

ры семян. На базе использования среднепоздних образцов создано несколько сортов в США, а с использованием раннеспелых — все сорта Швеции типа Фискеби 3 и Фискеби 5.

МОРФОЛОГИЯ И АНАТОМИЯ

Для культурной сои характерна значительная изменчивость признаков растения, листьев, цветка и соцветия, боба и семени (Енкен, 1959).

Корневая система сои стержневая с грубым, сравнительно коротким главным корнем и большим числом длинных боковых корней, проникающих до глубины 1,5—2 м (Енкен, 1959; Лещенко, 1962). Главный корень толще боковых лишь в верхней части на глубине 10—15 см. Тонкие корни составляют около 60% массы всей корневой системы (рис. 1). Корневые волоски сои очень короткие (90—110 мкм). Основная масса корней находится в пахотном слое (Кружилин, 1935).

На поперечном разрезе корня сои можно увидеть эпидермис, кору, эндодерму, сосудисто-волокнистые пучки, первичную флоэму, первичную и вторичную ксилему (рис. 1, *внизу*).

На корнях сои азотфиксирующие бактерии рода *Rhizobium* вызывают образование симбиотического сообщества в виде клубеньков различной формы и размеров.

Стебель растения дикой сои и филогенетически старых форм имеет неограниченный тип роста; филогенетически молодые селекционные формы имеют ограниченный рост стебля; кроме того, имеется промежуточный тип роста стебля.

Стебель в высоту бывает от 25 до 200 см, редко больше. Толщина стебля внизу до 22 мм, в середине от 3—4 до 11—13 мм; длина междоузлия от 3 до 15 см; число ветвей на растении — 2—5, редко больше; высота их прикрепления в зависимости от сорта и условий колеблется от 3 до 20 см.

Все части растения сои, кроме семени и венчика цветка, покрыты волосками белого или рыжего цвета разных оттенков и густоты. Замечено, что малоопушенные растения в большинстве менее стойки к болезням и вредителям (Лещенко, 1962).

Снаружи стебель покрыт однослойным эпидермисом с довольно толстым слоем кутикулы.

Особенности анатомического строения стебля сои — это наличие под эпидермисом пластинчатой колленхимы, выполняющей механические функции, тонкостенных клеток хлорофиллоносной паренхимы, выполняющей защитные и ассимиляционные функции, и круга перидиклических лубяных волокон, обеспечивающих прочность стебля. Далее к центру расположен круг сосудисто-проводящих пучков. В центре стебля находится сердцевинная паренхима в виде крупных тонкостенных клеток, в конце вегетации наполненных воздухом (Енкен, 1959). У тонкостебельных форм ксилема и лубяные волокна развиты значительно слабее по сравнению с грубостебельными, а сердцевинная паренхима занимает большую часть стебля.

Листья сои сложные: они имеют прилистники и состоят из трех листочков. Форма их весьма разнообразна — широколанцетная, овальная, ромбическая, широкояйцевидная и почти округлая. Форма и размер листьев различны на одном и том же растении. У некоторых форм самые крупные листья верхушечные, у других крупные располагаются в среднем ярусе, верхние значительно мельче. Для сравнения берут листья среднего яруса.

Пластинка листа гладкая и морщинистая, мягкая или грубая, светло- или темно-зеленая.

Лист сои по анатомическому строению занимает промежуточное положение между ксероморфным и мезо-

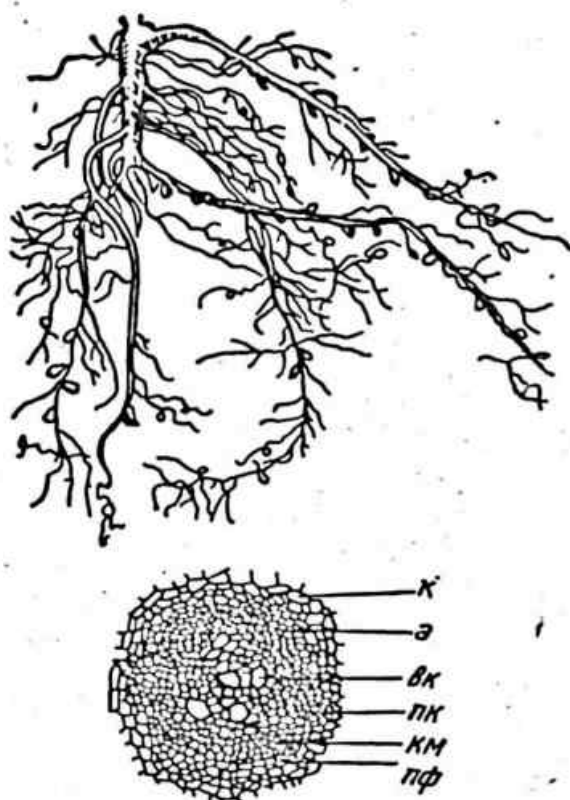


Рис. 1. Корень сои: *вверху* — корневая система сои с клубеньками, *внизу* — поперечный срез молодого корня (к — кора; э — эпидерма; вк — вторичная ксилема; пак — первичная ксилема; км — камбий; пф — первичная флоэма).

морфным типами: клетки палисадной ткани вытянуты и сомкнуты, а губчатая паренхима хорошо развита, рыхлая, с большим числом межклетников (Енкен, 1959). Особенностью сои является наличие собирательных клеток, разделяющих палисадную и губчатую ткани. Эти клетки играют роль отводящей ткани: через них происходит отток ассимилятов из ткани мезофилла в систему проводящих пучков. «Футляры» из собирательных клеток, окружающие жилки листа, доходят до верхнего и нижнего эпидермиса, как бы разделяя мезофилл листа на сегменты.

Цветки сои мелкие, внешне непривлекательные, почти без запаха. У сои как самоопылителя более 98% цветков клейстогамные. Число перекрестноопыляющихся цветков зависит от места произрастания, погодных условий и сорта.

Соцветия сои — кисти, расположенные в пазухах листьев, иногда попарно. В пределах возделываемых сортов длина цветковой кисти колеблется от 0,5 до 8 мм и более. Этот признак сильно зависит от условий произрастания. Сильноварьирующим признаком является и число цветков в кистях, которые могут быть длинными многоцветковыми (15—26 цветков и более), короткими малоцветковыми (2—4 цветка), а также промежуточных форм (Корсаков, Мякушко, 1975).

Цветки сидят на коротких цветоножках. У основания последних есть околоцветник, около основания чашечки — два маленьких прицветничка. Чашечка 5-зубчатая, высотой 5—6 мм, из пяти чашелистиков, зеленая. Два верхних зубца срослись полностью, а три нижних — лишь частично и они длиннее первых.

Венчик мотылькового типа, белого или фиолетового цвета. Тычинок 10, причем 9 из них срастаются вместе, образуя вроде футляра для завязи, одна тычинка свободная (рис. 2). На первых фазах развития они образуют два круга — внешний и внутренний, а позднее соединяются в один общий, который окружает завязь.

Пыльники имеют по 3—4 гнезда и раскрываются вдоль. Пыльца клейковатая; пыльцевые зерна ярко-желтые. Завязь верхняя, одногнездная. Столбик пестика невысокий, немного изогнутый. Рыльце плоское, расширенное, густо покрыто железистыми сосочками. Эта форма пестика — характерный признак рода сои.

Цветение сои наступает на главном стебле с появле-

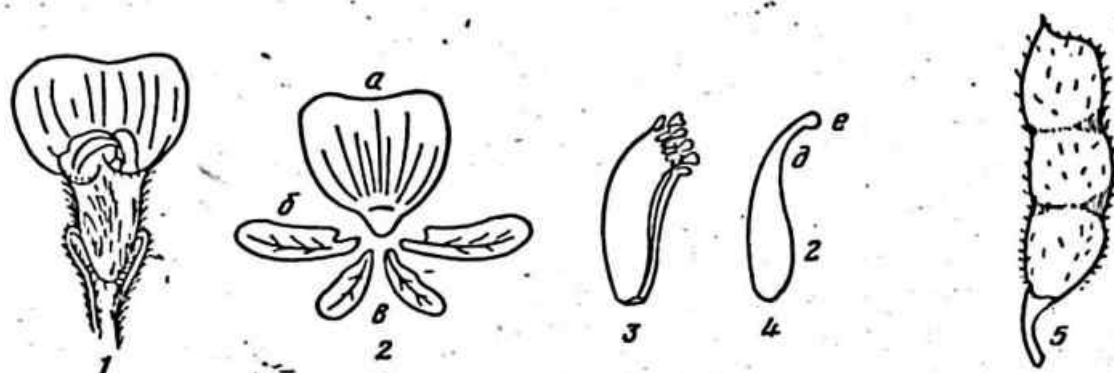


Рис. 2. Цветок и плод (боб) сои:

1 — раскрытый цветок; 2 — венчик цветка с парусом (а), веслом (б), лодочкой (в) (лепестки срастаются); 3 — девять сросшихся и одна свободная тычинка; 4 — пестик с завязью (з), столбиком (д), рыльцем (е); 5 — плод сои — боб.

нием 5—14 настоящих листьев в зависимости от сорта и условий развития. У очень позднеспелых форм и сортов оно начинается, когда боковые ветви достигнут мощного развития (Енкен, 1959).

Фаза цветения всего растения сои длится 15—40 дней в зависимости от сорта; у некоторых форм, особенно позднеспелых и филогенетически старых, может продолжаться до 80—100 дней.

Плод сои состоит из одного плодолистика, который образует боб (Левина, 1967). Он складывается из двух половинок, соединенных двумя швами. Один из них — брюшной — является основным; на нем с помощью семяножки (фуникулюса) прикреплены семена; другой — брюшной — расположен с противоположной стороны. При созревании последний раскрывается и дает выход семенам. У некоторых форм сои оба шва раскрываются одновременно; створки боба скручиваются. Растрескивание бобов усиливается, если теплая влажная погода быстро сменяется сухой.

Бобы сои прямые, согнутые или промежуточной формы, длиной 3—7 см, шириной 0,5—1,5 см, плоские и выпуклые, с прямой или четковидной поверхностью, на конце с клювиком; семян в них 1—4, чаще 2—3. В малоцветковых кистях 1—3 боба, в многоцветковых — 4—8 и больше.

Бурый цвет бобов у большинства сортов коррелирует с белым, рыжий цвет — с рыжим опушением.

Семена сои по цвету бывают черные, коричневые, зеленые и желтые разных оттенков, а также пигментиро-

ванные, двухцветные: коричневые, черные или зеленые с желтым, зеленые с коричневым или черным, коричневые с черным. Масса 1000 семян может быть от 40 до 500 г.

По величине различают семена исключительно мелкие (масса 1000 шт. менее 40 г), очень мелкие (40—99 г), мелкие (100—149 г), средние (150—199 г), крупные (200—259 г), очень крупные (260—309 г) и исключительно крупные (более 310 г). По форме семена бывают шаровидные, овальные, удлинённые и промежуточной формы; плоские и выпуклые. Объемная масса (натура) в среднем равна 0,65—0,75 кг, удельная масса (плотность) — 1,05—1,3 г/см³ (Строна, 1966; Корсаков, Мякушко, 1975).

Семя состоит из оболочки и зародыша, в котором имеются две семядоли желтого или зеленого цвета и почечка с зачаточным корешком, стеблем и листьями. Оболочка в среднем составляет 7—8%, семядоли — 90%, другие части зародыша — 2—3% массы семени (Нассонов, 1940; Перестова, 1975; Мякушко, 1975).

При проведении гибридологического анализа следует учитывать, что окраска оболочки образуется в покрове семязачатка, поэтому является наследуемым признаком.

Семенная оболочка сои состоит из следующих слоев клеток: палисадного эпидермиса, гиподермы и слоя сплюснутых облитерированных клеток бывшей губчатой паренхимы, алейронового слоя и одного-двух слоев клеток остатка эндосперма (рис. 3).

В палисадных клетках находятся в наибольшем количестве пигменты. Эти же клетки содержат сначала хлорофилл, который исчезает при созревании. Некоторые исследователи считают, что строение палисадных клеток является одной из причин отсутствия набухания у твердых семян (Нелюбов, 1925; Martin, Watt, 1944, и др.).

Столбчатые клетки, составляющие слой гиподермы, на концах шестигранные и напоминают катушки. По нашим данным, у оболочки твердого семени на поперечных срезах толщина гиподермального слоя в 1,2—2 раза меньше, чем у оболочки мягкого семени (Перестова, 1980).

Губчатая паренхима состоит из шести-восьми слоев тонкостенных, пустотелых, немного сплюснутых клеток, содержащих пластические и запасные питательные веще-

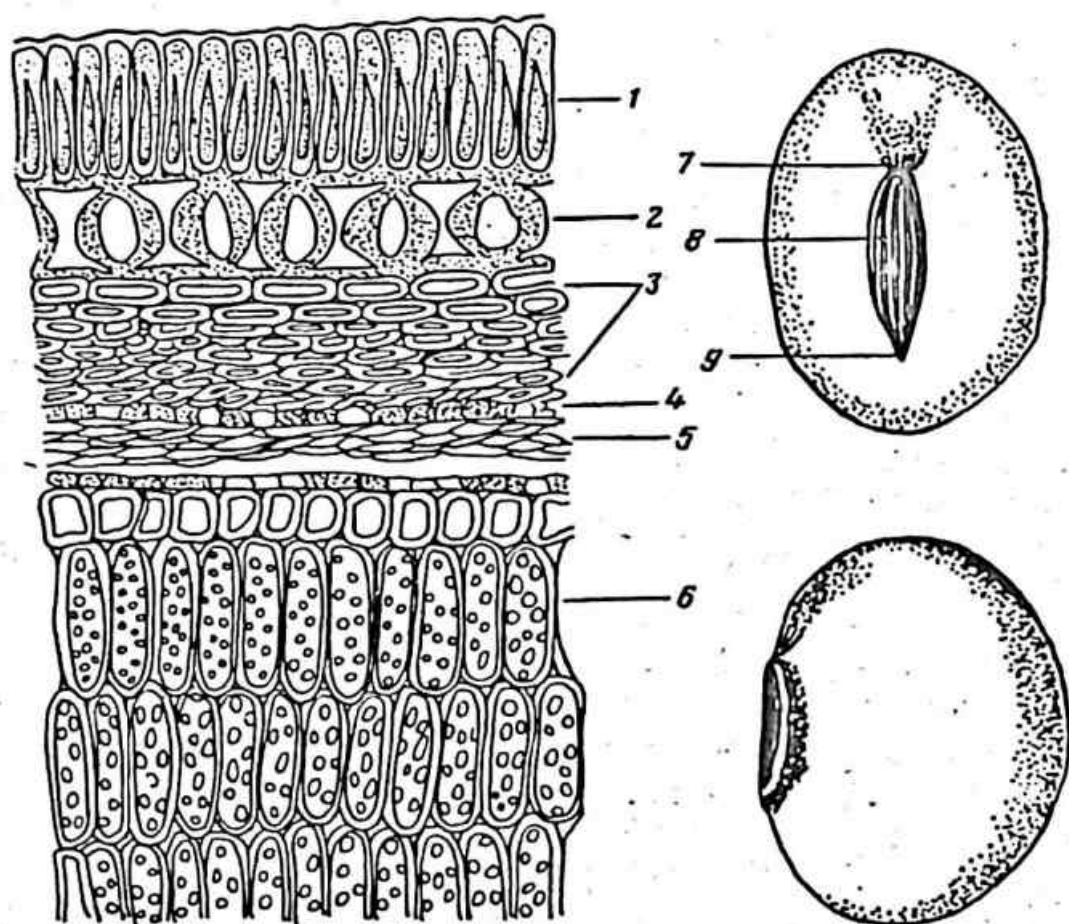


Рис. 3. Семя соя, поперечный срез семенной оболочки:
 1 — палисадный эпидермис; 2 — гиподерма; 3 — рубчатая паренхима, сплюснутая у зрелого семени; 4 — алейроновый слой; 5 — остатки эндосперма; 6 — ткань семядоли; 7 — микропиле; 8 — рубчиковая щель; 9 — область халазы, строфиоля.

ства. Алейроновый слой состоит из простых клеток с заметно толстыми стенками, заполненных протеином и маслом. Этот слой характерен для сои и редко встречается у других бобовых. Самый внутренний слой оболочки — остатки эндосперма, прилегающего к эпидермису семядолей.

На том месте оболочки, где семенной зачаток прикрепляется к семяножке, есть след — рубчик. Через семяножку проходит сосудисто-волокнистый пучок, который соединяет семя со стенкой боба. По форме рубчик бывает линейным, овальным и клиновидным, шириной от 0,5 до 1,3 мм и длиной от 1,5 до 6 мм.

Характерные особенности анатомической структуры рубчика — двойной слой палисадных клеток, нижний из которых является палисадным слоем оболочки.

Строение рубчика культурных и диких форм сои почти

одинаково, но у диких слабее развит трахендный остров из-за меньших размеров семян и меньшего числа трахенд.

ОНТОГЕНЕЗ СЕМЯН И ИХ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТЬ

Растения сои в ходе онтогенеза проходят 12 последовательных этапов, сходных с этапами органогенеза других видов высших растений (Куперман, 1962).

В этом жизненном цикле растений этапы формирования, развития и созревания семени занимают первостепенное значение, так как определяют полноценность семян, и с момента возникновения оплодотворенной яйцеклетки (зиготы) начинается новая жизнь растения (Прокофьев, 1964). На всех этапах в семени происходит ряд сложных физиолого-биохимических процессов и превращений из одного состояния в другое, более сложное. Начинается этот процесс с зарождения семени и продолжается до полной его зрелости, когда оно становится способным дать нормальный росток (Строна, 1966; Овчаров, 1969).

По культуре сои, несмотря на большую ее значимость, вопросу онтогенеза семян посвящено мало исследований отечественных и зарубежных авторов.

Процесс цветения у растений сои наступает после образования боковых ветвей. Началом плодообразования А. К. Лещенко (1962) считает появление первых бобов длиной 1 см. Это наступает через 10—18 дней после цветения. От оплодотворения до полного созревания в условиях Украины автор выделяет по внешним морфологическим признакам четыре периода: формирование семян, налив, начальная зрелость, полная зрелость. Эти периоды составляют 40—50% всего вегетационного периода сои. Наиболее короткая фаза, по данным А. К. Лещенко, фаза созревания, которая длится в среднем 10—15 дней.

В работе И. Н. Гальченко (1953) отмечается, что семенам сои несвойствен период послеуборочного дозревания и физиологическая зрелость их наступает гораздо раньше полной (уборочной) зрелости, т. е. семена сои приобретают способность прорасти в лабораторных условиях на очень ранних фазах развития.

Исследованиями А. И. Громовой (1966) показано, что