета. Непосредственно под внутренней оболочкой размещается зародыш – образование кольцевидно-изогнутой формы, охватывающее центральную часть семени, представляющую собой перисперм – массив клеток, заполненных питательными веществами, используемыми при прорастании семян. Эндосперм у свекловичных семян представлен тонким слоем клеток, охватывающих лишь зону корешка зародыша.

Зародыш семени достаточно четко дифференцирован на органы. Он представлен зародышевым корешком, двумя семядолями, между которыми у их основания размещается меристематический бугорок – почечка.

Кончик зародышевого корешка представлен клетками верхушечной меристемы, прикрытыми корневым чехликом. После прорастания семени клетки верхушечной меристемы начинают быстро делиться, увеличиваться в объеме, обеспечивая рост корня. Из клеток первичной меристемы также развиваются ткани центрального цилиндра и первичной коры корня. В центральной части корешка по его длине прохо-

дит прокамбиальный тяж. Его клетки после прорастания семени дифференцируются в проводящие ткани центрального цилиндра самого корня и гипокотилия.

Семядоли, как и зародышевый корешок, состоят из меристематических клеток, способных к интенсивному образованию новых клеток в период прорастания семени. Зародышевый корешок после прорастания семени быстро начинает расти вглубь почвы, а верхняя часть его со временем превращается в тело корня свеклы; семядоли выносятся на поверхность почвы благодаря разрастанию подсемядольного колена (гипокотилия); почечка формирует головку корня (эпикотиль). Длина зародыша (от верхушки корешка до верхушки семядоли) – 2,5–3 мм. Большая часть этой длины приходится на семядоли, меньшая – на зародышевый корешок (рис. 28).

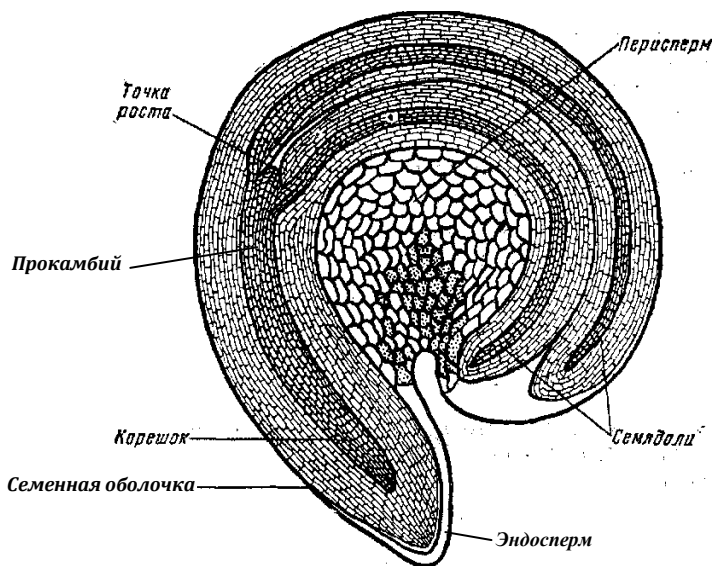


Рис. 28. Зародыш свеклы

В семенах содержатся разнообразные органические соединения, необходимые для прорастания. В перисперме содержится преимущественно крахмал; белки, жиры и лецитин – в зародыше. Одревесневший околоплодник в основном представлен клетчаткой, лигнином, гемицеллюлозой.

Естественно, что чем крупнее семена, чем больше запас питательных веществ в них, тем лучше развитые и более продуктивные растения они смогут сформировать.

Проросток. Прорастание свекловичных семян начинается с их пробуждения, обусловливаемого набуханием плодов (оптимальная влажность почвы 65 % ППВ), а также определенным тепловым режимом (оптимальная температура 20 °С). Околоплодник поглощает воды в 1,5–2 раза больше собственной массы; для набухания и прорастания собственно семян достаточно 40 % воды от их массы. В плодах, напитавших достаточное количество влаги, происходит активизация ферментов. Запасные питательные вещества, сосредоточенные в перисперме, используются в качестве энергетического и пластического материала. Первым трогаются в рост корешок зародыша: растущая верхушка корешка прорывает семенные оболочки, приподнимает крышечку и оказывается в почве, где закрепляется и начинает поглощать влагу и питательные вещества. Через несколько дней растущий в противоположном направлении гипокотиль выносит на поверхность почвы семядоли. В первый период прорастания, пока внутренняя семядоля находится в соприкосновении с клетками перисперма, зародыш использует питательные вещества последнего. Весьма существенным является сам факт задержки семядолей в полости плода. Именно через клетки внутреннего семядольного листочка идет поступление питательных веществ перисперма в растущие клетки зародышевого корешка и гипокотыля. Гипокотиль первоначально растет, образуя изгиб. Благодаря этому семядоли и могут какое-то время оставаться в полости плода, обеспечивая питанием растущие клетки зародыша. Постепенно растущий гипокотиль вытягивает семядольные листочки из семенной оболочки, а выравниваясь, выносит их на поверхность почвы. Вынесенные за пределы гнезда семядольные листочки могут использовать лишь запасные питательные вещества, накопленные в клетках их паренхимы. Отсюда важность тщательной подготовки почвы для посева свеклы, своевременность посева и оптимальная глубина заделки семян, обеспечивающие процесс становления ростка и вынос семядолей на поверхность почвы с минимальными энергетическими затратами. Вынесенные на поверхность почвы семядольные листочки быстро зеленеют, растение переходит на автотрофное питание. При относительно благоприятных условиях всходы появляются через 8–10 дней после посева, обычно же продолжительность периода «посев – всходы» составляет 9–14 дней.

Взошедшее растение, представляющее собой лишь разросшиеся составные части зародыша, называют проростком (рис. 29), а период вегетирования проростка от момента появления всхода до первой пары настоящих листьев – фазой «вилочки».

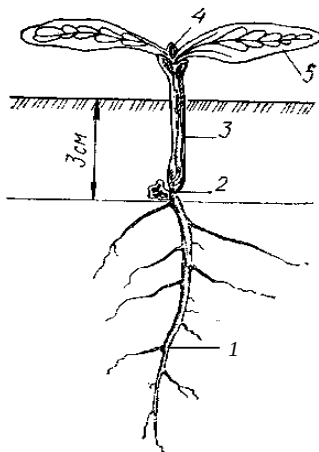


Рис. 29. Строение проростка сахарной свеклы:

- 1 – собственно корень;
- 2 – околоплодник;
- 3 – подсемядольное колено;
- 4 – почечка;
- 5 – семядоли

Длина семядольных листочков 2–3 см, ширина – 0,5–1,0 см. Между семядольными листочками, в их основании, размещается почечка с точкой роста. Деление клеток точки роста сопровождается образованием зачатков настоящих листьев. Этот процесс у свеклы протекает непрерывно в течение всего вегетационного периода. При появлении третьей-четвертой пары настоящих листьев семядоли отмирают. Продолжительность функционирования семядольных листочков составляет, следовательно, две-три недели.

Корень проростка, развившийся из корешка зародыша, в фазе вилочки имеет длину 10–15 см и образует несколько боковых корней.

Часть проростка, составляющая участок между корнем и семядолями, являет собой подсемядольное колено (гипокотиль). Большая часть гипокотилия, соответствующая глубине заделки семян, расположена в почве, меньшая часть, непосредственно несущая семядоли, – над ее поверхностью. Обе части гипокотилия представляют собой стеблевое образование. В отличие от осевого корня на подземной части гипокотилия проростка боковых корней нет. Зато на его коже есть устьица, которых нет на коже корня. Начальный период развития проростка, начиная с выноса на поверхность почвы семядольных ли-

сточков, показан на рис. 30. Для проростков сахарной свеклы характерна розовая (80 % проростков) и зеленовато-белая (20 % проростков) окраска гипокотилия. Для кормовой свеклы типичны красные и желтовато-оранжевые тона. У сахарной свеклы пигментированы только клетки паренхимы первичной коры, у кормовой – также клетки центрального цилиндра проростка и собственно корня.

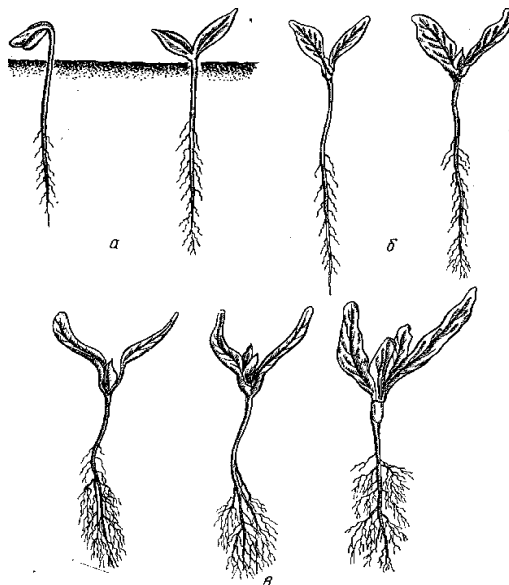


Рис. 30. Начальный период развития проростка: *а* – раскрывание семядолей; *б* – фаза «вилочки»; *в* – фаза первой пары настоящих листьев

Корневая система. Корнеплод и его морфологические особенности. Корень свеклы, наряду с традиционными функциями поглощения воды и питательных веществ из почвы, а также их превращения, служит еще и местом отложения запасных питательных веществ, обеспечивающих возобновление вегетации растений второго года жизни. Для свеклы характерен стержневой тип корневой системы, представленный хорошо развитым главным корнем, от которого, в свою очередь, отходит большое количество боковых корней. Главный корень развивается из зародышевого корешка. Зародышевый корешок, вы-

шедший за пределы околоплодника и оказавшийся в почве, покрыт однослойной кожей, клетки которой поглощают из почвы влагу и питательные вещества, а также дают начало корневым волоскам. Корневые волоски, представляющие собой трубчатые выросты клеток кожицы, значительно увеличивают всасывающую поверхность корневой системы. Зона корневых волосков начинается буквально на несколько миллиметров выше заглубляющейся в почву верхушки корня. Боковые корни, возникающие на главном корне, называются боковыми корнями первого порядка, от корней первого порядка отходят боковые корни второго порядка, от корней второго порядка – боковые корни третьего порядка и т. д. Боковые корни на оси главного корня появляются очень рано, еще до появления на поверхности почвы семядольных листочков.

Различают первичные и вторичные боковые корни. Первичные появляются на стержневом корне проростка и образуются из клеток перицикла, расположенных против первичной ксилемы. Вторичные боковые корни возникают постоянно в процессе всего периода роста корнеплода, формируя два продольных ряда как непосредственно на корнеплоде, так и по всей длине главного корня, уже за пределами корнеплода. Вторичные корни возникают и формируются из периферической эмбриональной ткани, расположенной под пробковой тканью. В этом же месте закладываются и новые кольца меристемы. Поэтому вторичные боковые корни, будучи связанными с разными кольцами пучков, играют очень важную роль в обеспечении элементами минерального питания как молодых наружных тканей, так и тканей, возникших в самом начале развиваются растения, т. е. более старых. Чем ниже по телу корнеплода расположены боковые корни, тем они моложе. Вторичные боковые корни формируют два расположенных с противоположных сторон корнеплода вертикальных ряда, часто с легким спиральным скручиванием. Ряды эти соответствуют плоскости расположения семядолей и первичной ксилемы.

Проникновение главного корня в глубь почвы происходит весьма интенсивно, с достаточно большой скоростью. К концу фазы «вилочки» корень достигает глубины 15–20 см, т. е. глубины относительно устойчивой влажности почвы. В фазе трех пар настоящих листьев главный корень проникает уже на 60–70 см, у взрослых растений – на 2 м и более, достигая в отдельных случаях глубины 3–6 м. Наиболее активный рост главного корня проявляется во время интенсивного листообразования. Одновременно с ростом в глубь почвы корневая система разветвляется в ширину: в фазе первой пары настоящих листьев – 6 см, второй – 9 см, третьей – 14 см, четвертой – до 16 см. Дли-

на боковых корешков взрослых растений свеклы может достигать 1 м. По почвенному профилю наиболее густая сеть боковых корней, занимая всю ширину междурядья (45 см), размещается в горизонте 0–30 см. (При глубоком залегании грунтовых вод возможно и 0–100 и 0–150 см.)

В благоприятных почвенных условиях корневая система сахарной свеклы формирует три яруса боковых корней: верхний – 0–40 см, средний – 40–70 см и нижний – глубже 70 см (рис. 31). Характер, мощность и степень развития корневой системы сахарной свеклы могут заметно варьироваться в зависимости от почвенных условий (структурность, плотность, условия питания, водный режим, аэрация и др.), глубины залегания грунтовых вод. В целом же более мощная корневая система формируется в слоях почвы более обеспеченных влагой и питательными веществами.

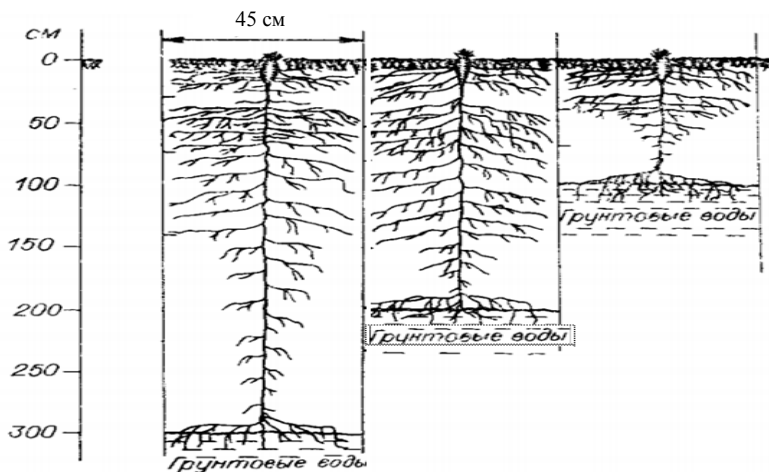


Рис. 31. Схема распределения корневой системы у взрослого растения сахарной свеклы первого года жизни

Несмотря на мощную, весьма разветвленную корневую систему, ее удельный вес в общей массе растения невелик: в период уборки на долю корнеплода приходится более 70 %, на листья – свыше 22 %, а на корневую систему – менее 7 %.

Параллельно с формированием и ростом описанной выше питающей корневой системы разрастается и главный корень. Типичная форма взрослого корнеплода сахарной свеклы удлиненная, конусообраз-

ная с боковым двухсторонним сжатием и куполообразной конической головкой. Однако для свеклы характерна весьма значительная изменчивость формы корнеплода, определяемая как сортовыми особенностями, так и условиями произрастания, прежде всего увлажнением и плотностью почвы. Так, при недостаточной влажности почвы формируются корнеплоды четко выраженной конической формы, при избыточной влажности корнеплоды приобретают овальность, напоминая кормовую и даже столовую свеклу.

У главного корня свеклы различают четыре части: головку, шейку, собственно корень и хвостик (рис. 32).

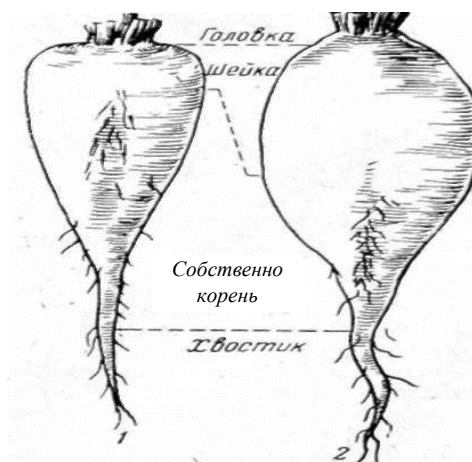


Рис. 32. Строение корня сахарной (1) и кормовой (2) свеклы

Головка — это верхняя часть корнеплода, представляющая собой укороченный стебель, несущий листья с пазушными почками и конус нарастания в центре. Головка формируется над поверхностью почвы в основном в результате разрастания надсемядольного колена. Ее длина составляет 10–15 % общей длины корнеплода и 11–13 (до 19) % его массы. Содержание сахара в головке на 5–6 % меньше, чем в средней части корнеплода.

Шейка — переходная часть корнеплода между головкой и собственно корнем. У сахарной свеклы длина ее небольшая — 1–3 см, масса шейки — 10–20 % от массы всего корнеплода. По содержанию саха-

ра шейка является полноценной частью корнеплода. Формируется шейка корнеплода, как отмечалось ранее, за счет разрастания подсемядольного колена. Часть шейки корнеплода размещена непосредственно в почве, часть – над поверхностью почвы. При обычных условиях произрастания на шейке не образуются ни боковые корни, ни тем более листья.

Собственно корень (корневое тело) – основная часть корнеплода, составляющая 65–85 % его длины. Граница между шейкой и корневым телом корнеплода – место, где начинаются продольные бороздки с боковыми корнями. Нижняя граница собственно корня условна. Формируется собственно корень за счет разрастания зародышевого корешка. Эта часть корнеплода имеет четко выраженную коническую форму и полностью размещена в почве.

Хвостиком считают самую тонкую часть корня, диаметр которой менее 10 мм. Длина же хвостика может достигать 1–2 м и более.

Для корнеплодов кормовой свеклы характерно большее разнообразие форм по сравнению с сахарной: у различных сортов кормовой свеклы корнеплоды могут быть мешковидные (укороченно-цилиндрические), мешковидные с перехватом, удлиненно-овальные, удлиненно-овальные с утолщением в средней части, конические, округлые. У большинства сортов кормовой свеклы больше развита шейка, меньше – собственно корень. Поэтому $\frac{2}{3}$, а иногда и $\frac{3}{4}$ части корнеплода находятся над поверхностью почвы. У корнеплодов полусахарной свеклы шейка развита меньше, чем собственно корень, и $\frac{2}{3}$ – $\frac{3}{4}$ их погружены в почву.

Во внешнем виде корнеплодов, их строении встречаются различного рода отклонения от описанного строения – деформации. Это ветвистость корня, дуплистость корня, многоголовчатость, а также бугристость, морщинистость.

Анатомическое строение корнеплодов. Рост и развитие растений сахарной свеклы, начиная со становления ростка и появления всходов, сопровождаются закономерным изменением анатомического строения осевых органов.

У всходов (в фазе «вилочки») анатомию осевых органов определяет еще эмбриональное строение зародыша, которое называется первичным. Для первичного строения характерно наличие двух слоев тканей: центральной и периферийной, соответственно центральный цилиндр и первичная кора. Снаружи эти ткани покрыты однослойной кожицей (рис. 33).

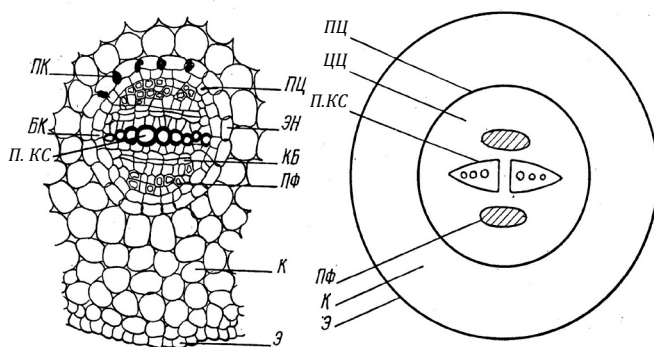


Рис. 33. Первичное строение корня свекловичного проростка:
 Э – эпидермис; К – первичная кора; ПФ – первичная флоэма;
 П.КС – первичная ксилема; ПЦ – перицикл; ЭН – эндодерма;
 КБ – камбий; БК – место заложения боковых корней;
 ПК – пятна Каспари; ЦЦ – центральный цилиндр

Центральный цилиндр по своему строению достаточно сложен. Он представлен *проводящим пучком* и *окольцовывающим* его *перициклом*. Проводящий пучок, в свою очередь, представлен *первичной ксилемой* (древесина), *первичной флоэмой* (луб), клетками основной ткани – *паренхимы*. Первичная ксилема – *водоносная ткань*, по которой растворенные питательные вещества почвы поступают к семядолям. Первичная ксилема в виде двух радиальных пучков отходит от центра центрального цилиндра к его периферии. Соответственно происходит уменьшение величины сосудов. Периферийные, наиболее мелкие сосуды радиальных пучков древесины соприкасаются с клетками перицикла. Оба радиальных пучка первичной ксилемы в виде своеобразной пластины расположены в корне в плоскости расположения семядольных листочков. К радиальным пучкам древесины с обеих сторон прилегают участки основной ткани, составленной тонкостенными клетками паренхимы. За основной тканью, соприкасаясь с перициклом, двумя полулунными участками располагается первичная флоэма.

Ситовидные трубки первичной флоэмы служат для передвижения из листьев к корню и гипокотилу продуктов фотосинтеза. Клетки перицикла, окружающие первичную ксилему и участки первичной флоэмы, способны делиться. За счет разрастания перицикла происходит утолщение молодого корня. Перицикл является также образовательной тканью: клетки перицикла, расположенные в плоскости первичной

ксилемы, дают начало боковым корням, располагающимся двумя продольными рядами с двух сторон корнеплода. Несколько позже в перидикле закладывается феллоген, образующий защитную пробковую ткань корнеплода. Описанное строение проводящего пучка характерно для собственно корня по всей его длине и нижней части гипокотилия, стыкующейся с корнем. Вблизи же семядольных листочков единый центральный пучок раздваивается, изменяя расположение элементов ксилемы и флоэмы в верхней части гипокотилия.

Перидикл окружен клетками многослойной первичной коры. Самый внутренний, прилегающий к перидиклу слой клеток первичной коры называется эндодермой. На участке корня у большинства клеток эндодермы радиальные внутренние стенки пробковеют и образуют утолщения, называемые пятнами Каспари. Стенки клеток эндодермы, обращенные в сторону основного массива клеток коры, остаются неутолщенными. Клетки эндодермы на участке гипокотилия опробковению не подвержены. За клетками эндодермы следуют крупные тонкостенные паренхимные клетки, расположенные в 4–7 слоев и составляющие массив клеток первичной коры. Они служат, с одной стороны, своеобразной запасающей тканью на поверхности корня, с другой стороны, составляют защитный чехол для центрального цилиндра. Клетки паренхимы коры гипокотилия, в отличие от таких же клеток корня, содержат хлорофилловые зерна. Клетки паренхимы коры окольцованы слоем экзодермы, непосредственно за которой следует наружный покровный слой клеток – кожица. Кожица покрывает весь проросток. Однако имеются некоторые различия в строении кожицы корня и гипокотилия. У корня она не покрыта кутикулой и состоит из живых клеток с тонкими целлюлозными оболочками. В ней нет устьиц. Такую первичную покровную ткань называют эпиблемой. Клетки эпиблемы способны образовывать выросты в виде корневых волосков, многократно увеличивая всасывающую поверхность корня. Кожица гипокотилия – типичный эпидермис. Она покрыта кутикулой, выполняющей защитную роль, и имеет устьица, обеспечивающие газообмен и транспирацию.

Описанное выше первичное строение проростка сохраняется только до появления первой пары настоящих листьев, после чего начинаются вторичные изменения в строении проводящего пучка и корня и гипокотилия.

С появлением первой пары настоящих листьев анатомическое строение проростка начинает усложняться: в паренхимных клетках ткани центрального цилиндра между радиальными клетками первичной кси-

лемы и клетками первичной флоэмы возникают клетки первичного камбия, образуя камбиальные дуги. Камбиальные дуги смыкаются с клетками кольца перикцикла, приобретают округлую форму и таким образом создают первое камбиальное кольцо. В результате деления его клеток в направлении центра корнеплода откладываются клетки вторичной ксилемы, а в периферийном направлении – клетки вторичной флоэмы. Вторичная флоэма и клетки паренхимы образуют вторичную кору, которая окольцована клетками пробковой ткани. Разрастаясь, пробковая ткань разрывает первичную кору. Происходит ее сбрасывание. Это явление, завершающееся в фазе 4–5 пар настоящих листьев, называется линькой корня, а анатомическое строение корнеплода в этот период – вторичным (рис. 34).

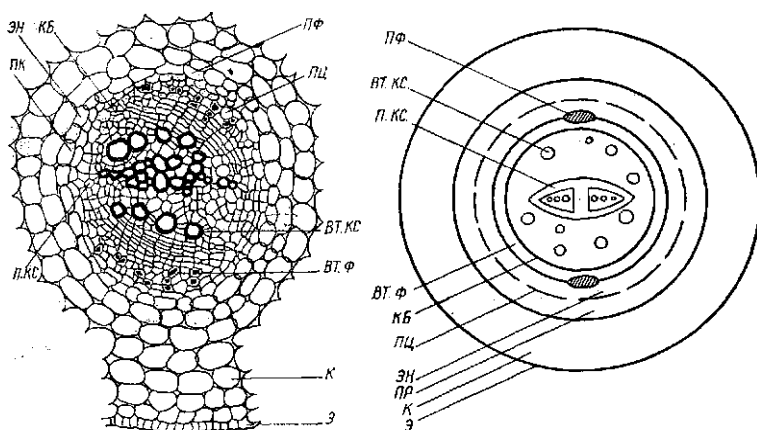


Рис. 34. Вторичное строение молодого корня свеклы: П. КС – первичная ксилема; ПК – пятна Каспари; ЭН – эндодерма; КБ – камбий; ПФ – первичная флоэма; ПЦ – перикцикл; ВТ. КС – вторичная ксилема; ВТ. Ф – вторичная флоэма; К – первичная кора; Э – эпидермис; ПР – прокамбий

Дальнейшее утолщение корнеплода происходит за счет образования в паренхиме вторичной коры клеток второго, третьего и последующих камбиальных колец, формирующих новые концентрические кольца сосудисто-волокнистых пучков. У сахарной свеклы таких колец образуется 9–12, у кормовой – 5–6. В клетках паренхимы, входящих в состав этих колец, откладывается значительное количество сахара. Образование новых колец знаменует собой переход к третичному

строению корнеплода (рис. 35). У свеклы может одновременно образовываться несколько колец проводящих пучков. Но находятся они на разных стадиях развития. Камбиальные кольца различаются по ширине: центральные, образовавшиеся раньше, шире, так как продолжительность их роста больше. Более молодые периферийные кольца тоньше. Итак, в основе третичного строения и роста корнеплодов лежит суммарный процесс, состоящий из нескольких процессов вставочного характера.

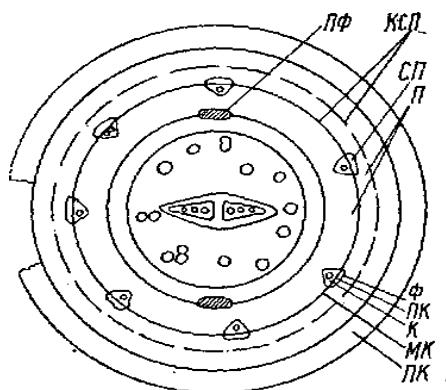


Рис. 35. Начало третичного строения
корня свеклы (линька): *ПФ* – первичная
флоэма; *КСП* – кольца сосудисто-волокнистых
пучков; *СП* – сосудисто-волокнистый пучок;
П – паренхима; *К* – ксилема пучка;
МК – межпучковый камбий; *ПК* – первичная кора

Сосудисто-волокнистые пучки не изолированы один от другого, а соединены между собой в систему сетки, связывающей корнеплод в целостную систему. Такое переплетение пучков получило название анастомозирования. По сравнению с другими частями корнеплода оно чаще наблюдается в головке корнеплода (рис. 36).

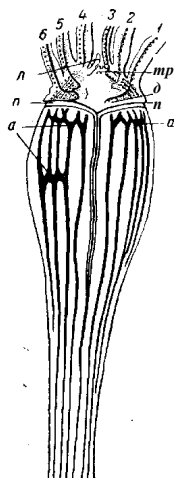


Рис. 36. Продольный разрез свеклы в плоскости семядолей:
1–6 – черешки листьев; *тр* – точка роста; *л* – зачаток молодого листа; *п* – тяжи сосудисто-волокнистых пучков, идущих в семядоли; *д* – тяж, идущий в первый лист; *а* – анастомозы между сосудами

Листья свеклы. Выше отмечалось, что при прорастании свеклы на поверхность почвы выносятся семядольные листочки с вегетативной почкой между ними. В результате жизнедеятельности этой почки через 10 дней после появления семядолей образуются настоящие листья. Первые 10 листьев образуются парами, последующие – поодиночно.

Первые три пары настоящих листьев образуются через каждые 2–3 дня, потом новые листья появляются через 1,5–2 дня. Всего за период вегетации на головке корнеплода образуется 50–60 размещенных спирально листьев. Первые пары листьев функционируют 20–25 дней, после чего отмирают. Поверхность листьев одного растения достигает 3–4 тыс. см².

Лист свеклы состоит из листовой пластинки и черешка. Форма пластинок первых 6–8 листьев лопатчатая с тупой верхушкой и клиновидным основанием. Наибольшая ширина посередине пластинки. Форма последующих листьев широкояйцевидная с наибольшей шириной у основания, которое приобретает сердцевидную форму. Поверхность листа может быть гладкой или гофрированной, в зависимости от сорта и условий выращивания. Края листьев волнистые. Окраска листьев зависит от их возраста, условий питания и влажности. Молодые листья салатово-зеленые, с возрастом их окраска изменяется от светло- до темно-зеленой. Отмирающие листья приобретают желто-сериозеленый цвет. Более интенсивно окрашены средние листья. У молодых ярко выражен блеск, поверхность стареющих листьев приобретает матовость.

Черешок листа на поперечном разрезе имеет ребристо-треугольную форму.

В основании черешков листьев (на головке корнеплода) формируются репродуктивные почки, дающие на второй год жизни начало цветonoсным побегам.

Форма розетки листьев может быть приподнятой или развесистой. Развитие растений первого года жизни показано на рис. 37.

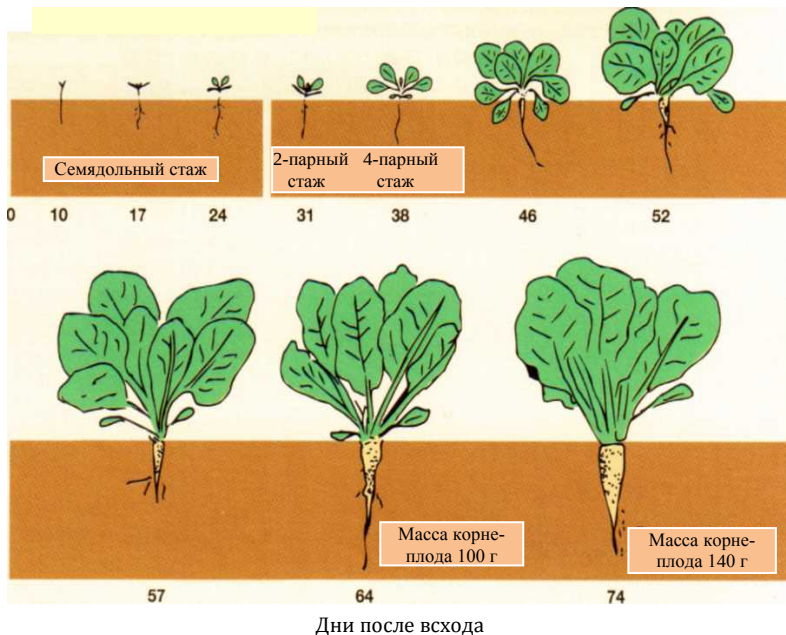


Рис. 37. Этапы развития сахарной свеклы

Строение растений свеклы второго года жизни. После зимнего хранения корнеплоды, будучи высаженными в грунт, первоначально формируют розетку прикорневых листьев, а через 20–30 дней после посадки – стеблевые побеги. При этом анатомическое строение корне-плода не изменяется, боковые корни, образующиеся на тех же местах, что и в первый год жизни, проникают на глубину 1,5–2,5 м и разрас-таются в стороны на 50–60 см.

Стебли достигают высоты 1,0–1,5 м. В нижней части форма стебля цилиндрическая, в средней и верхней – ребристая. На каждом корне-

плоде формируется от одного до десяти – двенадцати стеблевых побегов, по всей длине покрытых листьями. Нижние листья крупные, черешковые. Выше по стеблю листья становятся меньше по размеру и в зоне образования цветков переходят в прицветники. В их пазухах поодиночно или группами из 2–6 штук развиваются цветки. В результате формируется соцветие рыхлый ложный колос. Цветки пятерного типа, обоеполые (рис. 38). Свекла – перекрестноопыляющееся растение. Иногда (особенно в северных широтах) возможно самооплодотворение. Пыльцу могут переносить либо насекомые, либо она переносится ветром. Цветение заканчивается образованием плодов и семян. Продолжительность цветения одного цветка 6–7 часов, цветков всего растения – 20–40 дней.



Рис. 38. Верхушка цветоносного стебля свеклы и цветки:
 нз – семяпочка; пр – пестик; n – тычинки; ч – околоцветник;
 з – железистое кольцо

Возделываемые растения второго года жизни называются *высадками*. В их развитии выделяют следующие фазы: розетка листьев, образование цветоносных побегов, бутонизация, цветение, завязывание и налив семян, созревание семян. В индивидуальном развитии сахарной свеклы выделяют 12 этапов органогенеза (рис. 39).

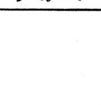
Фазы развития и состояние органов растения		Этапы органогенеза		
Фаза семядолей		I Недифференцированный конус нарастания		
Начало развития настоящих листьев		II Дифференциация зачаточного стебля и закладка пазушных почек		
Развитие листового аппарата				
Взрослое растение свеклы на первом году жизни				
Корнеплод свеклы при выкопке		III, Начало вытягивания конуса нарастания		
Корнеплод свеклы в хранилище		III ₂ Сегментация оси главного соцветия		
Образование боковых лопастей соцветия		IV Формирование цветковых бугорков		
Зачаточный цветок		V Формирование отдельных цветков		
Формирование археспориальной ткани				
Отдельный цветок		VI Формирование элементов цветка		
Тычинка				
Корнеплоды в хранилище				
Растение на втором году жизни (развитие цветonoса)		VII Рост соцветия и отдельных цветков		
Раскрытый бутон				
Соцветие		VIII Окончательное формирование соцветия и бутонов		
Соцветие		IX Цветущее растение второго года жизни		
Раскрытый бутон				
Плод			X-XII Формирование и развитие семян	
Семя				

Рис. 39. Основные фазы и этапы органогенеза свеклы

2.3. Морковь

Ботаническая характеристика

Морковь (*Daucus carota* L.) – двулетнее растение из семейства Зонтичные (Umbelliferae). В первый год жизни, как и свекла, она образует розетку листьев и мясистый утолщенный корень – корнеплод. Семена моркови, прорастая, выносят на поверхность почвы узкие линейные семядоли. Почка, расположенная между ними, формирует настоящие листья. Прикорневые листья составляют розетку. Тип прикорневых листьев – трех – пятикратноперисторассеченные, с большим количеством узких долек.

Корнеплоды, высаженные на второй год, изначально образуют розетку листьев, затем формируют цветоносный стебель высотой 0,5–1,5 м (рис. 40).

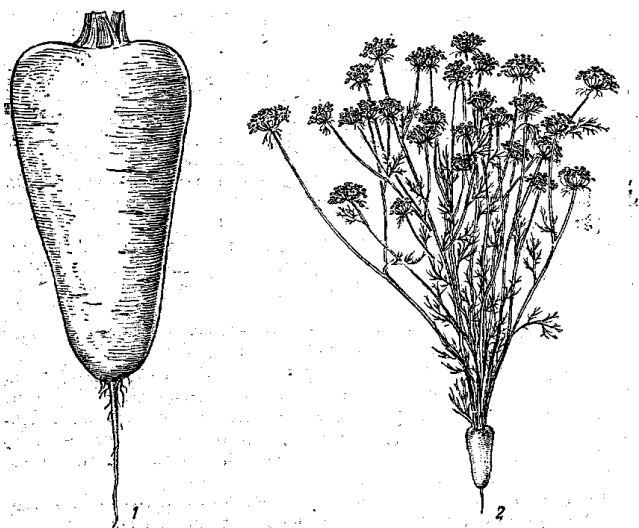


Рис. 40. Морковь: 1 – корнеплод, сформировавшийся в первый год жизни; 2 – растение второго года жизни (семенник)

Стебли полые, ветвистые, слегка ребристые, покрыты волосками. Стеблевые листья сходны с прикорневыми, но имеют меньший размер. На верхних концах стеблевых побегов формируются соцветия. **Соц-**

ветие — сложный зонтик, состоящий из 8–10 простых зонтиков (рис. 41). **Цветки**, собранные в соцветия, мелкие, пятерного типа. Окраска лепестков венчика, как правило, белая, редко — фиолетовая или розовая. Цветки обоеполые. Опыление перекрестное, с помощью насекомых.



Рис. 41. Соцветие (а) и цветок (б) моркови

Корнеплод моркови цилиндрической или удлиненно-конической формы; длина корнеплода 10–30 см. **Плод** моркови — двусемянка, овальной формы. Плод легко распадается на две половинки удлинено-яйцевидной формы. На каждой половинке имеется 4–5 продольных ребрышек с каналами, в которых содержится эфирное масло, придающее семенам специфический запах. Семена покрыты тонкими шипиками. Для придания сыпучести семена перед посевом перетирают, освобождая от шипиков. Плоды моркови мелкие: длина 3 мм, масса 1 000 семян без шипиков 1,2–1,3 г, с шипиками — 2 г. Стержневой корень проникает в глубь почвы на 1–1,5 м. Поверхность корнеплода гладкая или слегка бугристая, с мелкими чечевичками. Боковые корешки размещены на корнеплоде в четыре ряда. Корнеплод моркови, как и свеклы, состоит из головки, шейки и собственно корня. Головка полностью погружена в почву, по форме плоская или округлая, вдавленная.

Корнеплоды моркови содержат 12–14 % сухого вещества, представленного в основном углеводами (9–10 %), богаты каротином. Окраска мякоти корнеплода кормовой моркови преимущественно оранжевая. (Есть сорта с белой окраской мякоти, но они содержат меньше сухого вещества и каротина.)

В отличие от свеклы, корнеплод моркови в течение вегетации имеет только первичное и вторичное строение. Первичное строение корнеплодов моркови аналогично первичному строению корнеплодов свеклы. Вторичное строение показано на рис. 42. Судя по характеру поперечного разреза корнеплода моркови, основная масса его представлена вторичным лубом, размер которого в несколько раз превышает размеры первичной и вторичной древесины. (В клетках вторичного луба откладывается основное количество запасных питательных веществ.)

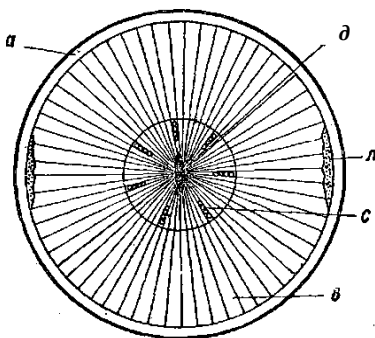


Рис. 42. Поперечный разрез
корня моркови (схематично):
а – вторичная кора корня;
л – первичная древесина
(в центре); л – первичный
луб; с – сосуды вторичной
древесины; в – лучи
вторичного луба

2.4. Турнепс

Ботаническая характеристика

Турнепс (*Brassica rapa rapifera* DS) – двулетнее растение из семейства Капустные (Brassicaceae).

Корневая система. Корневая система турнепса состоит из утолщенного корня и боковых корешков. В первый год жизни формируется стержневая корневая система, проникающая в глубь почвы на 1,5–2 м. Форма корнеплода округлая или удлиненная. В почву заглубляется на $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{2}$ длины его. Нарастание массы корнеплода происходит главным образом за счет подсемядольного колена. Надземная и подземная части окрашены в белый или желтый цвета. Мякоть белая, рыхлая, с ре-

дечным привкусом. Головка белая, желтая или зеленая. Поверхность корнеплода гладкая.

Боковые корешки вертикальных рядов, как у свеклы или моркови, не образуют, а распределяются по сторонам по всей длине подземной части корня. При этом на верхней утолщенной части их количество небольшое.

Первичное строение корнеплода турнепса подобно первичному строению корнеплодов свеклы и моркови. Вторичное же строение имеет свои особенности (рис. 43).

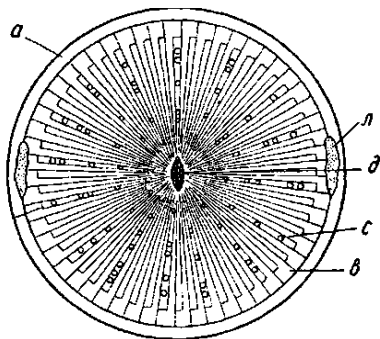


Рис. 43. Поперечный разрез корня турнепса (схематично):
а – вторичная кора корня;
д – первичная древесина (в центре); л – первичный луб;
с – вторичная древесина с широкими сердцевинными лучами;
в – лучи вторичного луба

Листья. Всходы турнепса выносят на поверхность почвы семядоли. Форма семядольных листочков широкоовальная с выемкой на конце. Первая пара настоящих листьев имеет овальную форму. Листья, образующие прикорневую розетку, простые, удлинненно-овальной формы, густо опушены, светло-зеленые, без воскового налета. Листовые пластинки могут быть цельными или слаборассеченными.

Стебель ветвистый, высотой 0,7–1,5 м. По всей длине стебля спирально размещены сплошные, треугольной формы листья.

Соцветие – щиток.

Цветки четырехлепестковые, мелкие, ярко-лимонно-желтого или оранжево-желтого цвета.

Турнепс – перекрестноопыляющаяся культура.

Плод – стручок, длиной 5–7 см. В плодах образуется по 15–20 шт. семян.

Семена мелкие (диаметр 1–2 мм). Масса 1 000 семян 1,5–3,5 г. Форма семян округлая, поверхность гладкая, окраска коричневая или темно-коричневая с фиолетовым оттенком.

2.5. Брюква

Ботаническая характеристика

Брюква (*Brassica napus rapifera* DS) культура с двулетним циклом развития из семейства Капустные (Brassicaceae).

В первый год жизни растения образуют корнеплод округлой или удлинённо-округлой формы, реже – плоской. Нижняя подземная часть корнеплода резко переходит в многочисленные разветвления, на которых образуются боковые корешки. Нарастание массы корнеплода брюквы, как и турнепса, идет преимущественно за счет подсемядольного колена. В почву корнеплод заглубляется только на одну треть – половину своей длины. Окраска головки корнеплода брюквы желтая, желто-зеленая, иногда фиолетовая. Подземная часть и мякоть окрашены одинаково в белый или желтый цвета. В отличие от турнепса, мякоть корнеплодов брюквы плотная, непросвечивающаяся. Для корнеплодов брюквы с зеленоватым оттенком характерна большая плотность мякоти, и такие корнеплоды лучше хранятся. Вкус мякоти брюквы, как и турнепса, редечный, но с более приятным сладковатым привкусом.

Анатомическое строение корнеплодов брюквы сходно с анатомическим строением корнеплодов турнепса.

Листья брюквы по форме сходны с листьями турнепса. В отличие от турнепса первый настоящий лист брюквы окрашен в более интенсивный зеленый цвет, гладкий, покрыт восковым налетом и редкими волосками. Остальные листья темно-зеленые, с восковым налетом, без опушения, гладкие.

Стебли брюквы у растений второго года жизни сходны со стеблями турнепса.

Соцветие – удлиненная кисть.

Цветки четырехлепестковые, оранжевые или лимонно-желтые, с шестью тычинками.

Плод – многогнездный стручок, длиной 5–7 см.

Семена мелкие, округлые, шаровидные, черные, гладкие, масса 1 000 семян 2,5–4 г.

Семена брюквы и турнепса имеют аналогичное строение: под семенной оболочкой находится зародыш, состоящий из двух семядолей, почки между ними и зародышевого корешка. Запасные питательные вещества сосредоточены в семядолях. Ко времени выноса семядолей на поверхность почвы питательные вещества, находящиеся в них, полностью расходуются. Расправившись и приняв зеленую окраску, семядольные листочки выполняют традиционные функции листьев.

2.6. Разработка технологии возделывания сахарной свеклы

Методические подходы к разработке технологии возделывания сахарной свеклы в принципе сохраняются те же, что и для картофеля. Однако в связи с биологическими особенностями данной культуры в технологии есть своя специфика. В табл. 10, 11 отражены особенности роста и развития сахарной свеклы.

Таблица 10. Периоды и фазы роста и развития сахарной свеклы

Вегетационный период											
Периоды роста и развития											
Формирование ассимиляционного аппарата и корневой системы				Ускоренный рост надземной части растений и корнеплодов				Интенсивное накопление сахарозы в корнеплодах			
Ориентировочная календарная продолжительность периодов и фаз											
Май		Июнь		Июль		Август		Сентябрь		Октябрь	
1–15	16–31	1–15	16–30	1–15	16–31	1–15	16–31	1–15	16–30	1–15	16–31
Фазы роста и развития											
1	2	3	4	5	6	7			8		
Прорастание	«Вилочка»	1-я пара настоящих листьев	2–3 пары листьев	4–5 пар настоящих листьев	Смыкание листьев в рядках	Смыкание листьев в междурядьях			Наступление технической спелости и уборка		

Таблица 11. Продолжительность периодов роста сахарной свеклы и их метеорологическая характеристика (РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» (Несвиж), 1968–1990; Н. П. Вострухин, 2005)

Периоды роста сахарной свеклы	Количество дней			Сумма	
	среднее	наибольшее	наименьшее	температур воздуха выше 7 °С	осадков, мм
Сев – всходы	14	22	7	68	23
Всходы – третья пара настоящих листьев	23	40	15	166	45
Третья пара настоящих листьев – смыкание ботвы в междурядьях	33	59	21	301	84
Смыкание ботвы в междурядьях – уборка	82	100	63	645	183
Сев – уборка	152	163	144	1 181	336
Всходы – уборка	138	148	129	1 113	312

Норма высева сахарной свеклы. Густота стояния растений.

Норма высева сахарной свеклы выражается в посевных единицах. Одна посевная единица соответствует 100 000 семян.

Густота стояния сахарной свеклы характеризуется количеством растений на единице площади или единице длины рядка. Густоту стояния растений сахарной свеклы определяют дважды – по всходам и перед уборкой. В производственных условиях – обычно 1 июля и 20 августа. При этом используется следующая методика. В зависимости от размеров поля по двум его диагоналям в 20 или 30 точках подсчитывают количество растений на участке рядка длиной 22,2 м. Среднее из этих подсчетов количество умножают на 1000. Данный расчет основан на том, что общая продолжительность одного гектара посева сахарной свеклы, вытянутого в один рядок (при ширине междурядий 45 см), составляет 22 222 м ($10\,000\text{ м}^2 : 0,45\text{ м}$). А часть рядка, составляющая 22,2 м, соответствует 0,001 га.

Оптимальной густотой стояния сахарной свеклы считается 80–100 тыс. растений на одном гектаре. В изреженных посевах крупность корнеплодов, а в загущенных количество их при сравнительно небольших размерах не компенсируют снижения урожайности.

Определение структуры урожая и биологической урожайности сахарной свеклы. Структуру урожая сахарной свеклы составляют

количество растений на единице площади и три фракции корнеплодов: более 500 г; 59–500 г; менее 150 г.

Корнеплоды каждой фракции подсчитывают и взвешивают. Общую (биологическую) урожайность определяют по массе корнеплодов всех трех фракций, т. е. по средней массе одного корнеплода:

$$Y_6 = \frac{P \cdot M_{\text{ИК}}}{100},$$

где Y_6 – биологическая урожайность, ц/га;

P – количество растений на одном гектаре, тыс. шт.;

$M_{\text{ИК}}$ – средняя масса одного корнеплода, г.

Зная количество растений (ко времени уборки) на одном гектаре и среднюю массу одного корнеплода, можно также рассчитывать биологическую урожайность, перемножив эти показатели.

Задание. Составить агротехническую часть технологической карты возделывания сахарной свеклы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Альсмик, П. И. Селекция картофеля в Белоруссии / П. И. Альсмик. – Минск: Ураджай, 1979. – 127 с.
2. Буренин, В. И. Свекла / В. И. Буренин, В. Ф. Пивоваров. – Санкт-Петербург: ВИР, 1998. – 215 с.
3. Вавилов, П. П. Практикум по растениеводству / П. П. Вавилов, В. В. Гриценко, В. С. Кузнецов; под ред. П. П. Вавилова. – Москва: Колос, 1983. – 352 с.
4. Вострухин, Н. П. Сахарная свекла / Н. П. Вострухин; Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию, Опыт. науч. станция по сахарной свекле. – Минск: Минск. ф-ка цв. печати, 2011. – 366 с.
5. Государственный реестр сортов / ГУ «Гос. инспекция по испытанию и охране растений»; отв. за выпуск В. А. Бейня. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 240 с.
6. Гринблат, Г. Я. Кормовые культуры Нечерноземья / Г. Я. Гринблат. – Ленинград: Колос, 1982. – 344 с.
7. Жоровин, Н. А. Условия выращивания и потребительские качества картофеля / Н. А. Жоровин. – Минск: Ураджай, 1977. – 176 с.
8. Зубенко, В. Ф. Свекловодство / В. Ф. Зубенко, А. А. Ивашенко, В. Т. Саблук; под общ. ред. В. Ф. Зубенко. – Киев: НПП ООО «Альфа-стевия ЛТД», 2005. – 402 с.
9. Карманов, С. Н. Урожай и качество картофеля / С. Н. Карманов, В. П. Кирюхин, А. В. Коршунов. – Москва: Россельхозиздат, 1988. – 167 с.
10. Карпенко, П. В. Свекловодство / П. В. Карпенко. – Москва: Сельхозгиз, 1958. – 316 с.
11. Картофель (возделывание, уборка, хранение) / Д. Шпаар [и др.]; под ред. Д. Шпаара. – Торжок: ООО «Вариант», 2004. – 466 с.
12. Клочков, А. В. Механизация рационального картофелеводства / А. В. Клочков, В. А. Попов. – Горки: ЦПП ООО «Агрокапиталконсалт», 2006. – 90 с.
13. Красюк, Н. А. Современные технологии производства и использования сахарной свеклы / Н. А. Красюк. – Минск: Смэлток, 2016. – 512 с.
14. Мельничук, Д. И. Растениеводство: учеб.-метод. пособие / Д. И. Мельничук. – Горки: БГСХА, 2017. – 146 с.
15. Настольная книга картофелевода / В. Г. Иванюк [и др.]; под ред. С. А. Турко; РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск: Рэйплац, 2007. – 191 с.
16. Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сб. отрасл. регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – 2-е изд., испр. и доп. – Минск: Беларус. навука, 2013. – 476 с.
17. Орловский, Н. И. Основы биологии сахарной свеклы / Н. И. Орловский. – Киев: Госсельхозиздат УССР, 1961. – 324 с.
18. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур: учеб.-метод. пособие / Д. И. Мельничук [и др.]; под ред. Д. И. Мельничука. – Горки: БГСХА, 2016. – 176 с.
19. Растениеводство. Полевая практика: учеб. пособие / Д. И. Мельничук [и др.]; под ред. Д. И. Мельничука. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 296 с.
20. Растениеводство: учебник / Г. С. Посыпанов [и др.]; под ред. Г. С. Посыпанова. – Москва: КолосС, 2006. – 62 с.
21. Растениеводство: учеб. пособие / К. В. Коледа [и др.]; под ред. К. В. Коледы, А. А. Дудука. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 584 с.

22. Рост и развитие картофеля: [сб. ст.] / пер. с англ. Н. А. Емельяновой; под общ. ред. и с предисл. В. П. Кирюхина. – Москва: Колос, 1966. – 391 с.
23. Сахарная свекла / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. – Минск: ЧУП «Орех», 2004. – 326 с.
24. Свекловодство: проблемы интенсификации и ресурсосбережения / В. Ф. Зубенко [и др.]; под ред. В. Ф. Зубенко. – Киев: НПП ООО «Альфа-стевия ЛТД», 2005. – 400 с.
25. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учеб.-метод. пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2016. – 363 с.
26. Справочник агронома / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2017. – 315 с.
27. Справочник агрохимика / под ред. В. В. Лапа. – Минск: Беларус. навука, 2007. – 390 с.
28. Тарасов, М. П. Кормовые корнеплоды / М. П. Тарасов, А. Г. Шмакова. – Ленинград: Колос, 1971. – 156 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Возделывание картофеля: продовольственного (35–40 т/га) и технического (40–45 т/га) с междурядьями 70 см

Технологические операции	Состав агрегата		Сроки выпол- нения	Расход материалов, физический вес	Агротехни- ческие требования
	Энергети- ческое средство	Сельско- хозяй- ственные- машины			
1	2	3	4	5	6
I. Основная и предпосевная обработка почвы с внесением удобрений					
Предшественник					
Лущение стерни (6–8 см)					
Приготовление рабочего раствора гербицида (Глиалка, 4 л/га + вода, 0,3 т/га)				4,0 л/га	
Транспортировка воды в поле и заправка опрыскива- телей (5 км, 0,3 т/га)					
Внесение гербицидов					
Погрузка минеральных удобрений в транспортные средства (0,20 + 0,25 т/га)				0,20 т – аммофос 0,25 т – хлористый калий	
Транспортировка и внесение минеральных удобрений (0,20 + 0,25 т/га)					
Погрузка органических удобрений в разбрасыватель (60 т/га)				60 т/га – навоз	
Транспортировка и разбрасывание органики по полю (5 км)					

1	2	3	4	5	6
Зяблевая вспашка					
Осенняя культивация зяби					
Весенняя культивация зяби с боронованием (10–12 см)					
Погрузка минеральных удобрений в транспортные средства (0,4 т/га)				0,4 т – сульфат аммония	
Транспортировка и внесение минеральных удобрений (0,4 т/га)					
Рыхление с выравниванием почвы					
II. Посадка					
Предпосадочная нарезка гребней					
Перемещение контейнеров с семенным материалом (4,0 т)					
Сортировка клубней					
Транспортировка отходов к месту утилизации (2,5 км, 0,5 т)					
Транспортировка семян в поле с загрузкой сажалок (5 км, 4 т/га)					
Посадка картофеля (4 т/га)					
III. Уход за посадками					
Довсходовое рыхление междурядий (12–14 см)					
Второе довсходовое рыхление междурядий (12–14 см)					
Приготовление рабочего раствора (Зенкор, 0,75 кг/га + вода, 0,3 т/га)				0,75 кг – Зенкор	
Транспортировка рабочего раствора в поле					
Внесение гербицидов					
Внесение азотных удобрений (0,2 т/га)				0,2 т – аммиачная селитра	

Приготовление рабочего раствора пестицидов (0,3 т/га) 5-кратное				4,8 кг – Дитан М-45 (3 раза); 5,0 кг – Ридомил МЦ (2 раза); 0,06 кг/га – Моспилан (2 раза)	
Транспортировка рабочего раствора в поле с заправкой опрыскивателя (5 км, 0,3 т/га) 5-кратная					
Опрыскивание посадок против фитофтороза, колорад- ского жука 5-кратное				4,8 кг – Дитан М-45 (3 раза); 5,0 кг – Ридомил МЦ (2 раза); 0,06 кг/га – Моспилан (2 раза)	
IV. Уборка					
Скашивание ботвы с ее измельчением					
Отвоз клубней и примесей от комбайнов (5 км, 45 т)					
Уборка клубней прямым комбайнированием (45 т)					
Сортировка клубней (45 т)					
Отвоз примесей (3,5 т)					
Перемещение контейнеров (40 т)					

Примечание. Удобрения: хлористый калий – 0,25 т/га; сульфат аммония – 0,4 т/га; аммиачная селитра – 0,2 т/га; органические – 60 т/га.

Возделывание сахарной свеклы по современной технологии, урожайность 55 т/га

Вид работы	Единица измерения	Состав агрегата		Срок исполнения, месяц	Агротехнические требования
		Марка трактора	Марка сельскохозяйственной машины		
I. Основная и предпосевная обработка почвы с внесением удобрений					
Предшественник					
Подвоз КАС (N ₁₂₀) (0,35 т/га, 5 км)	т				
Внесение КАС (0,35 т/га) по мульче озимого зернового предшественника	га				
Погрузка и транспортировка семян редьки масличной в поле (0,04 т/га, 5 км)	т				
Загрузка семян в комбинированный посевной агрегат и посев сидеральной культуры (0,04 т/га)	га				
Подвоз воды и гербицидов сплошного действия (0,2 т/га, 5 км)	т				
Приготовление рабочего раствора и внесение глифосатсодержащих гербицидов	га				
Погрузка фосфорных удобрений Р ₃₀	т				
Транспортировка и внесение фосфорных удобрений (0,3 т/га, 5 км)	га				
Погрузка калийных удобрений К ₆₀ (0,3 т/га)	т				
Транспортировка и внесение калийных удобрений (0,3 т/га, 5 км)	га				
Погрузка органических удобрений (60 т/га)	т				
Транспортировка и внесение органических удобрений (5 км, 60 т/га)	т				
Дискование (12–14 см)	га				
Вспашка (20–25 см)	га				
Ранневесеннее рыхление почвы (3–4 см)	га				

Сбор камней (0,3 м³/га)	м³				
Отвоз камней с поля (0,75 т/га, 5 км)	т				
Погрузка комплексных удобрений N ₁₃ P ₁₂ K ₁₉ B _{0,15} Na _{4,0} (0,3 т/га)	т				
Транспортировка и внесение комплексных удобрений (0,3 т/га, 5 км)	га				
Подвоз КАС (N ₉₀) (0,3 т/га, 5 км)	т				
Внесение КАС (0,3 т/га)	га				
Предпосевная обработка	га				
II. Посев					
Погрузка и транспортировка семян в поле (5 км)	т				
Сев сахарной свеклы	га				
III. Уход за посевами					
Подвоз воды и гербицидов (0,2 т/га, 5 км) 3-кратный	т				
Приготовление рабочего раствора и внесение гербицидов (0,2 т/га) 3-кратное	га				
Подвоз воды и инсектицидов (0,2 т/га, 5 км)	т				
Приготовление рабочего раствора и внесение инсектицидов (0,2 т/га)	га				
Подвоз воды, микроэлементов и борных удобрений (0,2 т/га, 5 км) 2-кратный	т				
Внекорневая подкормка посевов микроэлементами и борными удобрениями (0,2 т/га) 2-кратная	га				
Подвоз воды и фунгицидов (0,2 т/га, 5 км)	т				
Приготовление рабочего раствора и внесение фунгицидов (0,2 т/га)	га				
IV. Уборка					
Уборка ботвы и корнеплодов сахарной свеклы	га				
Погрузка корнеплодов в транспортные средства (55 т/га)	т				
Транспортировка корнеплодов на сахарный комбинат (30 км, 55 т/га)	т				

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
1. КЛУБНЕПЛОДЫ	4
1.1. Картофель	4
1.2. Земляная груша.....	29
1.3. Разработка технологии возделывания картофеля	34
2. КОРНЕПЛОДЫ.....	37
2.1. Общая характеристика	37
2.2. Свекла.....	43
2.3. Морковь.....	63
2.4. Турнепс	65
2.5. Брюква.....	67
2.6. Разработка технологии возделывания сахарной свеклы	68
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	71
ПРИЛОЖЕНИЯ	73

У ч е б н о е и з д а н и е

Мельничук Дмитрий Иванович

Мельничук Георгий Дмитриевич

Рылко Виталий Александрович

РАСТЕНИЕВОДСТВО

КЛУБНЕПЛОДЫ И КОРНЕПЛОДЫ

Учебно-методическое пособие

Редактор *Н. Н. Пьянусова*

Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 12.03.2020. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.

Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 3,41.

Тираж 60 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».

Свидетельство о ГРИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.

Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».

Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.