

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР, ЛУГОВОДСТВО

Известия ТСХА, выпуск 4, 2005 год

УДК 633.11:631.527

ИЗМЕНЕНИЕ АНАТОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ СТЕБЛЯ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ПРОЦЕССЕ СЕЛЕКЦИИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ РАЙОНЕ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

ХОССИН ДЖДЕИД, В.В. ПЫЛЬНЕВ, В.С. РУБЕЦ

(Кафедра селекции и семеноводства полевых культур)

В результате селекции яровой пшеницы в ЦРНЗ наряду с изменением морфологических признаков растения изменилась и его анатомическая структура. Селекция на повышенную продуктивность колоса привела к увеличению практически всех параметров проводящей системы подколосового междуузлия, при этом в составе механической ткани увеличилось содержание проводящей системы за счет уменьшения содержания периферической склеренхимы.

При изменении абсолютных значений большинства показателей анатомического строения подколосового междуузлия их соотношение в процессе селекции практически не изменилось.

В процессе создания сортов происходило изменение хозяйственно-ценных признаков, а также габитуса растений в зависимости от целей селекции [4, 6, 8]. Одновременно с внешними, хорошо заметными признаками, изменялись и элементы внутренней структуры растений, хотя селекция на анатомическое строение не велась [6].

Анатомическое строение стебля пшеницы изучено довольно полно [2, 4, 6, 8]. Стебель пшеницы представлен полый в междуузлиях соломиной, имеющей метамерное строение [5, 9]. Каждый метамер включает в себя узел, междуузлие, лист и пазушную почку. Междуузлие на поперечном срезе имеет следующий вид, характерный для большинства злаков (рис. 1).

Снаружи стебель покрыт тонкой эпидермой, под которой расположена первичная кора. Она сильно редуцирована и представлена островками хлоренхимы с проводящими пучками первичной коры (ППпк).

Глубже расположено кольцо склеренхимы, составляющей основную часть механической ткани, придающей прочность стеблю. Далее расположена основная ткань — паренхима, в самой сердцевине которой у мягкой пшеницы имеется полость — медуллярная лакуна [4]. Внутри паренхимы располагаются проводящие пучки, условно называемые проводящими пучками паренхимы (ППпар). ППпар и ППпк составляют проводящую систему растения и одновременно входят в состав механической ткани. ППпк служат для обеспечения хлоренхимы водой с минеральными солями и транспорта ее ассимилятов. ППпар являются листовыми следами. Их функция заключается в проведении воды и минеральных солей в соответствующий лист, транспорте ассимилятов, а также в обеспечении жизнедеятельности клеток основной ткани (паренхимы). Строение проводящего пучка пшеницы приведено на рис. 2.



Рис. 1. Поперечный срез междузлия мягкой пшеницы

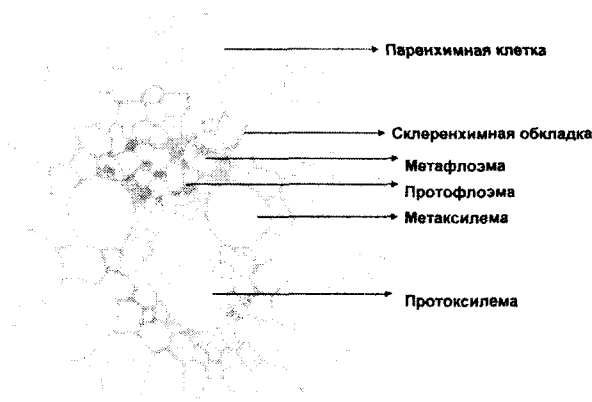


Рис. 2. Строение проводящего пучка пшеницы

Проводящие пучки пшеницы, независимо от местоположения, являются закрытыми коллатеральными [5, 9] и состоят из ксилемы, флоэмы, паренхимы и периферической склеренхимной обкладки, придающей прочность структуре. Особое сложное строение имеет проводящая система узла [4], однако его изучение не входило в наши задачи, поэтому здесь не рассматривается.

Целью нашей работы являлось изучение изменения анатомического строения стебля мягкой яровой пшеницы в процессе селекции в Цен-

тральном районе Нечерноземной зоны (ЦРНЗ) и выявление взаимосвязи элементов продуктивности с параметрами анатомического строения стебля. На основании рекомендаций селекционной практики, разработанных С.В. Лазаревичем [4] для рода *Triticum* L., было решено вести анализ подколосового междузлия, поскольку именно его параметры являются оптимальными для характеристики целостного растения.

Материалы и методика

В эксперимент были включены 10 сортов мягкой яровой пшеницы, сгруппированных по времени районирования в ЦРНЗ в 6 периодов сортосмены (табл. 1).

Эксперимент проводили на полях селекционной станции им. П.И. Лисицына в течение 2003–2004 гг. Посев проводили сеялкой СН-10Ц, норма высева — 5 млн всхожих семян на 1 га, площадь делянки 5 м², повторность 4-кратная. На делянках каждого сорта были отмечены 50 растений (25 пар). Половину из них фиксировали в 70%-м спирте в фазу цветения, другую половину оставляли в качестве контроля до полного созревания. При этом соблюдали соответствие маркировки зафиксированных растений с маркировкой контрольных с помощью этикеток, на которых указывали сорт и номер растения. В фазу полного созревания контрольные рас-

Таблица 1
Сорта, включенные в эксперимент

№ п/п	Название сорта	Год районирования	Период сорто-смены
1.	Диамант	1940	I
2.	Лютесценс 62	1929	
3.	Артемовка	1945	II
4.	Краснозерная	1960	III
5.	Московская 35	1975	IV
6.	Симбирка	1986	
7.	Энита	1990	V
8.	Иволга	1992	
9.	Лада	1997	
10.	Биора	Сортообразец	VI

тения убирали и проводили подробный анализ структуры продуктивности отдельно каждого растения. Затем на ручном микротоме получали тонкие поперечные срезы середины подколосового междоузлия зафиксированных растений, соответствующих контрольным [7]. Срезы окрашивали и изучали под микроскопом. Измерения проводили с помощью окуляр-микрометра. При этом измеряли: диаметр стебля, диаметр медуллярной лакуны, толщину кольца склеренхимы, толщину

стенки соломины, число проводящих пучков первичной коры (ППк), число проводящих пучков паренхимы (ППар), тангентальный диаметр ППк и ППар.

Все остальные показатели, использованные при обсуждении полученных результатов, являются расчетными.

При математической обработке данных использовали методы дисперсионного и корреляционного анализов [3].

Результаты и их обсуждение

Анализ полученных данных показал, что длина главного колоса, общее число колосков в колосе и процент развитых колосков от общего числа заложившихся колосков в процессе селекции изменились незначительно, тогда как остальные показатели в целом существенно увеличились (табл. 2).

Выявлено, что за период научной селекции в ЦРНЗ произошли значительные изменения внутреннего строения подколосового междоузлия (табл. 3). Видно, что число проводящих пучков первичной

Таблица 2
Длина колоса и элементы структуры урожая, 2003–2004 гг.

Период сорто-смены	Сорт	Длина главного колоса, см	Общее число колосков в колосе, шт.	Число развитых колосков, шт.	Количество развитых колосков от общего числа всех заложившихся колосков, %	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерен в колосе, г	Масса 1000 зерен, г	Озерненность одного колоска, шт.	Урожайность, ц/га
I	1	9,6	18,5	17,0	92	36,9	1,4	36,7	2,2	22,8
	2	8,7	16,8	15,2	91	33,9	1,4	41,0	2,2	27,8
II	3	9,8	18,8	17,8	95	49,7	2,0	40,8	2,8	33,0
III	4	9,2	16,3	15,1	93	35,8	1,5	42,7	2,4	27,8
IV	5	9,9	16,9	15,7	90	37,9	1,8	46,6	2,4	32,0
	6	7,9	15,6	14,8	94	37,2	1,8	47,3	2,5	29,0
V	7	10,4	19,4	17,8	92	46,5	1,9	41,0	2,6	32,2
	8	8,9	17,9	17,1	96	61,2	2,4	38,6	3,6	36,6
VI	9	9,4	19,1	16,8	88	42,3	1,7	40,8	2,5	32,2
	10	12,2	19,3	18,4	95	50,0	2,3	46,1	2,7	26,2
	НСР ₀₅	0,7	1,3	1,2	5	9,0	0,4	3,4	0,5	3,6

Таблица 3

Характеристика проводящей системы подколосового междоузлия, 2003–2004 гг.

Пе-риод сорто-смены	Сорт	Проводящие пучки первичной коры			Проводящие пучки паренхимы			Общая площадь всей проводящей системы, мм ²	Содержание в общей площади проводящей системы, %	
		число, шт.	средний диаметр одного пучка, мкм	общая площадь всех пучков, мм ²	число, шт.	средний диаметр одного пучка, мкм	общая площадь всех пучков, мм ²		ППпк,	ППпар
I	1	25,3	61,7	0,075	21,7	113,4	0,218	0,293	26	74
	2	23,0	71,0	0,091	18,1	121,9	0,212	0,303	30	70
II	3	26,7	67,3	0,095	20,4	123,3	0,243	0,338	28	72
III	4	23,2	69,4	0,088	18,0	121,9	0,210	0,298	30	70
IV	5	24,7	67,3	0,088	19,0	122,4	0,223	0,312	28	72
V	6	27,3	69,2	0,103	19,1	125,6	0,235	0,338	30	70
	7	28,4	66,9	0,100	20,3	120,4	0,231	0,331	30	70
	8	27,5	75,7	0,124	20,0	138,2	0,300	0,424	29	71
VI	9	24,2	67,5	0,087	19,6	120,9	0,224	0,311	28	72
	10	27,3	73,2	0,115	19,2	134,1	0,276	0,391	29	71
HCP ₀₅		3,6	6,1	0,020	2,0	5,6	0,030	0,040	5	5

коры в целом существенно увеличилось. Аналогичная картина наблюдалась для среднего диаметра одного проводящего пучка и общей площади всех пучков первичной коры. Анализ проводящих пучков паренхимы показал, что их число в процессе селекции не изменилось (примерно 20 шт.), однако существенно увеличился средний диаметр одного пучка, что привело к значительному увеличению общей площади всех проводящих пучков паренхимы. В итоге произошло существенное увеличение площади всей проводящей системы стебля. Однако процентное соотношение площади пучков паренхимы и первичной коры в общей площади проводящей системы в процессе селекции не претерпело изменений: содержание проводящих пучков паренхимы составило около 70, а первичной коры — около 30 %.

В процессе селекции произошло незначительное увеличение диаметра соломины при несущественном уменьшении размеров полости

внутри паренхимы (т. е. медуллярной лакуны) (табл. 4). Однако это привело к значительному возрастанию толщины стенки соломины и увеличению выполненности стебля. Если у сортов I периода сортосмены выполненность стебля составляла 43–48 %, то у сортов V и VI периодов этот показатель превысил 50% всей площади соломины.

Поскольку стебель в междоузлии у пшеницы полый, то для его характеристики имеет значение площадь выполненной части стебля, а также размер составных частей стенки соломины.

Из табл. 5 видно, что в процессе селекции у растений пшеницы произошло значимое увеличение площади выполненной части соломины, периферического кольца склеренхимы, общей площади проводящей системы и механической ткани. При этом процентное содержание составных частей стенки соломины в площади выполненной части стебля осталось практически неизменным. Как известно, механическая

Таблица 4

Характеристика стенки соломины подколосового междоузлия пшеницы, 2003–2004 гг.

Период сортосмены	Сорт	Диаметр соломины, мм	Диаметр медуллярной лакуны, мм	Толщина стенки соломины, мм	Выполненность, %
I	1	2,56	1,93	0,31	43
	2	2,40	1,75	0,33	48
II	3	2,71	1,97	0,37	47
III	4	2,57	1,83	0,37	50
IV	5	2,54	1,82	0,37	49
V	6	2,51	1,82	0,35	48
	7	2,50	1,72	0,39	53
	8	2,70	1,87	0,42	53
VI	9	2,33	1,58	0,37	54
	10	2,61	1,80	0,41	53
HCP ₀₅		0,24	0,26	0,04	6

Таблица 5

Характеристика механической ткани подколосового междоузлия, 2003–2004 гг.

Период сортосмены	Сорт	Площадь выполненной части соломины, мм ²	Площадь склеренхимного кольца, мм ²	Площадь проводящей системы, мм ²	Общая площадь механической ткани, мм ²	Содержание в выполненной части стебля, %			Содержание в механической ткани, %			
						склеренхимы	проводящей системы	механической ткани	склеренхимы	проводящей системы	ППпар	ППлк
I	1	2,22	0,83	0,29	1,12	37	13	50	74	26	20	7
	2	2,16	0,86	0,30	1,16	40	14	54	74	26	18	8
II	3	2,72	0,95	0,34	1,29	35	12	47	74	26	19	7
III	4	2,56	0,94	0,30	1,24	37	12	48	76	24	17	7
IV	5	2,50	0,90	0,31	1,21	36	12	48	74	26	19	7
	6	2,37	0,94	0,34	1,28	40	14	54	73	27	19	8
V	7	2,59	0,90	0,33	1,23	35	13	47	73	27	19	8
	8	3,03	0,97	0,42	1,39	32	14	46	70	30	22	8
	9	2,29	0,78	0,31	1,09	34	14	48	72	28	20	8
VI	10	2,80	0,98	0,39	1,37	35	14	49	72	29	21	8
HCP ₀₅		0,35	0,10	0,04	0,13	3	1	4	1	1	2	1

ткань играет основную роль в обеспечении эластичности и прочности стебля [4].

Анализируя состав механической ткани у сортов разных периодов сортосмены, можно сказать, что в процессе селекции произошло значительное увеличение доли проводящей системы (от 12 до 14%) за счет уменьшения доли склеренхимы (от 37 до 34%) при почти неизменном процентном содержании площади механической ткани в об-

щей площади выполненной части сечения соломины (около 50%).

Процентное соотношение площади проводящих пучков паренхимы и площади проводящих пучков первичной коры в составе механической ткани осталось неизменным у всех сортов независимо от периода сортосмены: доля первых составляет около 20, доля вторых — около 7,5%.

Нами не обнаружено достоверных связей общего числа колосков,

числа развитых колосков и массы 1000 зерен с элементами проводящей системы, тогда как для числа и массы зерен в колосе почти во

всех случаях были получены значимые коэффициенты корреляции с элементами анатомического строения стебля (табл. 6, 7).

Таблица 6

Коэффициенты корреляции элементов продуктивности колоса и показателей проводящей системы подколосового междоузлия, 2003–2004 гг.

Показатель продуктивности	Проводящие пучки						Общая площадь всей проводящей системы, мм ²
	паренхимы			первичной коры			
	число, шт	диаметр одного пучка, мкм	общая площадь ППпар, мм ²	число, шт	диаметр одного пучка, мкм	общая площадь ППпк мм ²	
Общее число колосков, шт.	0,610	0,020	0,316	0,398	0,140	0,105	0,250
Число развитых колосков, шт.	0,623	0,244	0,544	0,598	0,020	0,332	0,483
Число зерен в колосе, шт.	0,354	0,748*	0,914**	0,680*	0,553	0,790**	0,892**
Масса зерна в колосе, г	0,150	0,863**	0,936**	0,745*	0,648*	0,890**	0,942**
Масса 1000 зерен, г	0,587	0,263	0,009	0,085	0,253	0,220	0,072

Примечание. Здесь и далее: * — коэффициенты корреляции значимы при 5%-м уровне, ** — коэффициенты корреляции значимы при 1%-м уровне.

Таблица 7

Коэффициенты корреляции элементов продуктивности колоса и показателей анатомических структур подколосового междоузлия, 2003–2004 гг.

Показатель продуктивности	Диаметр соломины, мм	Толщина стенки соломины, мм	Общая площадь соломины, мм ²	Площадь выполненной части соломины, мм ²	Площадь сердцевинной паренхимы (без ППпар), мм ²
Общее число колосков, шт	0,087	0,338	0,082	0,272	0,380
Число развитых колосков, шт	0,389	0,448	0,382	0,520	0,580
Число зерен в колосе, шт	0,614	0,811**	0,619	0,880**	0,901**
Масса зерен в колосе, г	0,597	0,885**	0,591	0,897**	0,862**
Масса 1000 зерен, г	0,074	0,215	0,099	0,054	0,066

Выводы

1. В результате селекции яровой пшеницы в Центральном районе Нечерноземной зоны значительно изменились число и масса зерен с колоса, масса 1000 зерен, существенно возросла озерненность

одного развитого колоска. При этом длина главного колоса и число колосков в колосе практически не изменились.

2. Селекционная работа привела к значительному изменению внутреннего строения подколосового междоузлия стебля, что способствовало соответству-

ющим изменениям величин элементов продуктивности колоса:

увеличились практически все показатели проводящей системы подколосового междоузлия, при этом процентное соотношение составляющих ее частей осталось неизменным;

увеличилась выполненность стебля при сохранении неизменным его диаметра;

произошло увеличение абсолютных значений всех показателей, характеризующих стенку соломины. При этом процентное содержание ее составных частей не изменилось;

в составе механической ткани увеличилось содержание проводящей системы за счет уменьшения содержания периферической склеренхимы. При этом содержание составных частей проводящей системы относительно всей механической ткани осталось постоянным.

Таким образом, можно констатировать, что при изменении абсолютных значений большинства показателей анатомического строения подколосового междоузлия растений пшеницы в процессе селекции их соотношение остается практически неизменным.

3. Корреляционный анализ свидетельствует о том, что число и масса зерен с колоса зависят практически от всех показателей анатомического строения, характеризующих проводящую систему подколосового междоузлия (за исключением числа проводящих пучков паренхимы), и показателей, характеризующих выполненную часть стебля.

4. Не обнаружено сколько-нибудь значимых связей числа колосков в колосе и массы 1000 зерен с показателями анатомического строения стебля.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Градчанинова О.Д.* Строение членников колосового стержня различных видов пшеницы. Бюлл. ВИР им. Н.И. Вавилова, 1978. Вып. 84. — 2. *Дорофеев В.Ф., Градчанинова О.Д.* Анатомическое изучение стебля и листа пшеницы. Тр. по прикл. бот., ген. и селекции (Растительные ресурсы), ВИР им. Н.И. Вавилова. Л., 1971. Т. 44. Вып. 1. С. 57–75. — 3. *Доспыхов Б.А.* Методика полевого опыта М.: Агропромиздат, 1985. — 4. *Лазаревич С.В.* Эволюция анатомического строения стебля пшеницы. Мн., Бел. Изд. Тов-во «Хата», 1999. — 5. *Лотова Л.И.* Морфология и анатомия высших растений. М.: Эдиториал УРСС, 2001. — 6. *Пыльнев В.В., Батоев Б.Б.* Изменение анатомического строения растений озимой пшеницы в результате селекции // Изв. ТСХА, 1993. Вып. 1. С. 31–39. — 7. *Прозина М.Н.* Ботаническая микротехника. Уч. пособ. М.: Высшая школа, 1960. — 8. *Тетерятченко К.Г.* Анатомический метод оценки исходного материала мягкой озимой пшеницы на продуктивность, морозостойкость и устойчивость к полеганию. Науч.-техн. бюлл. ВИР им. Н.И. Вавилова, 1984. Вып. 146. С. 28–32. — 9. *Эсау К.* Анатомия семенных растений. Кн. 1, 2. М.: Мир, 1980.

*Статья поступила
20 января 2005 г.*

SUMMARY

Spring wheat stem anatomic structure changes when selecting in Non-Black-Earth-Zone central region. Research on spring wheat anatomic structure of internodes cultivated at various time in Non-Black-Earth-Zone central region was conducted. The internal stem structure has been found to have an amazing constancy — in spite of absolute anatomic structure changes, their ratio remains unchanged in selection process.