

АРХИТЕКТОНИКА СТЕБЛЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА *HELIANTHUS ANNUUS*

Г. М. САРКИСЯН, Н. П. ХУРШУДЯН

Армянский сельскохозяйственный институт, кафедра ботаники, Ереван

На основании изучения анатомо-морфологических особенностей стебля подсолнечника, обуславливающих его устойчивость к механическим воздействиям внешней среды, предлагается использовать некоторые принципы его строения в инженерных конструкциях из листовых материалов.

Արևածաղիկի ջաղուկի անատոմոս մորֆոլոգիական առանձնահատկությունների առանձնահատկության հիման վրա, որոնք պայմանավորում են նրա կայունությունը արտաքին միջավայրի մեխանիկական զորժոնների նախնայ' առաջադիմում է օգտագործել արևածաղիկի ջաղուկի կառուցվածքի որոշ սկզբունքներ շերտավոր էլեմենտներից կազմված բնօրինակային կոնստրուկցիաներում:

On the basis of the study of anatomic-morphological features of the stalk of sunflower, which provide its stability to the influence of the mechanical factors of the outside environment some principles of its structure are offered to use in the engineering constructions of the layer materials.

Подсолнечник—архитектоника стебля—анатомические конструкции

Как известно, для стебля подсолнечника характерно анатомическое строение переходного типа. Нижняя часть стебля зрелого растения, охватывающая отрезок от комля стебля до четверти его высоты, имеет непучковое строение. Остальной, верхней части стебля, присуще пучковое строение. Оба участка, как и переходная часть от непучкового строения к пучковому, представляют определенный интерес со строительно-механической точки зрения.

Материал и методика. Объектом исследования служили стебли подсолнечника (сорт Гатант-549), выращенного в Абовянском районе АрмССР. Выбирали окончательно оформившиеся растения с наиболее развитыми стеблями высотой среднего класса.

Измерения продольных размеров стебля производили линейкой с точностью до 1 мм. Для измерения диаметра стебля использовали оптический метод. Для выяснения характера распределения различных тканей по высоте стебля и установления их влияния на продольную и поперечную устойчивость его анатомические срезы производили в поперечном направлении стебля по всей длине.

Методика приготовления анатомических препаратов общепринятая.

Результаты и обсуждение. Изучение анатомического строения стебля подсолнечника на участке от корневой шейки и выше от нее на 5–8 см показало, что под гладкой эндермой (1) расположены два слоя толстклеточных клеток (2) (в верхней части стебля переходящие в один слой), за которой следует мелкоклеточная паренхима (рис. 1 а). Жесткость стебля в этой части обеспечивается за счет сильно развитого слоя древесины (4), имеющего снаружи вогнутый гофр, через который проходят сердцевинные лучи (5). Последние, проникая в кору,

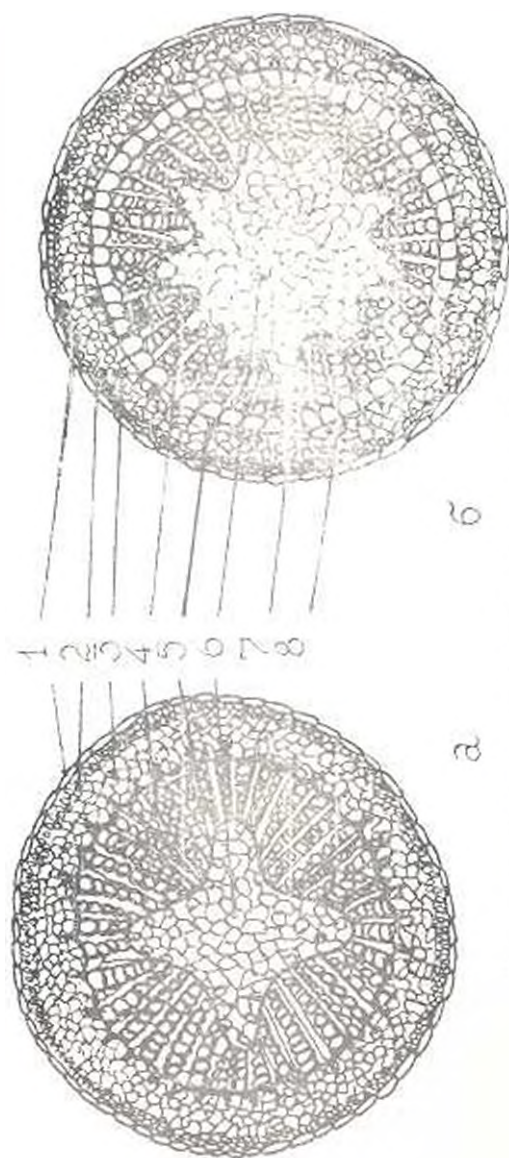


Рис. 1. Анатомическое строение нижней части стебля подсолнечника.

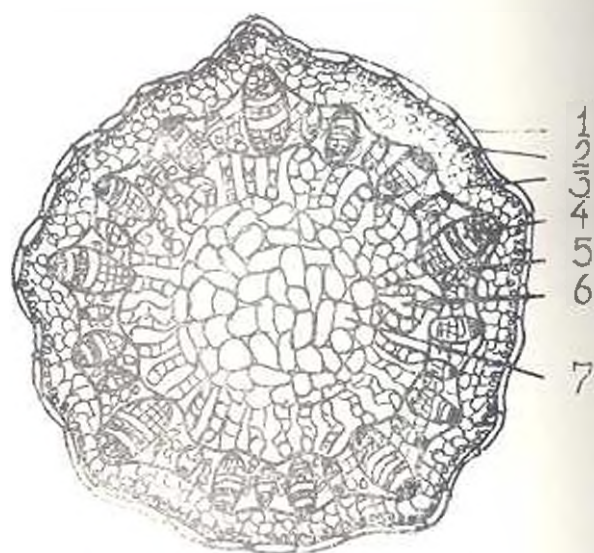


Рис. 2. Анатомическое строение верхней части стебля двудольного растения

соединяют два различных по механическим свойствам слоя тканей стебля, играя роль «шпильки» между ними.

Сердцевина стебля, состоящая из паренхимы (6), имеет форму астроида, который образуется в результате вдавливания в нее жилемы. Такая паружная и внутренняя конфигурация древесины обеспечивает необходимую жесткость стебля.

Обеспечению оптимальной жесткости стебля на этом участке, с учетом возможной его деформации под напором ветра и собственной тяжести, способствует, вероятно, и наличие колленхимы, обладающей, наряду с прочностью, и достаточной гибкостью.

Сплошное (непучковое) строение стебля заменяется несколько иной структурой на высоте 10—30 см от комля (рис. 1 б). Здесь перегородками (7), состоящими из склерифицированных клеток, образовано механическое кольцо, которое соосно с сердцевинными лучами. Перегородки образуются вследствие вдавливания в кору сердцевинных лучей, толщина которых резко отличается от таковой клеток коры. Перегородки внутри заполнены паренхимой. На некоторых участках поперечного сечения перегородки сливаются и образуется сплошная склеренхимная ткань. Вообще, по мере движения от комля к вершине перегородки постепенно исчезают и их место заполняется склеренхимной тканью. В паренхимной ткани (3) с наружной стороны механического кольца расположены склеренхимные тяжи (8).

Ксилемная ткань (4) как с внутренней, так и с наружной стороны представляет собой гофрированное кольцо, внешний гофр которого вогнут; на внутреннем, очень мощном гофре между вершинами имеются склерифицированные клетки.

Благодаря такой архитектонике наличие паружного гофра ксилемной ткани не только повышает жесткость стебля, но и улучшает условия «совместности работы» смежных тканей [1] за счет увеличения площади контакта.

Под воздействием ветра происходит демпфирование изгибных колебаний стебля, имеющее место в связи со сдвингом между паренхимной тканью сердцевины (6) и ксилемой (4), колленхимным кольцом (2) и мелкоклеточной паренхимой (3), а также между паренхимной тканью внутри перегородок с самой перегородкой (7) [3].

Испытание механических свойств отдельных тканей стебля подсолнечника по его длине показало [2], что именно в этой части стебля, имеющей вогнутую форму, на участке длиной 4—6 см, механические показатели тканей (модуль упругости, предел прочности и др.) меньше, чем на смежных участках.

Таким образом, этот участок стебля в связи с некоторым уменьшением его диаметра и показателей механических свойств приобретает определенную «издавливаемость», обеспечивающую жизнеспособность растения.

Как показала киносъемка колебаний стебля подсолнечника под воздействием ветра, при малых его скоростях изгибается лишь верхняя часть стебля вместе с корзинкой, однако с повышением скорости ветра в деформацию включается и самая нижняя часть стебля, несколь-

ко выше корневой шейки. «Податливость» стебля на этом участке предохраняет излом растения при большом напоре ветра.

Такое строение стебля наводит на мысль о возможности создания конструкций (балок, стоек и др.) с податливыми участками, вызывающими уменьшение и перераспределение напряжений при динамических нагрузках. Таким образом, например, можно разгрузить консольные конструкции на наиболее нагруженном участке непосредственно в районе защемления.

Необходимо отметить, что некоторые растения (пшеница, ячмень, тростник и др.) не испытывают потребности в таком ослабленном участке в нижней части стебля, поскольку верхняя часть его у них настолько гибкая, что под напором ветра изгибается почти на 90° , уменьшая тем самым свою парусность.

Не вдаваясь в подробное описание пучкового строения подсолнечника, отметим лишь чередование здесь больших и малых пучков, связанных между собой склеренхимной связкой (рис. 2). Часто большой пучок сдвинут к периферии и образует ребро жесткости, настолько мощное, что оно проявляется на эпидерме. Следует отметить, что характер гофра эпидермы отражает характер гофрированности механического кольца, образованного из тяжелой пучков и склеренхимных клеток. Причем гофрированность механического кольца, характеризуясь волнистостью, возрастает по мере близости к вершине стебля.

Аналогичным образом в составных конструкциях можно использовать слои с гофрированным профилем, что, как отмечалось, позволит повысить их жесткость, увеличить площадь контакта между отдельными слоями, и это будет способствовать улучшению «совместной работы» между ними.

Особый интерес представляет изучение архитектоники самого узкого участка стебля, выше которого он резко утолщается вплоть до корзинки. Эта часть стебля, будучи полый, подвергается изгибу с кручением под воздействием веса корзинки, давления ветра и гелиотропических движений. В результате чередования больших и малых пучков на этом участке стебля образуется большой волнистый гофр. Следует отметить, что здесь пучки сравнительно небольших размеров и соединены друг с другом тонкой связкой из склерифицированных клеток. Наблюдается определенная вытянутость и смещение пучков к центру сечения стебля, которое можно объяснить тем, что изучаемый участок стебля под напором ветра подвергается циклической нагрузке, в условиях которой наиболее рациональным с точки зрения строительной механики является смещение сопротивляющегося материала к центру сечения.

На самой верхушке стебля склеренхимная связка между пучками постепенно сужается, а ближе к корзинке полностью исчезает. Пучки здесь более вытянутые, крупные и значительно отдалены друг от друга.

Указанные слабости несколько снижают жесткость стебля на этом участке, способствуя гелиотропическому движению корзинки. Кроме того, при этом, вероятно, облегчается и пассивальная транспортировка хантоксина, обеспечивающая это движение [4].

Интересно проследить характер изменения паренхимной ткани в сердцевине стебля в вертикальном направлении. Если в нижней части эта ткань более или менее плотная, то в верхней четверти стебля она представлена в двух формах—относительно плотной в сердцевине, очень гибкой—по периферии (рис. 2). При таком строении значительно повышается демпфирование, обусловленное сдвигом гибкой паренхимы относительно слоя пучков. Здесь же в результате внутреннего трения в паренхимной ткани сердцевины также происходит гашение колебаний. Это особенно проявляется на верхушке стебля, где внутренняя полость под паренхимной тканью значительно увеличивается, уподобляясь вате.

Проведенные морфологические исследования позволяют оценить стебель подсолнечника как рациональную конструкцию, геометрическая форма которой хорошо вписывается в очертание расчетной балки равного сопротивления, полученной при учете нагрузки ветра, веса головки и стебля, что, однако, является предметом отдельного сообщения. Вся часть стебля с характерным пучковым строением гофрирована, причем высота ребер жесткостей возрастает снизу вверх.

Принципы демпфирования стебля подсолнечника при изгибных колебаниях под напором ветра, форма гофрирования и другие особенности могут иметь определенное приложение в инженерных конструкциях из слоистых материалов, находящихся в последнее время все большее применение при строительстве высотных сооружений, в машиностроении и в других областях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разборский В. Ф. Архитектоника растений. М., 1955 г.
2. Саркисян Г. М. и др. Механические свойства тканей травянистых растений. Ереван, 1988.
3. Саркисян Г. М. и др. Промышленность, строительство и архитектура Армении. 9, 1988.
4. Wentland J., Franzen J. M., Kneip E. Plant Growth Substances, Berlin e. a. 1980.

Поступило 2 II 1989 г.