



- trients on *Ruppia maritima* and *Potamogeton perfoliatus* Seedling Emergence and Growth // Restoration Ecology. 2003. Vol. 18, № 4. P. 574–583.
15. Еленевский А. Г., Буланый Ю. И., Радыгина В. И. Определитель сосудистых растений Саратовской области. Саратов, 2009. 248 с.
 16. Клинкова Г. Ю., Панин А. В. Руппия морская – *Ruppia maritima* L. Красная книга Саратовской области : Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов, 2006. С. 55–56.
 17. Алекин О. А., Семенов А. Д., Скопинцев Б. А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л., 1989. 351 с.
 18. Свириденко Б. Ф. Флора и растительность водоемов Северного Казахстана. Омск, 2000. 196 с.
 19. Тарасов А. О., Гребенюк С. И. Методы изучения растительности / Полевая практика по экологической ботанике. Саратов, 1981. С. 65–85.
 20. Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР : методы изучения. Л., 1981. 187 с.
 21. Папченков В. Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль, 2001. 214 с.
 22. Красная книга Курганской области. Курган, 2002. 424 с.
 23. Красная книга Читинской области и Агинского Бурятского автономного округа. Растения. Чита, 2002. 280 с.
 24. Артемов И. И., Королюк А. Ю., Лащинский Н. Н., Смелянский И. Э. Критерии выделения ключевых ботанических территорий в Алтае-Саянском экорегионе : метод. пособие. Новосибирск, 2007. 106 с.
 25. Красная книга Новосибирской области: Животные, растения и грибы. Новосибирск, 2008. 528 с.
 26. Ключевые ботанические территории Алтае-Саянского экорегиона : опыт выделения. Новосибирск, 2009. 272 с.

УДК 633.11: 581.14

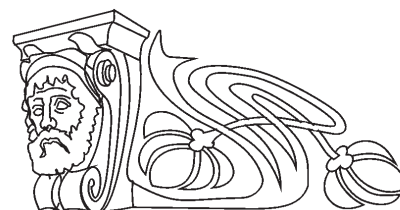
ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЛИСТЬЕВ ГЛАВНОЙ ПОЧКИ ЗАРОДЫША ЗЕРНОВКИ ПШЕНИЦЫ

С. А. Степанов¹, М. В. Ивлева², М. Ю. Касаткин¹

¹Саратовский государственный университет

²ГНУ НИИСХ Юго-востока РАСХН

E-mail: hanin-hariton@yandex.ru



Установлены видовые и сортовые особенности в состоянии конуса нарастания и длине листьев в главной почке зародыша зерновки пшеницы. Отмечена высокая положительная корреляция ($r = 0,85-0,86$) между суммарной длиной листьев зародыша зерновки и площадью нижних 3-х листьев взрослых растений. Стартовые различия между сортами по площади первого листа сохраняются и в отношении листьев остальных метамеров побега пшеницы.

Ключевые слова: пшеница, сорт, зародыш зерновки, листья, корреляция.

Physiological Value of Distinctions in Development of the Main Bud of Germ Kernel Wheat

S. A. Stepanov, M. V. Ivleva, M. Yu. Kasatkin

Specific and high-quality features in a condition of a apical cone and length of leaves of the main bud of a germ kernel wheat are established. High positive correlation ($r = 0,85-0,86$) between total length of leaves of a germ kernel and the area of the bottom 3 leaves of adult plants is noted. Starting distinctions between cultivares on the area of the first leaf remain and concerning leaves of the others metamerous wheat shoot.

Key words: wheat, cultivar, germ kernel, leaves, correlation.

Известное противоречие между потенциальной продуктивностью сорта и ее реальной

реализацией в соответствующих условиях внешней среды определяет интерес исследователей к установлению глубины связи между начальными процессами формирования элементов структуры растения и процессами развёртывания заложившихся элементов в адекватные им морфоструктуры. Существенное влияние на валовый сбор зерна пшеницы оказывает качество семян – 15–20% и более от урожая зерна [1]. Однако строение зерновки пшеницы в аспекте сортовых признаков всё ещё не изучено с той подробностью, какая требуется для столь важного объекта. Это определяет отсутствие до сих пор суждения, каков идеальный по продуктивным свойствам тип семени? [2]. Среди многих факторов, определяющих продуктивные свойства семян [3], одним из важнейших является степень дифференциации зародыша [4].

Материалы и методы

Для проведения исследований в лабораторных условиях использовались растения, выращенные в полевых условиях селекционного севооборота НИИСХ Юго-Востока. В качестве объекта исследования были взяты сорта саратовской и



инорайонной селекции яровой мягкой пшеницы и сорта саратовской селекции озимой мягкой пшеницы. Для определения сортовой специфичности в развитии конуса нарастания и зародышевых листьев главной почки зародыша использовали зерновки из средней части колоса. Из зерновок предварительно удаляли воздух с помощью вакуумного насоса и замачивали в чашках Петри с 10 мл дистиллированной воды, через 14–15 ч семена препарировали и изучали при помощи МБС-10 ($n = 10$). Площадь листьев взрослых растений определяли в момент завершения их роста с помощью фитопланиметра ААМ-7 (Япония).

Результаты и их обсуждение

Зародыш пшеницы имеет сложную морфологию. В нём различают coleoptиле, почку главного побега, состоящего из конуса нарастания и зачатков трёх зародышевых листьев, зачатки конусов нарастания боковых побегов, зачатков главного и придаточных зародышевых корней, щиток с лигулой и эпибласт [5]. Ранее, при изучении модельного [6] по ряду признаков сорта саратовской селекции Саратовская 52, было отмечено, что длина конуса нарастания главной почки зародыша составляет от 48 до 80 мкм, ширина – от 75 до 100 мкм. Эти параметры конуса зависели от фазы пластохрона (ранняя или поздняя), в которой находился конус побега зародыша каждой индивидуальной зерновки. Длина примордиев листьев (от верхней части их основания) составляла: 1-го – 900 ± 43 мкм, 2-го – 277 ± 12 мкм, 3-го – 84 ± 4 мкм [7].

Как показали дальнейшие исследования, наблюдаются видовые и сортовые особенности развития конуса нарастания и листьев главной почки зародыша зерновки пшеницы. В частности, для *Triticum dicoccum* суммарная длина 1–3-го листьев главной почки зародыша составляла 1807 мкм, что существенно больше в сравнении с *Triticum durum* и *Triticum aestivum* – соответственно 1544 мкм и 1438 мкм. Меньшие значения длины 1-го листа наблюдались у *Triticum aestivum* – 945 ± 27 мкм, тогда как по длине 2-го листа *Triticum dicoccum* и *Triticum aestivum* имели близкие значения – соответственно 331 ± 12 мкм и 333 ± 14 мкм; по длине третьего листа отмечены примерно одинаковые значения между *Triticum dicoccum* и *Triticum durum* – 168 ± 6 и 166 ± 4 мкм.

Среди сортов мягкой яровой пшеницы саратовской селекции выявлены следующие особенности развития главной почки зародыша зерновок одного года репродукции:

1) длина 1-го листа составляла от 990 ± 28 мкм (Саратовская 56) до 1475 ± 39 мкм (Саратов-

ская 42), т. е. величина вариации достигала 485 мкм. Для сравнения у сорта-стандарта Саратовская 55 длина листа была 1137 ± 31 мкм. Меньшая длина 1-го листа (от 990 до 1100 мкм) отмечена также у Альбидум 29, Альбидум 28, Фаворит, ЮВ-4, Добрыня, Саратовская 72, Эритроспермум 841. Длина 1-го листа от 1200 до 1475 мкм, кроме Саратовской 42, наблюдалась у Саратовской 68, Саратовской 36, Эритроспермум 82/02, Ершовская 32, Саратовская 29, Саратовская 62, Саратовская 73, Саратовская 71, Саратовская 64, Альбидум 43;

2) длина 2-го листа достигала от 362 ± 11 мкм (Альбидум 29) до 518 ± 14 мкм (Саратовская 42), при этом величина вариации составляла 156 мкм;

3) длина 3-го листа варьировала от 158 ± 8 мкм (Саратовская 73) до 245 ± 11 мкм (Саратовская 42), различие между минимальным и максимальным значениями признака равнялась 87 мкм;

4) для некоторых сортов не наблюдалось ранжирования по длине 2-го и 3-го листьев, подобного для 1-го листа почки зародыша зерновки;

5) суммарная длина трёх листьев составляла от 1535 ± 49 мкм (Альбидум 29) до 2238 ± 54 мкм (Саратовская 42), величина вариации равнялась 703 мкм.

Специфические особенности развития главной почки зародыша зерновки отмечены среди сортов озимой мягкой пшеницы селекции НИИСХ Юго-Востока:

1) длина 1-го листа варьировала от 789 ± 17 мкм (Саратовская 90) до 1097 ± 24 мкм (Саратовская остистая), т. е. различие между минимальным и максимальным значениями достигало 308 мкм. Длина 1-го листа менее 900 мкм свойственна сортам Губерния, Лютесценс 230, Виктория 95, Жемчужина Поволжья. Длина 1-го листа более 1000 мкм наблюдалась, кроме Саратовской остистой, у сортов Эльвира, Саратовская 17, Саратовская 8;

2) длина 2-го листа составляла от 304 ± 11 мкм (Виктория 95) до 453 ± 17 мкм (Саратовская остистая), величина вариации – 149 мкм;

3) длина 3-го листа варьировала от 108 мкм (Саратовская 90) до 154 мкм (Эльвира);

4) по длине 2-го и 3-го листьев не наблюдалось ранжирования сортов, характерного в отношении 1-го листа, что позволяет рассматривать данный факт в пользу представлений о сортовых различиях в физиологии роста и развития зародыша зерновки на этапе эмбриогенеза;

5) В совокупности длина трёх листьев главной почки составляла от 1223 ± 34 мкм (Саратовская 90) до 1691 ± 42 мкм (Саратовская остистая), т. е. различие между минимальным и максимальным значениями достигало 468 мкм.



Как показали исследования на примере группы сортов мягкой яровой пшеницы саратовской и ино-районной селекции (Саратовская 36, Саратовская 52, Надорес, Краснокутка 7, Уорлд Сидз 1616), в разные годы вегетации растений наблюдаются устойчивые различия между сортами по состоянию конуса нарастания, который может находиться в поздней фазе 3-го или ранней фазе 4-го пластохронов, а также суммарной длине листьев главной почки зародыша зерновки.

Как отмечено в наших исследованиях, существует связь между суммарной длиной листьев зародыша зерновки и площадью развернувшихся, ассимилирующих 1–3 листьев взрослых растений. В условиях 3-х лет вегетации наблюдалось, что большей суммарной длине 1–3 листьев зародышей зерновок сортов местной селекции, Саратовской 36 и Саратовской 52, соответствовала большая площадь развернувшихся листьев 1–3 нижних метамеров относительно остальных сортов (таблица). Величина коэффициента корреляции между суммарной длиной листьев зародыша и площадью развернувшихся 1–3 листьев взрослого растения

составила: 1-й год вегетации – $r = 0,85$, 2-й год вегетации – $r = 0,86$, 3-й год вегетации – $r = 0,86$.

В исследуемые годы нами отмечена тенденция, что если площадь первого листа одного из сортов больше, чем у других сортов, то и в листьях остальных метамеров до достижения ими максимальных размеров это различие сохраняется (см. таблицу). Величина коэффициента корреляции между 1–3 и 4–6 листьями взрослых растений пшеницы составляла в разные годы вегетации от $r = 0,91$ до $r = 0,93$. Таким образом, очевидно, что площадь листьев средних метамеров (4–6) в значительной степени определяется размерами листьев нижних метамеров побега.

В отношении зависимости между площадью листьев средних (4–6) и верхних (7–9) метамеров побега выявлено, что величина коэффициента корреляции в разные годы вегетации варьирует от отрицательных ($r = -0,27$) до положительных ($r = 0,68$) значений. В значительной мере выявленные зависимости между площадью листьев разных метамеров побега являются следствием закономерностей роста листьев, отмеченных нами ранее [8].

Площадь листьев яровой мягкой пшеницы, см²

Сорт	Листья (снизу вверх)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-й год вегетации									
Саратовская 36	2,98	3,50	6,2	8,86	8,63	7,82	6,34	8,12*	–
Саратовская 52	2,88	3,92	5,27	7,45	9,18	9,53	9,20	8,47	–
Наддорес	2,06	2,88	4,13	5,58	6,51	5,58	5,45	4,59	–
Краснокутка 7	2,03	2,50	3,88	5,43	7,91	7,41	6,97	5,92	–
Уорлд Сидз 1616	1,66	2,40	3,58	4,86	4,78	4,24	3,40	–	–
НСР _{0,95}	0,30	0,72	0,84	1,15	1,78	2,44	1,91	2,6	–
2-й год вегетации									
Саратовская 36	3,50	3,46	6,33	6,69	9,37	10,88	9,56	–	–
Саратовская 52	3,48	3,62	6,06	7,63	10,08	11,71	7,92	–	–
Наддорес	2,79	2,93	4,43	6,00	8,30	8,45	7,92	7,56	6,52
Краснокутка 7	3,14	2,86	4,53	6,07	7,18	8,65	8,31	–	–
Уорлд Сидз 1616	2,95	2,72	3,60	4,38	4,77	5,84	6,63	5,03	–
НСР _{0,95}	0,38	0,41	0,87	1,39	2,11	2,87	4,50	–	–
3-й год вегетации									
Саратовская 36	4,14	4,54	8,40	9,66	11,34	10,93	8,12	5,03*	–
Саратовская 52	3,83	4,79	8,35	9,43	11,16	9,85	7,18	5,09*	–
Наддорес	3,10	3,97	6,57	7,59	8,82	9,04	8,07	7,15	5,08
Краснокутка 7	3,43	3,87	6,55	7,38	8,20	9,01	7,89	6,14	–
Уорлд Сидз 1616	3,45	3,87	6,19	6,33	6,86	8,42	8,56	6,40	–
НСР _{0,95}	0,51	0,62	0,92	0,64	0,73	0,87	1,23	4,7	–
Среднее за три года									
Саратовская 36	3,54	3,83	6,98	8,40	9,79	9,88	8,00	6,58	–
Саратовская 52	3,40	4,11	6,56	8,17	10,14	10,36	8,10	6,78	–
Наддорес	2,65	3,26	5,04	6,40	7,88	7,81	7,15	6,43	5,80
Краснокутка 7	2,87	3,08	4,98	6,29	7,76	8,37	7,72	6,03	–
Уорлд Сидз 1616	2,69	3,00	4,46	5,19	5,48	6,17	6,20	5,71	–

Примечание. * – отмечены отдельные экземпляры.



Таким образом, очевидно, что различие сортов по площади листьев отдельных метамеров определяется не только водообеспеченностью растения в период роста листа [2], но также степенью развития первых листьев проростков пшеницы. Принимая во внимание значимость быстрого возрастания на ранних этапах развития проростка листовой поверхности, коррелирующей, как правило, с повышенной продуктивностью сортов [9], на наш взгляд, следует особо учитывать степень развития главной почки зародыша и связанной с ней корневой системы. У разных сортов при незначительных различиях в организации их зародыша темпы прорастания неодинаковы, что сказывается на устойчивости сорта к экстремальным факторам, величине его продуктивности [6]. В качестве оценочного критерия сопряженности роста листьев, их соотносительного влияния друг на друга, может выступать соотношение между абсолютной длиной смежных листьев (коэффициент сбалансированности роста – K_{cp}) в процессе их роста и развития, включая этап эмбриогенеза. Анализ сортов разных видов и форм пшеницы в отношении соотносительной длины листьев – первого ко второму, второго к третьему листу главной почки зародыша зерновок – позволяет рассматривать каждый сорт как потенциально обладающий различной сбалансированностью межметамерных, до-

норно-акцепторных отношений уже с момента прорастания зерновки.

Список литературы

1. Строна И. Г. Проблемы семеноведения и семеноводства на современном этапе // Селекция и семеноводство. Киев, 1984. № 56. С. 85–88.
2. Кумаков В. А. Физиология яровой пшеницы. М., 1980. 207 с.
3. Карамциук З. П., Полякова Н. К. К вопросу о природе и последовательности развития первичной корневой системы у пшеницы // Сельскохозяйственная биология. 1987. № 2. С. 53–56.
4. Степанов С. А. Исследование особенностей реализации продукционного процесса у яровой пшеницы // Изв. Саратов ун-та. Нов. сер. 2009. Т. 9. Сер. Химия. Биология. Экология, вып. 1. С. 50–54.
5. Эсау К. Анатомия растений. М., 1969. 564 с.
6. Кумаков В. А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы. М., 1985. 270 с.
7. Степанов С. А., Даштова Ю. В. Качественные аспекты анатомо-морфологической организации зародыша зерновки яровой пшеницы // Бюл. Бот. сада СГУ. Вып. 3. Саратов, 2004. С. 149–158.
8. Степанов С. А., Коробко В. В., Щеглова Е. К. Метамерные особенности роста и развития листьев пшеницы // Вестн. Башкир. ун-та. 2001. № 2(1). С. 162–163.
9. Ничипорович А. А. Фотосинтез и рост в эволюции растений и в их продуктивности // Физиология растений. 1980. Т. 27, вып. 5. С. 942–961.

УДК 577.17.048

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЗИОЛОГО-БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ГИПОЭЛЕМЕНТОЗОВ И ИХ КОРРЕКЦИИ У СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Д. В. Воробьев

Астраханский государственный университет
E-mail: vorobiov40@bk.ru

Изучена обеспеченность физиологически важными микроэлементами основных компонентов экосистемы (почвы, вода, растения, сельскохозяйственные животные) региона Нижнего Поволжья. Выявлено, что применение микроэлементных стимуляторов для коррекции гипоелементозов, роста и развития животных имеет положительный эффект только с учетом физиологической роли элемента, геохимической ситуации конкретного района, а также по результатам балансовых опытов, с учетом вида и физиологического состояния животных.

Ключевые слова: микроэлементы, свиньи, Нижнее Поволжье, биогеохимия.



Use of a Fiziologo-Biogeochemical Paradigm for Diagnostics of a Lack of Microelements and Their Corrections at Agricultural Animals

D. V. Vorobjov

The sufficiency by physiologically important microcells of the basic components of ecosystems (soil, water, plants, agricultural animals) region of the Lower-Volga region is studied. It is revealed that application of microelement stimulators for correction of a lack of microelements, growth and development of animals has a positive effect only taking