

УДК 633.18

## ФОРМИРОВАНИЕ АНАТОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ РИСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

**Жайлыбай К.Н., Медеуова Г.Ж.**

*Казахский государственный женский педагогический университет, Алматы,  
e-mail: Bakobb@mail.ru*

На формирование анатомической структуры стеблей, листьев, корней риса оказывают существенное влияние агроэкологические факторы (площадь питания, дозы, сроки и способы внесения минеральных удобрений). При повышении дозы удобрений и подкормки в стебле повышается количество проводящих пучков (внешних мелких и внутренних крупных), увеличивается площадь крупных проводящих пучков. Ключевые слова: Рис, стебель, листья, корень, их анатомическое строение, агроэкологические факторы (площадь питания, дозы, сроки, способы внесения удобрений).

## FORMATION ANATOMICAL STRUCTURE OF VEGETATIVE ORGANS RICE DEPENDING ON FACTORS AGROECOLOGICAL

**Zhaylybay K.N., Medeuova G.J.**

*Kazakh State Women's Pedagogical universtat, Almaty, e-mail: Bakobb@mail.ru*

The formation of the anatomical structure of stems, leaves, roots, new rice varieties has a significant impact agroenvironmental factors (nutrition area, dose, timing and metods of application of fertilizers).

**Keywords: rise, stern, leaves, roots, their anatomical structure, agro-ecological factors (nutrition area, dose, timing and methods of fertilizers)**

Среди агротехнических приемов на посевах риса наиболее эффективными являются минеральные, особенно азотные удобрения. При правильном их применении урожайность увеличивалась на 60-80%, иногда даже в 1,3-2,5 раза. На основе обобщения результатов исследований ученых Кубани, Узбекистана и Казахстана установлено, что по критерию «максимум урожайности» оптимальной нормой азотных удобрений является 178 кг/га д.в. [1, 2].

При возрастающей дозе азотного удобрения у среднерослых сортов Кубань 3, Маржан первый эффект повышения урожайности зерна наблюдается при дозе  $N_{120}P_{120}$  кг/га д.в., где ценотическое взаимовлияние между растениями в агроценозе еще не способствует снижению чистой продуктивности фотосинтеза ( $\Phi_{ч.пр.}$ ), а второй (предельный) эффект повышения урожайности зерна наблюдалось при дозе  $N_{180}P_{120}$  кг/га д.в. При этом, эффективность азотного удобрения значительно возрастает при дробном его внесении. Дальнейшее увеличение дозы азотного удобрения ( $N_{240}P_{180}$  кг/га д.в.) и нормы высева семян не способствовало повышению урожайности зерна [2, 3]. В формировании урожая зерна риса ведущая роль принадлежит верхним (особенно первым двум) листьям главного стебля и боковых побегов, длина и диаметр верхних междоузлий стебля [2, 3, 4]. На

формирование названных верхних органов риса существенное влияние оказывает сроки и дозы внесенных азотных подкормок. В связи с этим изучено влияние возрастающих доз азотных удобрений (особенно подкормок) на анатомическое строение верхних листьев, междоузлий стебля и корня растений риса.

### Материалы и методы исследования

Исследования проводились в 2006-2013 гг. на сортах риса Маржан (стандарт) и Арал 202 (вновь районированный) на стационарном участке Казахского научно-исследовательского института рисоводства. Названные сорта риса выращивались по следующей схеме: а) норма высева семян 5,6,7 млн. всхожих семян; б) дозы и способы внесения минеральных удобрений – 1 –  $N0P0$  (контроль); 2 –  $N60P90+N60=N120P90$  кг/га д.в. (средняя доза); 3 –  $N60P120+N120=N180P120$  кг/га д.в. (оптимально высокая доза). Подкормки посевов риса в дозах  $N60$  и  $N120$  кг/га д.в. проведены в начале фазы кущения. Фиксация и подготовка анатомических препаратов осуществлены по методике М.Л. Прозиной [5], Р.П. Барыкиной и др. [6].

### Результаты исследования и их обсуждение

Наибольшая урожайность риса сортов Маржан (57,6-58,1 ц/га) и Арал 202 (58,0-59,6 ц/га) получены при норме высева 6 и 7 млн. всхожих семян и дозе удобрений  $N_{60}P_{120}+N_{120}$  кг/га д.в. При средней дозе минеральных удобрений получены 50,1-52,6 ц/

га зерна. Изучены анатомическое строение вегетативных органов риса в зависимости от площади питания и возрастающих доз удобрений.

Анатомическое строение стебля. На поперечном срезе стебля (рис. 1,2) отмечены следующие ткани: эпидермис (1), мелкоклеточная зеленая ассимиляционная паренхима (2), бесцветные участки основной паренхимы (3), два ряда сосудисто-волокнистых проводящих пучков наружный (4) и внутренний (5) и по центру стебля полость соломины (6). Стенки эпидермиса, которые представлены одним слоем клеток, имеют сетчатую структуру, и на некоторых участках наблюдается утолщение. К эпидермису прилегает мелкоклеточная паренхима (2), состоящая из слабо вытянутых, плотно расположенных клеток с узкими просветами. В более глубоких слоях мелкоклеточная паренхима переходит в основную ассимилирующую (крупнокле-

точную) ткань (3), которая состоит из тонкостенных округло-удлиненных паренхимных клеток с большим количеством межклетников. В стенках соломины размещаются проводящие пучки. Причем склеренхимная обкладка проводящих пучков сливается со склеренхимными элементами кольца. Мелкие сосудисто-волокнистые пучки (4) расположены на «большом расстоянии» друг от друга, а в паренхиме, расположенной ближе к центру, размещаются большие сосудистые пучки (5), которые образуют почти «правильный круг». Все проводящие пучки закрытые, коллатеральные. В состав пучков входят элементы флоэмы (8) и ксилемы (9). Ксилема представлена 3-5 сосудами, среди них 1-3 крупнопросветных, составляющие короткую радиальную цепочку. Флоэма (8) имеет вид сеточки, ячейки которой соответствуют поперечному сечению ситовидных трубочек.

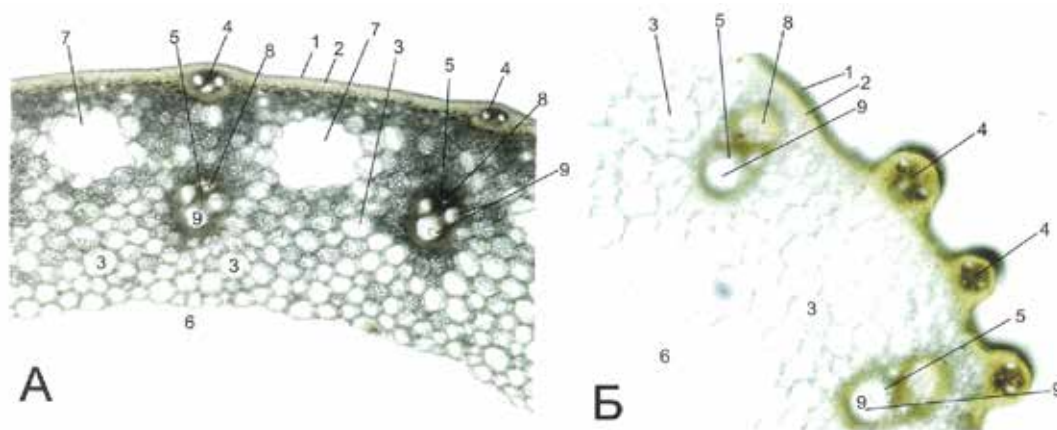


Рис. 1. Анатомическое строение стебля риса сорта Арал 202:

А – стебель (норма высева 5 млн. семян, контроль – без внесения минеральных удобрений);

Б – сформировавшийся стебель норма высева 7 млн. семян, внесено высокая доза

( $N_{60}P_{120} + N_{120}$  кг/га д.в.) удобрений;

1 – эпидерма; 2 – мелкие паренхимные клетки; 3 – основные паренхимные клетки; 4 – ряд

внешних, мелких проводящих пучков; 5 – ряд внутренних, крупных проводящих пучков;

6 – внутренняя полость стебля; 7 – аэренхима; 8 – флоэма; 9 – сосуды ксилемы

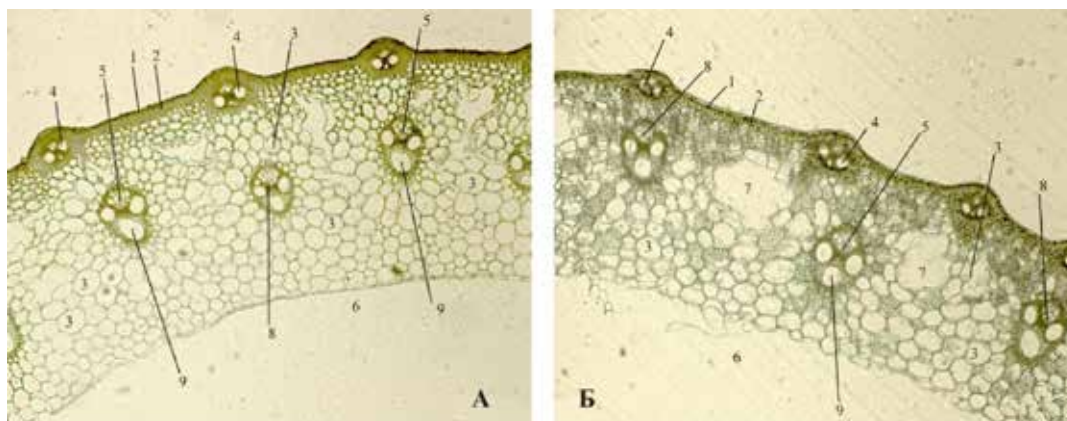


Рис. 2. Анатомическое строение стебля риса сорта Маржан:  
 А – стебель риса (контроль – норма высева 5 млн. всхожих семян, без внесения удобрений);  
 Б – сформировавшийся стебель (норма высева 7 млн. всхожих семян, доза удобрений  $N_{60}P_{120} + N_{120}$  кг/га .в.);  
 1 – эпидерма; 2 – мелкие паренхимные клетки; 3 – основные паренхимные клетки;  
 4 – ряд внешних, мелких проводящих пучков; 5 – ряд внутренних, крупных проводящих пучков;  
 6 – внутренняя полость стебля; 7 – аэренхима; 8 – флоэма; 9 – сосуды ксилемы

Таблица 1

Количественные показатели изменения анатомической структуры стебля сортов риса в зависимости от возрастающих доз удобрений

Дозы и способы внесения удобрений, кг/га д.в.	Количество крупных, внутренних пучков, шт.		Количество мелких (наружных) пучков, шт.		Площадь больших проводящих пучков, мкм <sup>2</sup>	
	Сорт Маржан	Сорт Арал 202	Сорт Маржан	Сорт Арал 202	Сорт Маржан	Сорт Арал 202
5 млн. всхожих семян						
N0P0 (контроль)	8,70,33	12,3 ± 0,31	12,70,87	15,30,8	115,70,63	129,30,33
N60P90+N60 (средняя доза)	10,3±0,32	16,00,40	14,30,86	20,00,7	116,70,33	133,70,61
N60P120+N120 (высокая доза)	16,7±0,71	20,00,60	20,00,57	28,30,6	138,00,38	138,00,6
7 млн. всхожих семян						
N0P0 (контроль)	10,2 ± 0,33	12,30,30	15,80,52	17,30,4	117,30,41	127,30,2
N60P90+N60 (средняя доза)	13,0 ± 0,55	16,00,70	17,30,61	20,30,5	121,40,57	135,70,8
N60P120+N120 (высокая доза)	17,1 ± 0,63	19,00,40	21,80,77	26,70,6	139,20,63	143,30,45

Примечание.  $N_{60}$  и  $N_{120}$  кг/га д.в. – подкормки внесены в начале фазы кушения.

Число пучков в солоmine варьирует от 20 до 40. В центре стебля находится полость (6), сформированная в результате отмирания клеток паренхимы. При возрастающей дозе удобрений увеличивается количество проводящих пучков, особенно малых (наружных) проводящих пучков. Площадь больших проводящих пучков также увеличивается (табл. 1). Это, по-видимому, способствует передвижению большего количества ассимилятов по флоэме, а также питательных веществ по ксилеме.

Количественные показатели анатомической структуры стебля в сортовом разрезе также изменяются (табл. 1). Так, количество крупных проводящих пучков и их площадь, а также количество мелких, наружных пучков у сорта Арал 202 значительно больше таких показателей сорта Маржан, возделываемое с 1986-1987 гг. (стандарт). Это одно из показателей превосходства вновь районированного сорта Арал 202.

При внесении средней дозы ( $N_{60}P_{120} + N_{60}$  кг/га д.в.) у изучаемых сортов увели-

чилось количество крупных, внутренних и мелких (внешних) проводящих пучков (табл. 1). Следовательно, увеличивается число склеренхимной обкладки названных проводящих пучков. Это в определенной степени способствует возрастанию прочности стебля и изучаемые сорта при умеренной дозе не полегают. Но, при высокой дозе (N60P120+N120 кг/га д.в.) увеличился высота стебля изучаемых сортов. Кроме того, из-за разрушения внутренних крупных паренхимных клеток стебля несколько расширился внутренняя его полость. Это снижало прочность стебля и возрастало полегаемость изучаемых сортов.

Анатомическое строение листа. На поперечном срезе листа (рис. 3, 4) различимы клетки покровной ткани эпидермы (1), которая состоит из двух типов клеток: замыкающих клеток-устьиц и покровных, образующих одноклеточные простые волоски (трихомы). Клетки верхней и нижней эпидермы немного вытянутые вдоль листовой пластинки и образуют однорядный слой, с наружной части незначительно утолщены, имеют разнообразные строения (окремневшие и неокремневшие) и размеров (длинные и короткие). На верхней поверхности листовой пластинки устьиц больше, чем на нижней. К специализированным эпидермальным клеткам относятся- устьичные, соединительные, волосковые и сократительные клетки, называемые также водоносными, двигательными, моторными и пузыревидными. Эпидермальные клетки соединены между собой извилистыми стенками или периклиналино-прямыми. Снаружи клетки покрыты кутикулой и имеют выступы. Крупные сократительные клетки (2) лежат на верхней поверхности листа в количестве от 4 до 6, расположенные веерообразно. Устьица представлены двумя замыкающими клетками, разделенные межклеточником-устьичной щелью. Далее располагаются клетки ассимилирующей ткани- хлоренхимы (3), которые составляют большую часть листовой пластинки. Паренхима (3) – однородная, рыхлая, состоит из овальных или округло-многогранных клеток с хлоропластами, встречаются межклетники. Хлорофиллоносная паренхима (3) не дифференцирована. Механическая ткань представлена в двух случаях, как склеренхимной жилки (4), так и склеренхимной обкладкой пучков (6). Между тремя наиболее крупными сосудами ксилемы расположены соединительные склеренхимные клетки (8). Проводящие пучки сложены первичной флоэмой и ксилемой. На поперечном срезе участка листовой

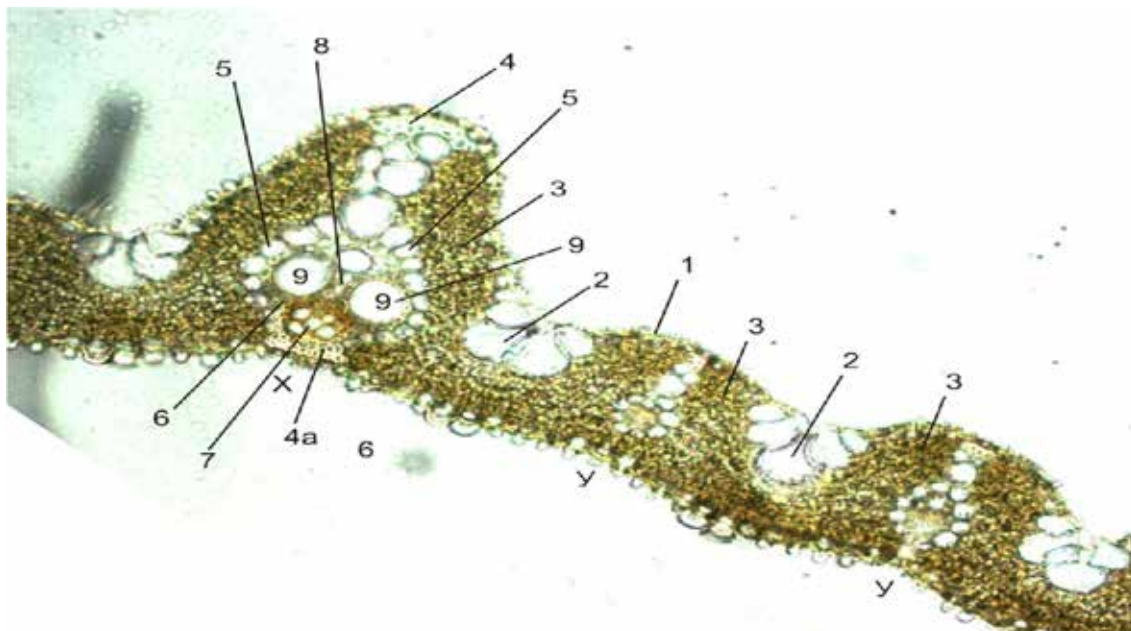
пластинки можно обнаружить жилки первого (x) порядка (более развитые и крупные) и второго (y) порядка, менее развитые и меньших размеров.

На эпидермисе верхней и нижней стороны листа четко различимы трихомы- в виде одноклеточных простых волосков и щетинки, имеющие в своем строении более шероховатую оболочку.

На загущенных посевах риса сорта Арал 202 (посев 7 млн. всожих зерен) и внесенный высоких доз удобрений ( $N_{60}P_{120} + N_{120}$  кг/га д.в.) листья становятся длиннее, шире и увеличивается площадь, но листовая пластинка немного утончается (рис. 3), а у сорта Маржан – наоборот, т.е. имеется тенденция к утолщению (рис. 4). В результате повышается число хлорофиллоносной фотосинтезирующей паренхимы и количество проводящих пучков. Это способствует синтезированию большего количества органических веществ и более быстрая транспортировка их в другие органы, особенно на наливающееся зерно в метелке риса.

Анатомическое строение корня. На поперечном срезе корня (рис. 5,6) различимы зоны коры (2) и центрального цилиндра (4). Снаружи корень покрыт ризодермой и эпидермисом (1), клетки которой однорядны, слабо вытянуты и имеют тонкие оболочки. Далее следует слой продолговато-вытянутых тонкостенных клеток экзодермы. За этим следует склеренхимное кольцо (10), стенки которого плотные и состоят из целлюлозы, обеспечивая тем самым механическую прочность корня. Коровая паренхима (2) представлена крупными паренхимными клетками с тонкими стенками. Клетки основной паренхимы (2) заполняют все пространство от склеренхимного кольца до центрального цилиндра (4) корня. Между коровыми паренхимными клетками образуются крупные продолговатые воздухоносные полости (3) коры. Эндодерма (5) представлена одним слоем тонкостенных округлых клеток. За эндодермой следует слой клеток перицикла (6). Крупные сосуды ксилемы (8) представлены в числе 4, а сосудов метаксилемы насчитывается в среднем 16-20, рядом с которыми локализуется флоэма (9). При внесении высоких доз (N60P120+N120 кг/га) удобрений сформированы 5 ксилемных сосудов, а мелкие метаксилемные сосуды в среднем 21-26 шт.(рис.6). В центре цилиндра расположена склерифицированные клетки соединительной паренхимы. При увеличении дозы минеральных удобрений в корнях риса лучше сохраняются паренхимные клетки (рис. 5 Б, 6 Б).

А



Б

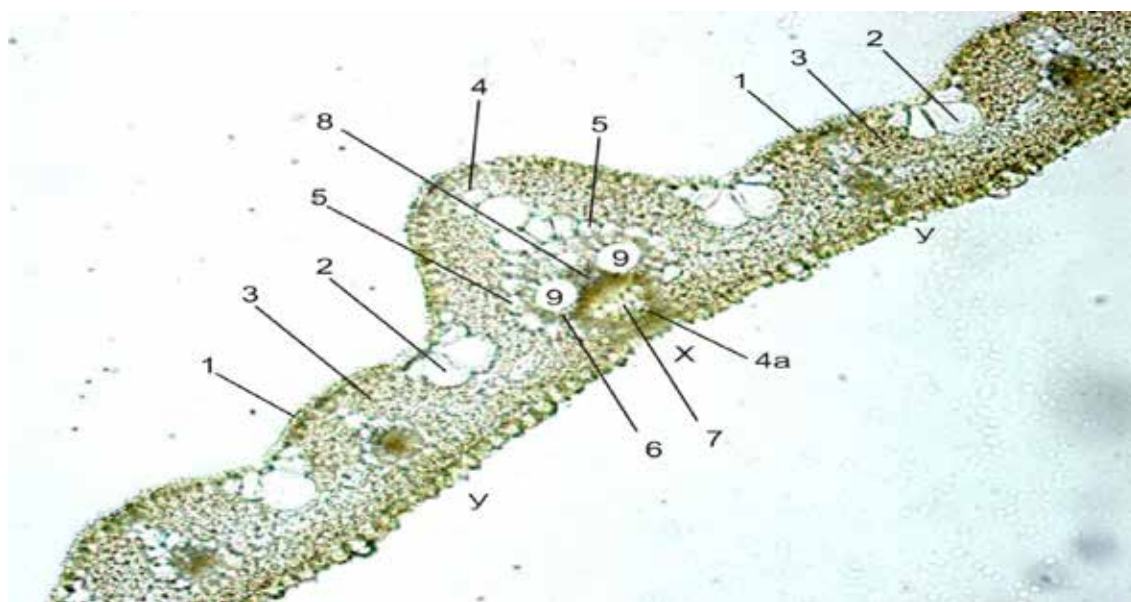


Рис. 3. Анатомическое строение листа (второй сверху) сорта риса Арал 202.  
 А – контроль (без внесения удобрений, посев 7 млн. всхожих семян); Б – высокая доза  
 (N60P120+N120 кг/га д.в.) удобрений, посев 7 млн. всхожих зерен.  
 Обозначения: X – крупные проводящие пучки первого ряда; Y – мелкие проводящие пучки, второго  
 ряда; 1 – эпидерма; 2 – сократительные клетки; 3 – хлорофиллоносная паренхима;  
 4, 4а – склеренхимные клетки пучков; 5 – клетки оболочки проводящих пучков; 6 – склеренхимные  
 оболочки проводящих пучков; 7 – флоема; 8 – соединительные склеренхимные клетки;  
 9 – сосуды ксилемы

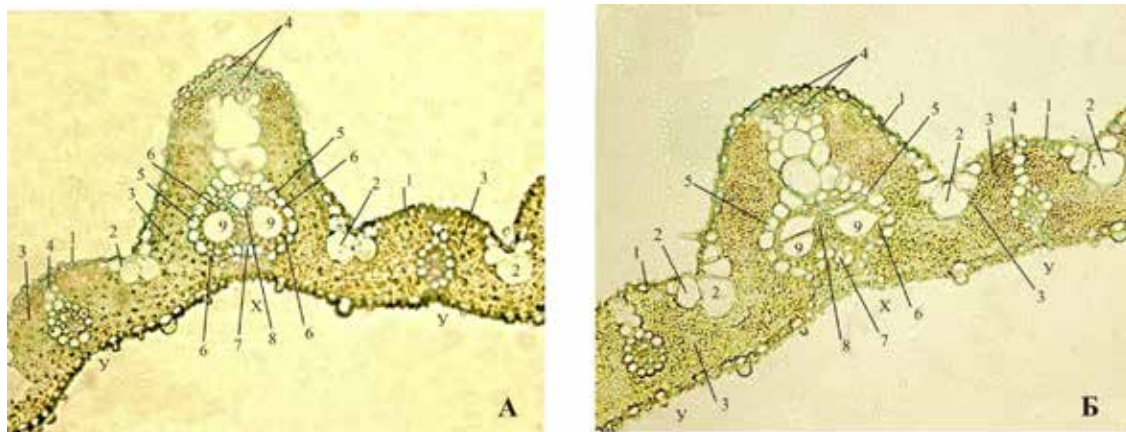


Рис. 4. Анатомическое строение листа (второй сверху) риса сорта Маржан:  
 А – контроль – без внесения минеральных удобрений, норма высева 5 млн. всхожих семян;  
 Б – внесено высокая доза (N60P120 + N120 кг/га .в.) удобрений, норма высева 7 млн. всхожих семян;  
 1 – эпидермис; 2 – сократительные клетки; 3 – хлорофиллоносные паренхимы;  
 4 – склеренхимные жилки; 5 – клетки обкладки проводящих пучков;  
 6 – склеренхимные обкладки проводящих пучков; 7 – флоэма;  
 8 – соединительные склеренхимные клетки; 9 – сосуды ксилемы

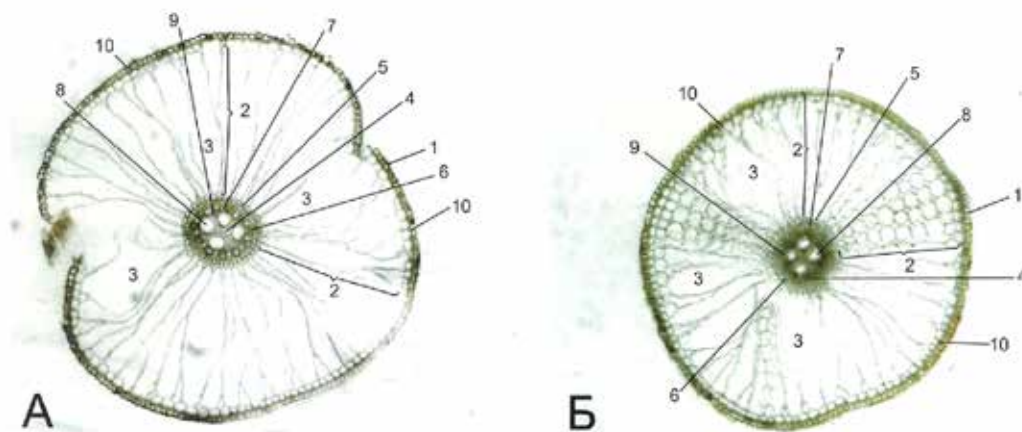


Рис. 5. Анатомическое строение корня риса сорта Арал 202:  
 А – контроль – без внесения минеральных удобрений, норма высева 7 млн. семян;  
 Б – внесено средняя доза (N60P120 + N60 кг/га д.в.) удобрений, норма высева 7 млн. семян;  
 1 – эпиблема; 2 – кора корня; 3 – воздухоносные полости (аэренхима); 4 – центральный цилиндр;  
 5 – эндодерма; 6 – перицикл; 7 – сосуды метаксилемы; 8 – сосуды ксилемы; 9 – флоэма;  
 10 – кольцо склеренхимных клеток коры корня

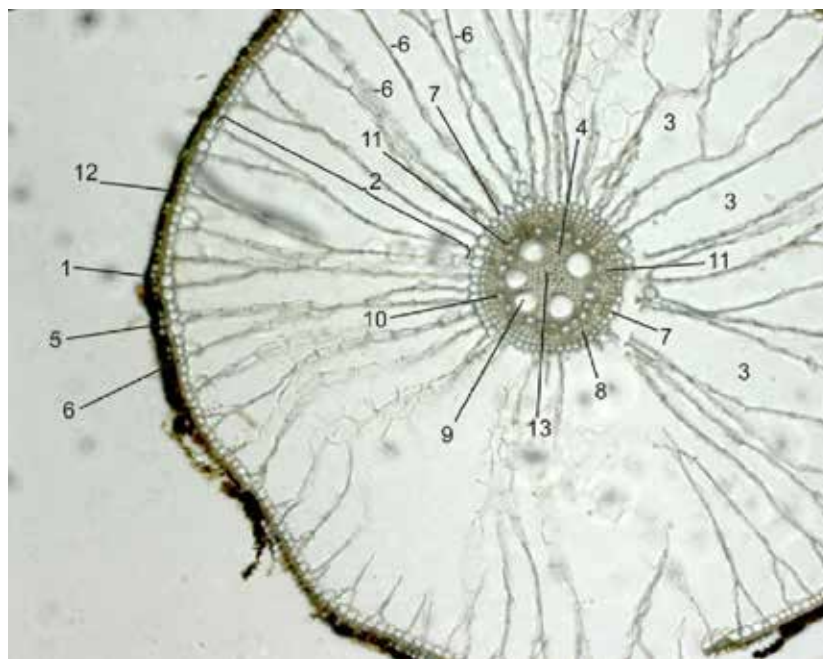


Рис. 6. Анатомическое строение корня риса сорта Арал 202. Внесена высокая доза (N60P120+N120 кг/га д.в.), норма высева 7 млн. семян. Обозначения: 1 – эпиблема; 2 – кора корня; 3 – воздухоносные полости (аэренхима); 4 – центральный цилиндр; 5 – экзодерма; 6 – основные паренхимные клеткм; 7 – эндодерма; 8 – перицикл; 9 – крупные ксилемные сосуды; 10 – мелкие метаксилемные сосуды; 11 – флоэма; 12 – склеренхимные клетки коры корня; 13 – склерифицированные соединительные паренхимные клетки центрального цилиндра

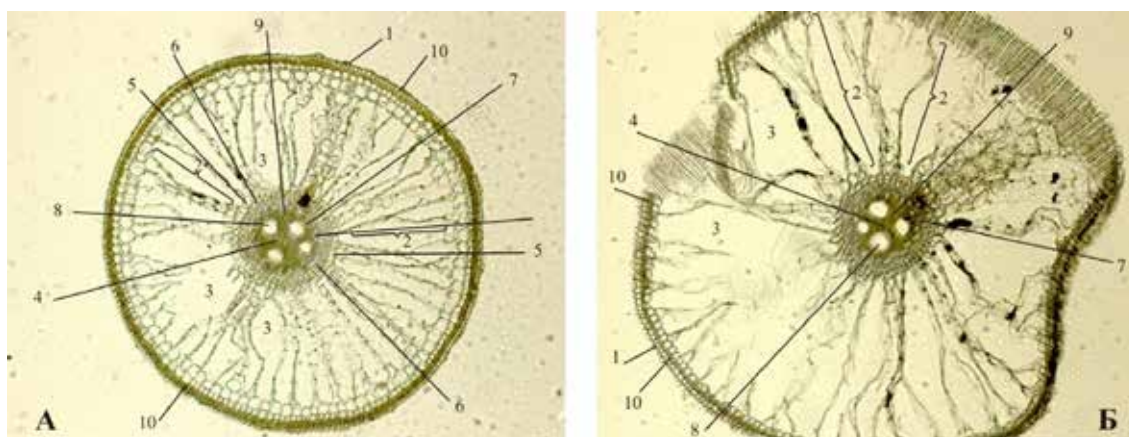


Рис. 7. Анатомическое строение корня риса сорта Маржан: А – контроль без внесения минеральных удобрений, норма высева 7 млн. всхожих семян, Б – внесено высокая доза (N60P120 + N120 кг/га .в.) удобрений, норма высева 7 млн. всхожих семян; 1 – эпиблема; 2 – кора корня; 3 – воздухоносные полости (аэренхима); 4 – центральный цилиндр; 5 – эндодерма; 6 – перицикл; 7 – сосуды метаксилемы; 8 – сосуды ксилемы; 9 – флоэма; 10 – кольцо склеренхимных клеток коры корня

### Выводы

1. При увеличении дозы (N60P120+N120 кг/га д.в.) удобрения, особенно подкормки возрастают количество внешних мелких и внутренних крупных проводящих пучков и увеличиваются размеры внутренних проводящих

пучков. Это способствует транспортировке большого количества ассимилятов на наливающееся зерно и в другие органы риса.

2. В стебле нового сорта риса Арал 202 сформировано большее количество внешних мелких и внутренних крупных

проводящих пучков по сравнению со стандартом Маржан. Это основное преимущество нового сорта риса Арал 202.

3. На контрольном варианте (без внесения удобрений) в центральном цилиндре корня риса сорта Арал 202 и Маржан сформировано по 4 крупных и 16-20 метаксилемных сосудов, а при внесении оптимально высокой дозы (N60P120+N120 кг/га д.в.) удобрений у сорта Арал 202 сформировано 5 крупных и 21-26 мелких метаксилемных сосудов.

Предложения селекционной практике: При внесении оптимально высокой дозы удобрений: а) количество внутренних крупных проводящих пучков в стебле должно быть 20-22 шт.;

б) количество внешних мелких проводящих пучков 20-28 шт.;

в) размер внутренних крупных проводящих пучков 138-145 мкм<sup>2</sup>;

г) большее сохранения паренхимных клеток внутри стебля;

д) листья не утончаются при загущении посевов;

е) в корнях лучше сохранены паренхимные клетки и появления пятого ксилемного сосуда в центральном цилиндре.

При создании морфофизиологической модели высокопродуктивных новых сортов риса выше названные показатели могут характеризовать высокую продуктивность новых сортов.

#### Список литературы

1. Алешин Е.П., Сычев В.П., Шарафуллин Р.С. Прогнозирование эффективности минеральных удобрений на посевах риса // Доклады ВАСХНИЛ. 1983, № 5. – С.3-5.
2. Жайлыбай К.Н. Фотосинтетические и агроэкологические основы высокой урожайности риса. Алматы: Бастау. 2001. – 256 с.
3. Жайлыбай К.Н. Формирование междоузлий стебля и листьев сортов риса в зависимости от агроэкологических факторов // Научные основы и практика рисоводства в Казахстане (Сборник статей). Алматы: Тоганай Т. 2012. – С. 124-138.
4. Лизандр А.А., Бровцына В.Л. Фотосинтетическая роль стеблевых листьев риса в формировании и созревании зерна // Физиология растений. 1964, Т.11, № 3. - С.391-397.
5. Прозина М.Л. Ботаническая микротехника. – М., 1988. – 208 с.
6. Барыкина Р.П. и др. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. – М.: Изд-во МГУ. – 312 с.