

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, обусловливающих его устойчивость к механическим воздействиям внешней среды, предлагаются использовать некоторые принципы его строения в инженерных конструкциях из слоистых материалов.

Արմածաղկի ցողովի անատոմա-մորֆոլոգիական առանձնահատկությունների ուսումնակիրության հիման վրա, որոնք պայմանավորում են նրա կայունությունը դրաբն միջավայրի մեխանիկական գործունեության հանգեց՝ առաջարկվում է օդագործել արմածաղկի ցողովի կառուցվածքի որոշ սկզբաներներ շերտավոր կոմպլեքս կազմակերպելու համարության հերթում:

On the basis of the study of anatomo-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 layered materials.

Подсолнечник—архитектоника стебля—свойство 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, присущее 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 исследований служили стебли подсолнечника (сорт 1 штант-549), выращенного в Абовянском районе АрмССР. Выбирали окончательно оформившиеся растения с наиболее прямолинейными стеблями: высотой модельного класса.

Измерения продольных размеров стебля производили линейкой с точностью делений до 1 мм. Для измерения диаметра стебля использовали оптический метод. Для выявления 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 постоянных 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 эпидермой (1) расположены два слоя колленхимных 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,

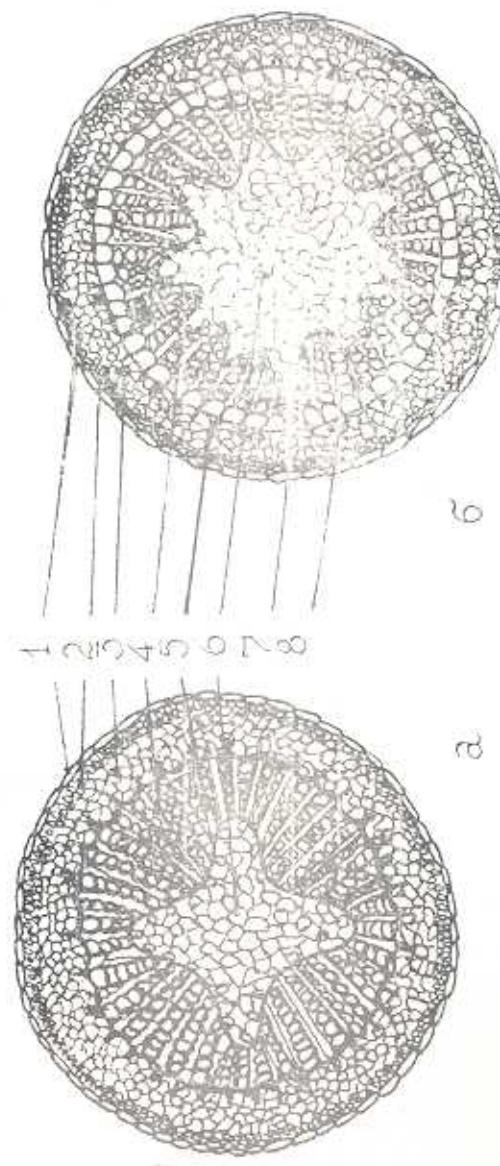


Рис. 1. Анатомическое строение нижней части стебля подсолнечника.

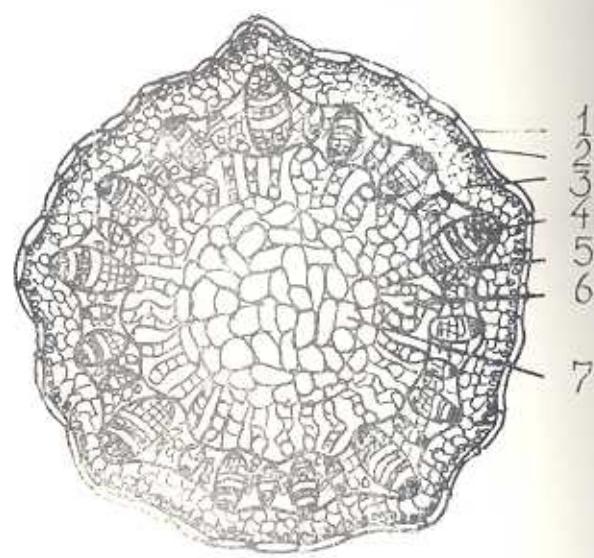


Рис. 2. Анатомическое строение верхней части стебля подсолнечника.

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

Сердцевина стебля, состоящая из паренхимы (6), имеет форму астриоида, который образуется в результате вдавливания в нее ксилемы. Такая наружная 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 неоколькою иной структурой на высоте 10—30 см от комля (рис. 1 б). Здесь перегородки (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 изнутри 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, вцемший гофр которого вогнут; на внутреннем, очень мощном гофре между вершинами имеются склерифицированные клетки.

Благодаря такой архитектонике наличие наружного 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 сдвигом 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 «податливость», обеспечивающую жизнеспособность растения.

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

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.

Невдаваясь в подробное описание пучкового строения подсолнечника, отметим лишь чередование здесь больших и малых пучков, связанных между собой склеренхимной связкой (рис. 2). Часто большой пучок свинут 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 тяжелых пучков и склеренхимных клеток. Причем гофрированность механического кольца, характеризуясь вогнутостью, 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 «совместности работы» между ними.

Особый интерес представляет изучение архитектоники самого узкого участка стебля, выше которого он резко утолщается вплоть до корзинки. Эта часть стебля, будучи полой, 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 вогнутый 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 макромеханической 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 удалены друг от друга.

Указанные особенности несколько снижают жесткость стебля на этом участке, способствуя гелиотропическому движению корзинки. Кроме того, при этом, вероятно, облегчается и латеральная транспортировка жантоксина, 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 корзинки 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, находящих в последнее время все большее применение при строительстве высотных сооружений, в машиностроении и в других областях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разборская 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. З., 1988.
4. Bruinsma J., Franssen J., M., Knecht E. Plant Growth Substances, Berlin e. a. 1980.

Поступило 2.II 1989 г.