

УДК 633.853.52
DOI 10.25230/conf13-2025-03-166

ОСОБЕННОСТИ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ ТКАНЕЙ СТЕБЛЕЙ СОРТОВ СОИ С РАЗНОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ПОЛЕГАНИЮ

Миназов В.В.
ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК
warface761@mail.ru

Приведены результаты изучения и сравнения морфо-анатомических различий строения тканей ксилемы устойчивого к полеганию сорта сои Ирбис, и неустойчивого к полеганию сорта сои Ягуар.

Ключевые слова: соя, полегание, морфо-анатомический признак, структура ткани, ксилема, механическая прочность.

Введение. Практически во всех сосеюющих странах, и особенно в регионах с избытком осадков или при орошении, возделывание сои (*Glycine max* (L.) Merr.) нередко сопровождается полеганием растений. Наиболее склонны к полеганию высокорослые сорта сои. Поэтому в большинстве соепроизводящих стран предпочитают возделывать низкорослые сорта, обеспечивающие повышенную устойчивость к полеганию. Однако низкорослость сои имеет свои недостатки. Прежде всего, это пониженная засухоустойчивость в годы с дефицитом осадков, которая вызвана неглубокой корневой системой. Низкорослость сои приводит к более низкому расположению нижних бобов на растениях, в результате чего увеличиваются потери при уборке урожая. Низкорослые сорта быстрее затеваются сорными растениями, что при прочих равных условиях также ведёт к недобору урожая. Высокорослые сорта этих недостатков лишены, но более склонны к полеганию. В связи с этим очень актуальным является селекция высокорослых сортов с повышенной устойчивостью к наклону и полеганию [1].

Однако признак устойчивости к полеганию мало изучен. По сведениям И. Лукьяновой (2008) при реализации селекционных программ, этот признак, как правило, оценивается только по факту на основе балльной шкалы степени полегания растения. При этом морфо-анатомические особенности строения стебля, обеспечивающие или не обеспечивающие устойчивость растений сои к полеганию, практически не изучены [2].

Полегание растений наблюдается при нарушении соотношения между массой надземной части растения и прочностью нижней части стебля, вызванном недостаточным утолщением и слабым развитием в нем механических элементов. Полегание делится на два типа: стеблевое и прикорневое. Стеблевое полегание чаще встречается у сортов с прочным



тонким стеблем. Причинами корневого полегания чаще всего являются: чрезмерное разрастание надземных органов растения и относительно слабое развитие корневой системы. Исследования ВНИИМК также показали, что между глубиной залегания корневой системы и высотой растения сои имеется высокая корреляционная связь $r = 0,96$. Это означает, что чем выше растение, тем глубже корневая система, и наоборот. Как показали исследования Н.И. Бочкарёва с соавторами (2018) низкорослые детерминантные сорта дальневосточного (РФ), западноевропейского (ЕС) и канадского происхождения малопригодны для возделывания в засушливых условиях юга России в связи с тем, что их корневая система не проникает глубже полутора метров [3].

Борьба с полеганием сельскохозяйственных культур – одна из важнейших задач сельского хозяйства. В каждом конкретном случае необходимо использовать соответствующие агротехнические приемы. К ним относятся правильная обработка почвы, глубины заделки семян, четкое соблюдение норм высева и густоты стояния растений. Важными факторами являются организация поливов, соотношение азотно-фосфорно-калийных удобрений при внесении в почву, подбор сортов, устойчивых к полеганию, а при необходимости применение ретардантов – веществ, сдерживающих рост растений в высоту [4].

Ю.П. Федулов с коллегами (2015) разделяли факторы, вызывающие у растений на три группы: а) анатомо-морфологическое строение стебля; б) физические: ветер, дождь, град, низкие температуры; в) агротехнические: высокое содержание или недостаток минерального питания, избыток увлажнения [4]. Кохли и Макхерджи (цит. по: [4] добавили еще два фактора: заражение растений грибами, повреждение вредителями и высота растений. Кроме этого, полегание сои находится в большой зависимости от морфо-анатомического строения, физико-технических особенностей и химического состава элементов стебля, которые определяются сортовыми особенностями и условиями внешней среды [4].

Одним из основных методов борьбы с полеганием является выведение неполегающих сортов на основе селекционных признаков, обеспечивающих повышенную устойчивость генотипов. В связи с этим целью наших исследований было изучить морфо-анатомические признаки стеблей, влияющие на степень устойчивости сои к полеганию.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2024 г. в лаборатории селекции и семеноводства сои отдела сои ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, г. Краснодар. В полевых условиях 2024 г. был проведён отбор генотипов сои с высокой и низкой устойчивостью к наклону и полеганию. В качестве модельных объектов для исследований были выбраны растения устойчивого к полеганию сорта сои Ирбис, и растения неустойчивого к полеганию сорта сои Ягуар с признаками наклона стеблей в нижнем ярусе. У отобранных образцов устойчивых этих сортов был проведён морфо-анатомический анализ структуры тканей поперечных срезов стеблей в наиболее часто встречающихся местах изгиба – в нижнем и среднем ярусах побегов. Для обеспечения ровных поперечных срезов без замятия краёв срезанных волокон созревших растений сои их фрагменты в течение суток предварительно вымачивали в 10%-ном водном растворе аммиака (нашатырный спирт). После вымачивания фрагменты стеблей промывали в водопроводной воде и бритвенным лезвием выполняли поперечные срезы стеблей на фрагменты толщиной 3–5 мм. После выполнения срезов, полученные фрагменты стеблей подсушивали в течение 24 ч при комнатной температуре до достижения равновесной влажности и завершения процессов сжатия подсыхающих тканей фрагментов стеблей. Для измерения диаметра сухих поперечных срезов стеблей сои и толщины их ксилемы использовали цифровой штангенциркуль с точностью измерений $\pm 0,1$ мм.

Результаты и обсуждения. При осмотре поперечных срезов стеблей сортов Ирбис и Ягуар выявлены некоторые различия между этими сортами. Толщина ксилемы в нижнем ярусе растений у устойчивого к полеганию сорта Ирбис визуально была меньше по сравнению с этим показателем у неустойчивого к полеганию сорта Ягуар. При этом толщина ксилемы в среднем ярусе у растений сорта Ирбис визуально была больше по сравнению с

сортом Ягуар (рис. 1 и 2). У сорта Ягуар выявлена несимметричность толщины ксилемы на поперечном срезе стеблей в нижнем ярусе растений (см. рис. 2а). Выявленная радиальная асимметрия по толщине ксилемы у сорта Ягуар вызвана наклоном и изгибом стеблей в этой части растений. Толщина ксилемы со стороны наружной части изгиба сформировалась более толстой, а толщина ксилемы со стороны внутренней части изгиба стебля, наоборот, сформировалась более тонкой.

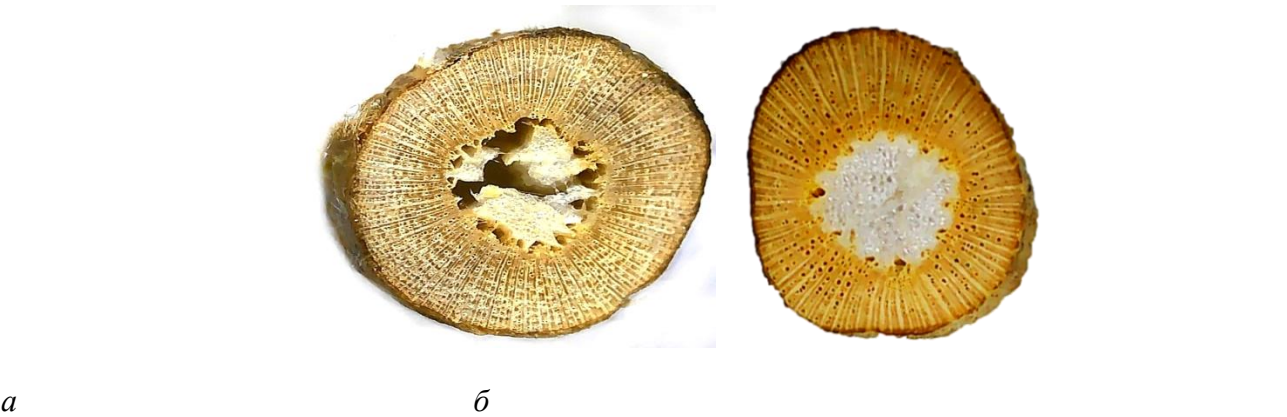


Рисунок 1 – Поперечные срезы стебля в нижнем (а) и среднем (б) ярусах стебля устойчивого к полеганию сорта сои Ирбис.



Рисунок 2 – Поперечные срезы стебля в нижнем (а) и среднем (б) ярусах стебля неустойчивого к полеганию сорта сои Ягуар.

Полученные в ходе прямых замеров показатели диаметров стеблей и толщины их ксилемы в нижнем и среднем ярусах растений устойчивого к полеганию сорта Ирбис, и неустойчивого к полеганию сорта Ягуар представлены в таблице.

Таблица. Толщина поперечных срезов стеблей и радиальных слоёв ксилемы устойчивого к полеганию сорта сои Ирбис, и неустойчивого к полеганию сорта сои Ягуар

ФГБНУ ВНИИМК, Краснодар, 2024 г.

Сорт	Ярус стебля	Диаметр стебля, мм			Толщина радиального слоя ксилемы, мм			Доля тканей ксилемы в общем диаметре стебля	
		max	min	среднее	max	min	среднее	мм	%
Ирбис	нижний	10,45	9,30	9,88	3,27	2,24	2,76	5,52	55,83
	средний	6,34	5,48	5,91	2,30	1,20	1,75	3,50	59,23
Ягуар	нижний	9,48	8,50	8,99	4,52	1,80	3,16	6,32	70,29
	средний	6,27	5,79	6,03	1,82	1,06	1,44	2,88	47,74



Размеры исследуемых поперечных срезов стеблей устойчивого к полеганию сорта Ирбис, и неустойчивого к полеганию сорта Ягуар имели близкие значения. В нижнем ярусе стеблей (1–5 междоузлие) средний диаметр стебля у этих сортов составил 9,88 и 8,99 мм, соответственно. Однако диапазон варьирования одинарной толщины ксилемы у сорта Ирбис в нижнем ярусе составляла от 2,24 до 3,27 мм, или ± 19 % от средней толщины ксилемы. А у сорта Ягуар диапазон варьирования толщины ксилемы составил от 1,80 мм с внутренней стороны изгиба стебля, до 4,52 мм с внешней стороны изгиба, или 43–47 % от среднего значения. В целом, доля тканей сдвоенной толщины ксилемы в общем диаметре стебля нижнего яруса растений сорта Ирбис составляла 55,8 %. А общая доля ксилемы в нижнем ярусе сорта Ягуар достигала величины 70,3 %.

В среднем ярусе растений (6–11 междоузлие) у образцов Ирбиса и Ягуар средний диаметр стебля также был близок, и составлял 5,91 и 6,03 мм, соответственно. Диапазон варьирования одинарной толщины ксилемы в среднем ярусе растений сорта Ирбис составлял от 1,20 до 2,30 мм, а у сорта Ягуар – от 1,06 до 1,82 мм. Асимметричность в толщине ксилемы в стеблях среднего яруса у сорта Ягуар ± 26 %, что было почти в 2 раза меньше по сравнению с показателями нижнего яруса. Доля тканей сдвоенной толщины ксилемы в общем диаметре стебля среднего яруса растений сорта Ирбис оказалась близка к аналогичным значениям у этого сорта в нижнем ярусе, и составляла 59,2 %. А общая доля ксилемы в среднем ярусе растений сорта Ягуар сократилась, по сравнению с нижним ярусом, до 47,7 %.

Динамика уменьшения толщины стебля у сорта Ирбис от 2,76 мм в нижнем ярусе до 1,75 мм в среднем ярусе составляла 63,4 %. Этот же показатель у сорта Ягуар от 3,16 мм в нижнем ярусе уменьшился до 1,44 мм в среднем ярусе, что составило 45,6 %. Следовательно, при анализе этих показателей можно сделать предварительный вывод о том, что неустойчивый к полеганию сорт Ягуар с увеличением высоты растения диаметр стеблей у этого сорта уменьшается быстрее по сравнению с аналогичными показателями у сорта Ирбис.

Заключение. Проведенные исследования морфометрических особенностей строения поперечных срезов стеблей на разных ярусах растений устойчивых и склонных к полеганию сортов сои позволяют сделать предварительный вывод о том, что повышенная склонность к полеганию может быть связана с уменьшением доли ксилемы в среднем, наиболее подверженном наклону и изгибу, ярусе растений сои, предположительно, за счёт уменьшения механической прочности и упругости стеблей.

Выявленные особенности анатомического строения стебля устойчивых к полеганию форм сои в дальнейшем могут представлять собой новый селекционный признак для отбора в расщепляющихся гибридных популяциях особей с признаком повышенной устойчивости к полеганию за счёт увеличенной доли ксилемной ткани и повышенной механической прочности стеблей.

Благодарность. Работа проводилась под руководством Цаценко Людмилы Владимировны д-р биол. наук, проф. и Зеленцова Сергея Викторовича д-р с.-х. наук, и я благодарю их за опыт и помощь во всех аспектах нашего исследования и за помощь в написании статьи.

Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта на реализацию Программы развития Кубанского ГАУ на 2021–2030 гг. (Программа стратегического академического лидерства "Приоритет-2030".)

Литература

1. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В., Трунова М.В., Будников Е.Н., Саенко Г.М., Савиченко В.Г. Очень высокорослый среднеспелый сорт сои Мамонт // Масличные Культуры, 2023. – Вып. 4 (196). – С. 110–115.
2. Лукьянова И.В. Анализ видовых и сортовых особенностей устойчивости стеблей злаковых культур к полеганию с учетом их физико-механических свойств и архитектоники для использования в селекции. Автореф. диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. Краснодар, 2008.
3. Бочкарев Н.И., Зеленцов С.В., Хатнянский В.И. Особенности сортов сои селекции ФГБНУ ВНИИМК: Агропромышленная газета юга России. – 2018.
4. Федулов Ю.П., Котляров В.В., Доценко К.А. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды: учеб. пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2015.

CHARACTERISTICS OF THE LINEAR SIZES OF STEM TISSUES OF SOYBEAN VARIETIES WITH DIFFERENT LODGING RESISTANCE

Minazov V.V.

The article presents the results of the study and comparison of morpho-anatomical differences in xylem tissue structure of soybean variety Irbis, resistant to lodging, and soybean variety Yaguar, not resistant to lodging.

Key words: soybean, lodging, morpho-anatomical trait, tissue structure, xylem, mechanical strength.