

БОТАНИКА**О ЗНАЧЕНИИ АНАТОМИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ  
ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТИ ЯБЛОНЬ***Л И Лотова*

Среди многочисленных плодовых культур яблоня занимает особое место благодаря не только приятным вкусовым качествам плодов, их высокой урожайности, но и способности противостоять действию низких температур.

Морозоустойчивость растений в большой степени обусловлена их происхождением. При гибридизации местных северных сортов с южными часто получают сорта с пониженной зимостойкостью. В северных районах с коротким вегетационным периодом они, как правило, затягивают свой рост и зимуют с невызревшими побегами, не успевшими осенью осуществить физиологическую перестройку тканей и клеток, которая обуславливает переход растения в состояние глубокого, или естественного, покоя, необходимого для перенесения неблагоприятного периода времени (И. М. Васильев, 1953; П. А. Генкель и Е. З. Окнина, 1954; С. М. Иванов, 1939; И. В. Мичурин, 1948; И. И. Туманов, 1940)

Наиболее чувствительны к действию низких температур верхушки однолетних побегов, узлы, генеративные почки и корни. По данным И. М. Васильева (1953), состояние наиболее глубокого покоя наблюдается в вегетативных почках, камбии ствола и ветвей. Почти не переходят в состояние покоя паренхимные клетки коры. Зимой легче всего повреждаются морозом сердцевина, древесина побегов и все ткани корня. Весной, когда в растении начинаются активные жизненные процессы, наиболее чувствительны к заморозкам камбий, лубяная часть побегов и заболонная древесина (И. М. Васильев, 1953; З. А. Метлицкий, 1956; М. А. Соловьева, 1941)

В связи с тем что сорта плодовых растений могут различаться между собой по строению этих тканей, для всестороннего изучения морозоустойчивости необходимы не только цитолого-физиологические, но и тщательные анатомические исследования.

Вопросы диагностики морозоустойчивости плодовых растений по анатомическим признакам очень слабо освещены в литературе. Заслуживает внимания исследование П. Шишкина (1932), отметившего наличие коррелятивной зависимости между зимостойкостью яблонь и содержанием в древесине сердцевинных лучей, число которых на единицу поперечности тангентального среза древесины у морозоустойчивых сортов значительно меньше, чем у неморозоустойчивых. Изучение анатомического строения листьев, проведенное А. Ф. Бибиковой (1941), показало, что у зимостойких сортов яблони они характеризуются более крупноклеточным строением, чем у незимостойких. Полученные нами (1958, 1959) данные свидетельствуют о том, что низкорослые формы яблонь парадизки и

дусены, сильно уступающие по морозоустойчивости высокорослым формам, отличаются от них большим числом сердцевинных лучей на 1 мм<sup>2</sup> поверхности среза древесины, а также клеток древесинной и лубяной паренхимы, обилие которой у низкорослых форм коррелятивно связано с редукцией твердого луба во вторичной коре побегов. Наши исследования показали также, что «невызревшие» побеги, наличие которых неоднократно отмечалось в литературе (З. А. Метлицкий, 1956; И. В. Мичурин, 1948; А. Г. Резниченко, 1958) для зимостойких форм яблони, характеризуются отсутствием или очень слабым развитием периферической зоны поздней древесины, состоящей преимущественно из механических элементов и обедненной сосудами и паренхимой, в то время как у морозоустойчивых сортов эта зона, как правило, хорошо выражена.

Все эти данные представляют несомненный интерес, однако для диагностики морозоустойчивости яблони по анатомическим признакам необходимо иметь сведения не только о характере распределения по годичному кольцу древесины сосудов, сердцевинных лучей и древесинной паренхимы, но и о количественных соотношениях между гистологическими элементами древесины у сортов, различающихся по степени морозоустойчивости. Изучению этого вопроса и посвящено настоящее сообщение.

Нами исследованы особенности строения древесины молодых побегов у 6 сортов яблони, имеющих неодинаковое происхождение и различающихся по хозяйственно-биологическим признакам (подробно о всех сортах см.: Сорта плодовых и ягодных культур для средней полосы европейской части СССР, 1951; Сорта плодовых и ягодных культур, 1953)

1. Алтайское раннее—сорт, выведенный академиком М. А. Лисавенко для суровых условий Сибири и характеризующийся высокой морозоустойчивостью.

2. Бабушкино — один из лучших сортов яблони для средней полосы СССР, полученный в результате народной селекции, по зимостойкости уступающий лишь Антоновке обыкновенной (И. В. Мичурин, 1948)

3. Пепин шафранный — скороспелый сорт, выведенный И. В. Мичуриным скрещиванием Ренета орлеанского с гибридным сеянцем, полученным в свою очередь от скрещивания Пепина английского с китайской яблоней (*Malus prunifolia* Borkh.), передавшей гибриду хорошую морозоустойчивость. Вегетативные и генеративные почки у Пепина шафранного распускаются позднее, чем у других сортов яблони. Этой особенностью И. В. Мичурин (1948) придавал большое значение, так как при замедленном развитии уменьшается возможность повреждения молодых побегов и цветков весенними заморозками.

4. Любимец Никифорова — сорт, выведенный в Красноярском крае М. Г. Никифоровым скрещиванием сибирской ягодной яблони с Анисом алым. Несмотря на то, что по зимостойкости сибирская ягодная яблоня (*M. Pallasiana* Juz.) значительно превосходит остальные виды яблони, это свойство не закрепилось в гибридном потомстве. В суровые зимы у себя на родине Любимец Никифорова часто вымерзает.

5. Папировка — сорт народной селекции, возникший, вероятно, в Прибалтике и отличающийся средней зимостойкостью.

6. Шафран-китайка — сорт, выведенный И. В. Мичуриным (1948) скрещиванием Ренета орлеанского с китайской яблоней; хороший сорт для южных районов, по морозоустойчивости сильно уступающий другим мичуринским сортам.

Молодые побеги этих яблонь собраны в Ботаническом саду Московского университета на Ленинских горах. Побеги прироста 1958—1959 гг. срезали с южной стороны дерева на высоте около 1,5 м и фиксировали смесью спирта и глицерина через 10—12 дней в течение всего вегетационного периода.

Изучение древесины проводили на поперечных и продольных срезах, обработанных раствором йода в йодистом калии или флороглюцином и соляной кислотой. Число сосудов и клеток древесинной паренхимы на 1 мм<sup>2</sup> поверхности среза подсчитывали с помощью окулярной сетки определенной площади. Кроме того, на поперечных срезах побегов подсчитывали число сердцевинных лучей, пересекающих 1 мм длины окружности годичного кольца древесины. Приведенные ниже средние данные получены из 30 подсчетов.

Суммарная площадь, занятая просветами сосудов, вычислена умножением величины средней площади одного сосуда на число сосудов, приходящееся на 1 мм<sup>2</sup> поверхности поперечного среза ранней и поздней древесины годичного кольца. Площадь сосуда определяли по формуле  $\frac{\pi D^2}{4}$ . Средний диаметр вычислен вариационно-статистическим методом из 50 измерений просветов сосудов, каждое из которых в свою очередь представляло полусумму радиального и тангентального диаметров.

Пробуждение камбия после периода покоя в 1959 г началось в последних числах апреля или первых числах мая. При этом у зимостойких сортов камбий возобновил свою деятельность на несколько дней раньше, чем у незимостойких. Так, наиболее интенсивный прирост древесины образовался к 4 мая у сорта Бабушкино. На всем протяжении побега прироста 1958 г к этому времени камбий отложил 3—4 ряда сосудов, стенки которых успели одревеснеть. У всех деревьев сорта Бабушкино появились небольшие олиственные побеги. Подобную картину мы наблюдали также у Алтайского раннего и Любимца Никифорова. Одиночные почти не одревесневшие сосуды образовались по всему побегу у Шафран-китайки. У Папировки камбиальная деятельность возобновилась лишь в верхней половине побега, а у Пелина шафранного первые сосуды отмечены под узлами 5 верхних междоузлий, в то время как в 9—11 нижних междоузлиях камбий находился еще в покоящемся состоянии.

Нами было выяснено, что численность сосудов, размеры суммарной площади их просветов на  $1 \text{ мм}^2$  поверхности, а также число паренхимных элементов древесины возрастают от основания побега к его верхушке и достигают максимальной величины в средних, V—X междоузлиях.

В связи с этим мы считаем возможным ограничиться приведением в таблице 1 данных, характеризующих количественные соотношения между элементами древесины только для одного, VI междоузлия однолетних и двухлетних побегов яблонь, закончивших формирование годичного кольца древесины.

Как видно из таблицы, коррелятивная связь между зимостойкостью и числом сосудов на единицу поверхности древесины отсутствует. Сильно варьирует у различных сортов число сердцевинных лучей, что несколько противоречит мнению П. Шишкина (1932) Число клеток древесинной паренхимы у исследованных яблонь также колеблется, однако сорта, отличающиеся малой зимостойкостью, имеют больше паренхимных элементов на  $1 \text{ мм}^2$  поперечного среза древесины, чем сорта морозоустойчивые. Обилие паренхимы отмечено в первый год жизни побега в зоне поздней древесины у Папировки и Шафран-китайки (соответственно 1317,3 и 1091,1 клеток на единицу поверхности), меньше всего паренхимы у Любимца Никифорова и Бабушкина (65,2 и 86,9 клеток) в зоне ранней древесины. В поздней древесине число клеток древесинной паренхимы у всех исследованных сортов увеличивается.

При сравнении древесины второго года прироста с древесиной, образованной в первый год жизни побега, обнаруживается та же закономерность в изменении числа клеток древесинной паренхимы, какая наблюдается в пределах каждого годичного кольца. Вместе с этим происходит значительное уменьшение числа сердцевинных лучей, так как по мере утолщения стебля уже существующие лучи раздвигаются, а образование новых лучей с возрастом замедляется.

Незначительные размеры суммарной площади сосудов в поздней древесине, особенно у Алтайского раннего, Пелина шафранного, Папировки, могут служить показателями того, что годичное кольцо древесины у этих сортов полностью сформировалось. Камбий закончил свою сезонную деятельность образованием довольно широкой зоны, состоящей в основном из механических элементов (рис. 1,А) Этого нельзя сказать о побегах Шафран-китайки, у которой периферическая зона поздней древесины выражена плохо, о чем свидетельствуют сравнительно большие размеры общей площади сосудов (табл. 1), а также обилие паренхимных элементов вблизи камбия (рис. 1,Б), прекратившего свою деятельность еще до образования нормальной структуры годичного кольца.

Отмеченная особенность годичных приростов у Шафран-китайки, видимо, объясняется происхождением этого сорта, на природу которого большое влияние оказали биологические особенности Ренета орлеанского, приспособленного к существованию в южных районах с более про-



Количественный состав гистологических элементов и диаметр сосудов в древесине молодых побегов яблони (VI междоузлии)

Сорт	Возраст древесины в годах	Сосуды						Число клеток древесинной паренхимы на 1 мм <sup>2</sup>		Число средних выннх лучей на 1 мм окр-жности го-личного кольца
		диаметр в мк		число на 1 мм <sup>2</sup>		суммарная площадь на 1 мм <sup>2</sup> в мм <sup>2</sup>		А	Б	
		А	Б	А	Б	А	Б			
Пелин шафранный . . .	1	25,2	23,6	839,1	304,3	0,72	0,13	491,3	739,1	19,7
	2	29,2	23,3	1086,9	217,4	0,73	0,09	486,9	1296,0	17,5
Пепиловка . . . . .	1	24,5	17,9	1326,1	326,1	0,62	0,09	230,4	1317,3	20,5
	2	23,8	18,9	1339,1	397,8	0,59	0,11	428,2	1317,4	13,6
Шафран-китайка . . .	1	22,8	24,5	1323,9	639,1	0,54	0,30	369,5	1091,3	22,6
	2	27,8	28,0	886,9	454,5	0,54	0,28	717,4	1017,4	9,6
Любимец Никитинского	1	22,0	18,2	1326,1	841,3	0,40	0,21	65,2	326,1	28,0
	2	22,7	17,8	1486,8	108,7	0,59	0,02	545,2	839,1	18,3
Бабушкино . . . . .	1	27,3	18,9	1086,9	623,9	0,63	0,13	86,9	808,7	23,7
	2	29,8	24,2	1006,5	428,2	0,68	0,20	586,9	895,6	12,0
Алтайское раннее . . .	1	21,3	20,0	1156,5	304,3	0,41	0,09	195,6	595,6	23,5
	2	26,6	19,2	1123,9	189,1	0,62	0,05	658,7	852,1	14,9

Примечание. А — ранняя древесина, Б — поздняя древесина.

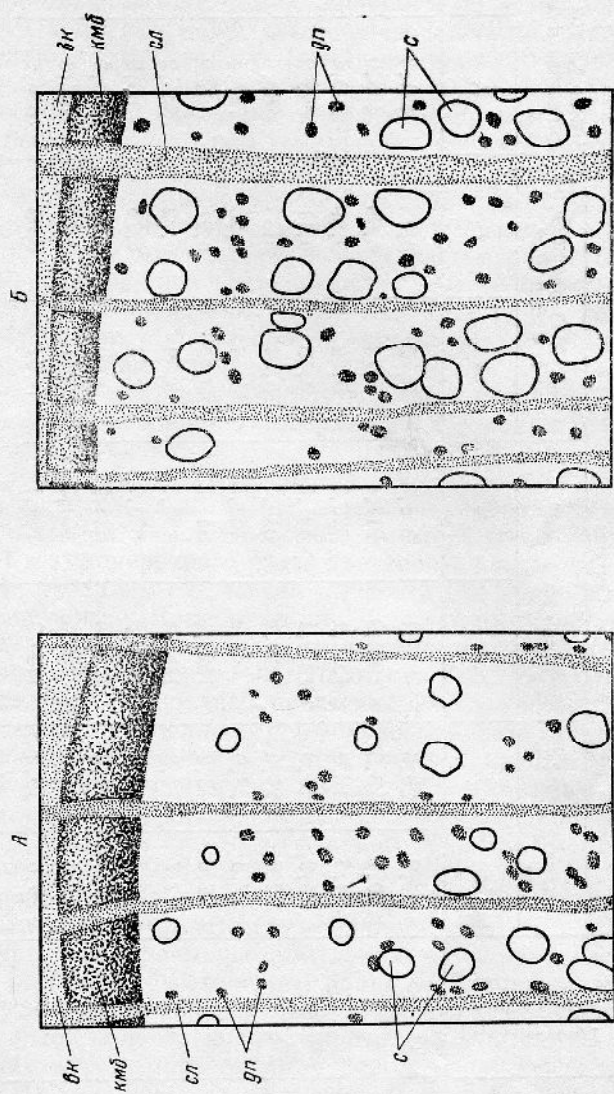


Рис. 1. Схема строения древесины вблизи камбиальной зоны у молодых побегов Алтайского раннего (А) и Шафран-китайки (Б) 21 сентября 1959 г.: вк — вторичная кора, кмб — камбий, дп — древесинная паренхима, сл — сердцевинные лучи, с — сосуды

должительным и более теплым вегетационным периодом, чем в Подмосковье. Как показали исследования Книгге и Шульца (W Knigge und H. Schulz, 1961), при высокой температуре вегетационного периода даже у деревьев, растущих в умеренном климате, как правило, почти не развивается поздняя древесина, и они оказываются хуже подготовленными к перенесению зимних холодов.

Нам кажется, что особенности строения годичного кольца древесины, обусловленные характером распределения элементов и количественными соотношениями между ними, представляют собой признак, на который в первую очередь следует обращать внимание при диагностике морозоустойчивости яблонь.

Возможно, приуроченность живых паренхимных элементов к более внутренним участкам древесины возникает в связи с необходимостью их защиты от влияния низких температур, способность противостоять которым у этих клеток, вероятно, невелика. Данные относительно глубины покоя живых элементов древесины, т. е. тяжевой и лучевой паренхимы, к сожалению, нам неизвестны, поэтому в настоящее время трудно судить о степени их морозоустойчивости, однако несомненно, что сердцевинные лучи обычно не выдерживают сильных и продолжительных морозов и часто вымерзают.

На основании проведенных нами исследований можно сделать следующие выводы.

1. Морозоустойчивость растений обусловлена физиологическими процессами, происходящими в их клетках и тканях. Анатомическое строение для диагностики морозоустойчивости может иметь лишь косвенное значение.

2. Как правило, морозоустойчивые сорта отличаются от зимостойких меньшим содержанием древесинной паренхимы на единицу поверхности поперечного среза древесины.

3. При диагностике морозоустойчивости яблонь по анатомическим признакам наибольшее внимание должно быть обращено на такие структурные особенности проводящей системы побегов, как количество поздней древесины, минимальные размеры суммарной площади просветов сосудов на периферии годичного кольца, отсутствие или незначительное содержание в этой зоне паренхимных элементов и приуроченность последних к более внутренним участкам древесины.

## ЛИТЕРАТУРА

- Библикова А. Ф. 1941. Изучение анатомического строения плодовых деревьев в связи с вопросом морозоустойчивости. «Сов. ботаника», № 1—2.
- Басильев И. М. 1953. Зимостойкость растений. Изд-во АН СССР, М.—Л.
- Генкель П. А. и Окнина Е. З. 1954. Диагностика морозоустойчивости растений по глубине покоя их тканей и клеток. Изд-во АН СССР, М.—Л.
- Иванов С. М. 1939. О причинах морозоустойчивости растений. «Сов. субтропика», № 1.
- Лотова Л. И. 1958. Сравнительно-анатомическое исследование древесины высокорослых и карликовых форм яблони (*Malus*) Ботан. журн., т. 43, № 12.
- Лотова Л. И. 1959. Анатомическое исследование коры высокорослых и низкорослых яблонь. Вестн. Московск. гос. ун-та, сер. биол., № 3.
- Метлицкий З. А. 1956. Зимние повреждения плодовых деревьев. Сельхозгиз, М.—Л.
- Мицури И. В. 1948. Соч., т. I, II, IV Сельхозгиз, М.—Л.
- Резниченко А. Г. 1958. Биология плодовых и ягодных культур. Учпедгиз, М.
- Соловьева М. А. 1941. Изучение морозоустойчивости плодовых деревьев. «Сов. ботаника», № 1—2.
- Сорта плодовых и ягодных культур для средней полосы Европейской части СССР (авторский коллектив Московской плодово-ягодной опытной станции) 1951. Сельхозгиз, М.—Л.
- Сорта плодовых и ягодных культур (под ред. проф. А. Н. Веньямина) 1953. Сельхозгиз, М.—Л.
- Туманов И. И. 1940. Физиологические основы зимостойкости культурных растений. Сельхозгиз, М.—Л.

Ш и ш к и н П. 1932. Возможность оценки зимостойкости яблони по анатомическим признакам. «Флодоовощное хоз-во», № 2.

K n i g g e W und S c h u l z H. 1961. Einfluß der Jahreswitterung 1959 auf Zellartverteilung, Faserlänge und Gefäßweite verschiedener Holzarten. Holz Roh- und Werkstoff, Bd. 19, № 8.

Рекомендована кафедрой высших растений Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова

Поступила  
12 марта 1963 г.