



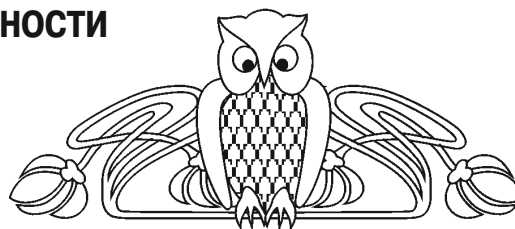
19. Старостин В. А. Рябина Гранатная // Сад и огород. 2010. № 6. С. 20–22.
20. Ганичкина О. А., Ганичкин А. В. Энциклопедия садово-огорода. М.: Эксмо, 2004. 704 с.
21. Murashige T., Scoog F. A revised medium for rapid growth and bicassays with tobacco tissue cultures // *Physiol. Plant.* 1962. Vol. 15. P. 473–497.
22. Lloyd G., McCown B. Commercially feasible micro-propagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture // *Comb. Proc. Intl. Prop. Soc.* 1980. Vol. 30. P. 421–427.
23. Катаева Н. В. Особенности микроразмножения трудноукореняемых сортов яблони // С.-х. биотехнология. 1986. № 4. С. 18–22.

УДК 633.11: 581.4

ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ КОЛОСА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

С. А. Степанов, В. Д. Сигнаевский,
М. Ю. Касаткин, М. В. Ивлева

Саратовский государственный университет
E-mail: hanin-hariton@yandex.ru



Проанализировано формирование элементов продуктивности колоса пшеницы разных сортов. Предлагается использовать для оценки потенциальной урожайности сорта морфогенетический индекс продуктивности.

Ключевые слова: пшеница, колос, морфогенез, индекс продуктивности.

Formation of Elements of Efficiency of the Spike Spring Soft Wheat

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

Formation of elements efficiency of an spike wheat of different cultivar is analysed. It is offered to use for an estimation of potential productivity of a cultivar morphogenetic an efficiency index.

Key words: wheat, spike, morphogenesis, efficiency index.

Пшеница наряду с рисом и кукурузой является одним из важнейших злаков, составляющих основу питания людей. Предполагается, что основные производители зерна (США, Канада, Китай, Индия, Россия и Австралия) в будущем столкнутся с определенными трудностями производства яровой пшеницы вследствие повышения температуры и низкой влагообеспеченности в период вегетации этой культуры.

Анализ наблюдений за ходом важнейших метеорологических факторов в условиях Саратова, где с 1911 г. была начата селекция яровой пшеницы, свидетельствует о явной тенденции к общему потеплению климата и увеличению годовой суммы осадков, преимущественно в осенне-зимний период. Тенденция этих изменений дает основание полагать, что и в будущем

вероятность повторения всех типов засух, в том числе и жестких, может возрасти [1]. Одним из средств решения данной проблемы является создание новых сортов, более устойчивых к жаре и недостатку влаги.

Сорта пшеницы в производстве существуют в полевых популяциях, где наблюдаются специфические особенности морфогенеза растений [2]. Многообразие реализации морфогенеза у отдельных растений в популяции приводит к формированию в ней нескольких морфофизиологических типов растений, отражающих присущую сортам генетическую и эпигенетическую гетерогенность в пределах единого сортового генофонда [3].

За 100 лет существования селекционной станции, в настоящее время НИИСХ Юго-Востока, саратовскими селекционерами созданы многие уникальные сорта яровой мягкой пшеницы, однако сравнительного анализа особенностей реализации морфогенеза колоса у разных сортов до сих пор проведено не было. В задачи наших исследований входило: 1) оценить развитие элементов продуктивности колоса у сортов яровой мягкой пшеницы; 2) выявить степень сбалансированности развития элементов продуктивности колоса; 3) разработать морфогенетический критерий оценки продуктивности сортов пшеницы. Исследования проводились в полевых условиях селекционного севооборота НИИСХ Юго-Востока в 2011 г. Объектами изучения были 33 сорта, полученные в разные годы учёными лаборатории селекции и семеноводства яровой мягкой пшеницы, лаборатории генетики и



цитологии НИИСХ Юго-Востока, Краснокутской и Ершовской опытных станций. Для проведения структурного анализа продуктивности сортов пшеницы брали в конце вегетации по 30 растений из каждой трёх повторностей, которые затем объединяли в группу и методом случайной выборки отбирали из неё 30 растений. Статистическую обработку результатов исследований проводили

по Б. А. Доспехову [4] с использованием пакета программы Excel Pentium 4.

Как показали наши исследования, в условиях 2011 г. наблюдается существенная вариабельность изучаемых сортов пшеницы по развитию отдельных морфологических структур побега – длины стебля и колоса, числа колосков и зерновок, их массы (таблица).

Морфологическая структура главного побега пшеницы сортов саратовской селекции, 2011 г.

Сорт	Длина стебля, мм	Длина колоса, мм	Число колосков, шт.	Число зерновок, шт.	Масса зерновки, мг
Полтавка	649±28	64,4±3,0	11,83±0,38	16,93±0,67	24,3±1,2
Лютеценс 62	674±31	71,0±3,2	12,37±0,63	19,53±0,84	27,9±1,2
Саррубра	727±34	66,4±3,0	11,70±0,39	19,37±0,90	25,9±1,1
Эритроспермум 82/02	747±35	67,6±2,9	12,93±0,57	24,57±1,21	30,8±1,4
Эритроспермум 841	572±25	75,7±3,1	11,73±0,28	25,80±1,19	30,4±1,4
Альбидум 43	714±31	71,2±3,0	11,97±0,34	20,93±0,92	31,9±1,5
Саратовская 29	710±28	70,2±2,8	12,40±0,18	22,50±1,10	34,2±1,5
Саратовская 36	739±34	68,5±2,7	12,33±0,18	22,60±1,09	31,7±1,3
Саратовская 42	675±30	70,1±3,0	12,47±0,26	21,10±0,89	31,0±1,3
Саратовская 52	500±23	78,3±3,2	13,20±0,34	31,37±1,51	29,9±1,1
Саратовская 55	669±29	67,5±2,8	12,07±0,29	20,83±0,93	29,0±1,2
Саратовская 56	639±24	70,3±2,7	11,53±0,28	21,93±0,94	31,7±1,5
Саратовская 58	709±31	72,9±2,8	12,40±0,28	22,57±1,10	32,1±1,5
Саратовская 60	688±29	77,3±3,1	13,70±0,41	23,57±1,08	30,1±1,4
Саратовская 62	654±31	72,2±3,0	12,50±0,36	22,23±0,97	35,8±1,6
Саратовская 64	700±29	76,1±3,0	12,60±0,32	20,80±0,89	35,2±1,6
Саратовская 66	725±33	69,8±2,9	12,17±0,28	22,53±1,10	30,6±1,4
Саратовская 68	713±28	67,9±2,7	13,20±0,29	25,90±1,32	30,8±1,4
Саратовская 70	680±29	69,3±2,9	11,93±0,19	21,97±1,12	36,4±1,7
Саратовская 71	656±31	73,6±3,0	12,60±0,43	22,33±1,07	33,4±1,6
Саратовская 72	605±27	69,4±3,1	11,93±0,22	23,93±1,09	30,6±1,4
Саратовская 73	670±30	73,1±3,2	13,10±0,41	23,93±1,07	33,7±1,5
Саратовская 74	739±31	70,3±3,0	12,97±0,38	24,20±1,22	31,8±1,3
Альбидум 28	705±29	80,5±3,3	13,80±0,54	26,10±1,34	29,6±1,3
Альбидум 29	697±26	78,7±3,2	12,90±0,43	23,77±1,09	29,7±1,3
Альбидум 31	763±32	83,7±3,3	11,53±0,22	23,53±1,12	36,3±1,5
Альбидум 32	732±25	83,2±3,3	13,37±0,54	22,90±0,95	33,2±1,5
Добрыня	711±24	72,3±2,7	12,50±0,36	22,03±0,98	30,4±1,4
Фаворит	659±29	79,6±2,8	13,57±0,44	23,93±1,00	28,0±1,4
ЮВ-2	617±26	76,1±2,6	13,00±0,39	24,93±1,21	26,3±1,3
ЮВ-4	681±32	85,9±3,4	14,77±0,47	26,63±1,30	29,3±1,5
Прохоровка	591±24	89,2±3,2	15,80±0,62	31,63±1,12	25,0±1,4
Ершовская 32	563±26	75,6±3,0	12,90±0,34	30,20±1,18	21,1±1,3
НСР _{0,95}	29	3,1	0,45	1,16	1,4



Длина стебля имеет существенное значение в депонировании ассимилятов, что наиболее важно в условиях засухи в период налива зерна. Растения с более длинным стеблем в этих условиях будут иметь преимущество перед растениями с укороченным стеблем. Среди изучаемых сортов длина стебля составляла от 500 (Саратовская 52) до 763 мм (Альбидум 31). К сортам с укороченным стеблем можно отнести, кроме Саратовской 52, также Ершовскую 32, Эритроспермум 841, Прохоровку, Саратовскую 72, ЮВ-2, Саратовскую 56. 14 из 33 сортов имели стебель длиной от 700 мм и более (см. таблицу). Таким образом, среди сортов яровой мягкой пшеницы саратовской селекции наблюдается значительное различие по длине стебля, что следует учитывать при создании модельных сортов.

Длина колоса косвенно указывает на активность пролиферации меристем в период инициации вегетативных и генеративных метамеров побега. Среди сортов яровой мягкой пшеницы саратовской селекции длина колоса варьировала от 64,4 (Полтавка) до 89, 2 мм (Прохоровка). Здесь так же, как и по длине стебля, наблюдается значительное разнообразие сортов, что может послужить хорошей базой при направленной селекции сортов с активной пролиферацией меристем, повышенной скоростью роста структур побега.

Число колосков колоса является довольно консервативным признаком, трудно изменяемым в селекционной работе [5]. Среди изучаемых сортов число колосков составляло от 11,53 (Саратовская 56) до 15,8 шт. (Прохоровка). Примечательно, что для многих сортов последних лет селекции характерно число колосков более 13 шт.: Саратовская 73, Альбидум 32, Фаворит, ЮВ-4 (см. таблицу).

По числу зерновок в колосе в условиях 2011 г. от 16,93 (Полтавка) до 31,63 шт. (Прохоровка) наблюдалась градация сортов на несколько классов. При шаге класса 2,45 шт. сорта были разделены на 6 классов. Большинство сортов, 17 из 33, были отнесены к 3-му классу, 2 сорта (Полтавка и Саррубра) – к 1-му, 5 сортов (Лютесценс 62, Альбидум 43, Саратовская 42, Саратовская 55, Саратовская 64) – к 2-му классу, 6 сортов (Эритроспермум 82/02, Эритроспермум 841, Саратовская 68, Альбидум 28, ЮВ-2, ЮВ-4) – к 4-му, 3 сорта (Саратовская 52, Прохоровка, Ершовская 32) – к 6-му классу (см. таблицу). Особый интерес представляют сорта с повышенным числом зерновок в колоске. К таким сортам, имеющим от 2 и более зерновок на колосок, были отнесены Саратовская 68, Прохоровка, Саратовская 72, Альбидум 31, Эритроспермум 841, Ершовская 32, Саратовская 52.

Масса зерновки является интегративным показателем сбалансированности морфогенетических и фотосинтетических процессов в тех или иных условиях вегетации. Для селекционера именно степень налива зерна и масса зерновки является одним из определяющих критериев отбора той или иной линии пшеницы [6]. Среди изучаемых сортов масса зерновки варьировала от 21,1 (Ершовская 32) до 36,4 мг (Саратовская 70). При разделении сортов на 6 классов при шаге класса 2,54 мг выявлено, что основная часть сортов (21 из 33) относятся к 4-му и 5-му классам. Меньшая масса зерна (1–3 классы) отмечена у сортов: Полтавка, Лютесценс 62, Саррубра, Фаворит, Прохоровка, ЮВ-2, Ершовская 32. Большая масса зерновки была свойственна сортам Саратовская 29, Саратовская 62, Саратовская 64, Саратовская 70, Альбидум 31.

Одним из критериев урожайности того или иного сорта является сбалансированность морфогенетических процессов между элементами продуктивности колоса. Наиболее оптимальным для реализации потенциалов колоса на этапах формирования колосков, цветения и налива зерна является расположение полученных из анализа структуры урожая вариационных кривых элементов продуктивности колоса таким образом, чтобы их максимальные значения приходились на один, более высокий класс [3]. Как показали наши исследования, к сортам яровой мягкой пшеницы с сбалансированным типом морфогенетических систем по элементам продуктивности колоса – числу колосков, числу зерновок и их массе – относятся: Лютесценс 62 (рис. 1), Альбидум 43, Саратовская 55, Саратовская 56, Саратовская 58, Саратовская 62, Саратовская 66, Саратовская 73, Добрыня. Большая часть сортов (24 из 33) была отнесена к сортам с несбалансированным типом морфогенетических систем [3] по элементам продуктивности колоса, в том числе и сорт-стандарт Фаворит (рис. 2).

Таким образом, проведенные исследования позволили выделить из группы сортов, полученных в разные годы селекции, сорта, отличающиеся более высокими значениями по длине стебля и колоса, числу колосков и зерновок в колосе и колоске, массе зерновок, по степени сбалансированности формирования элементов продуктивности колоса.

Как известно, попытки оценить влияние процессов роста, морфогенеза на урожай сельскохозяйственных культур предпринимались уже в начале селекции. Ранее Н. А. Максимов [7] отмечал, что подавление ростовых процессов является основной причиной снижения урожаев при засухе.

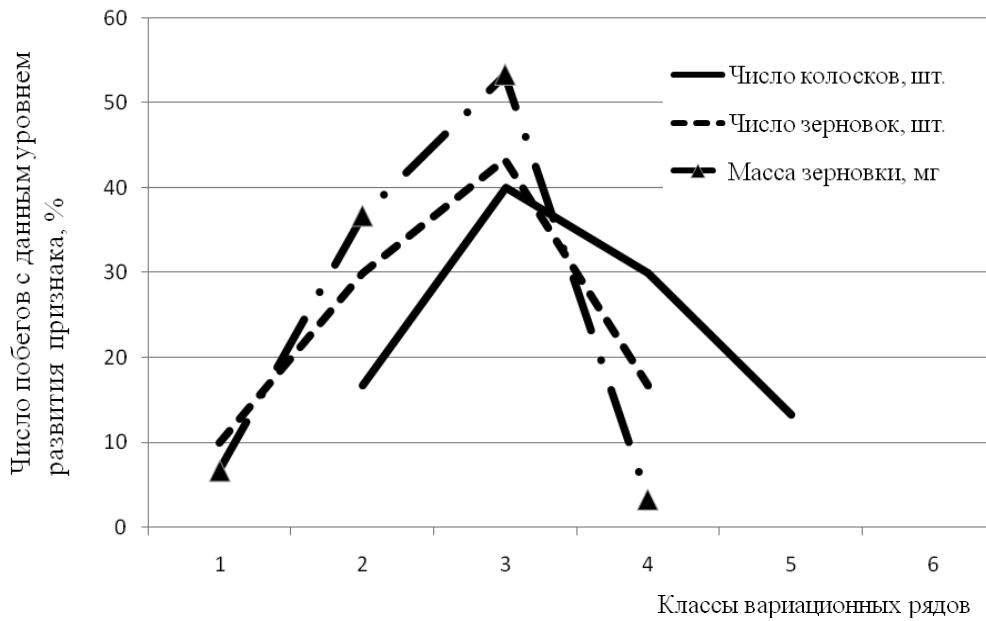


Рис. 1. Вариационные кривые элементов продуктивности колоса побегов пшеницы сорта Лютесценс 62, 2011 г.

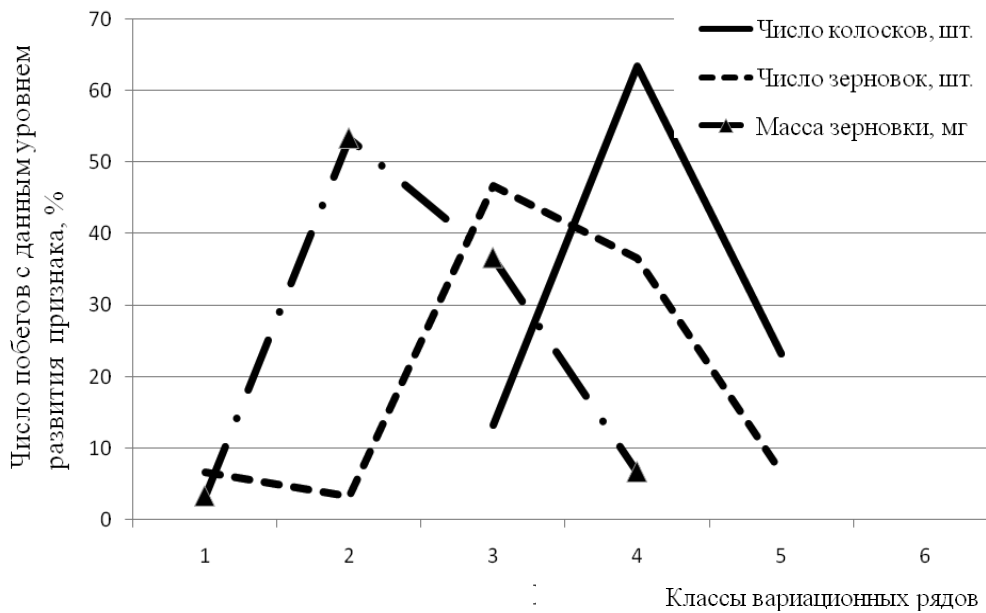


Рис. 2. Вариационные кривые элементов продуктивности колоса побегов пшеницы сорта Фаворит, 2011 г.

Именно меристематические ткани, как эффектор-ные элементы системы регуляции целостности растения [8], первыми испытывают влияние засухи. Интегративным критерием сбалансированности морфогенетических процессов в неблагоприятных условиях произрастания растений является коэффициент реализации колоса, позволяющий оценить генотипы яровой пшеницы по их потенциальной продуктивности и устойчивости к факторам среды [6]. Метод структурного

анализа побегов пшеницы [3], как отмечают некоторые исследователи [9], не нашел широкого применения в селекционной практике, так как оценка сбалансированности сорта в тех или иных условиях вегетации не позволяет определить его потенциальную урожайность. Для устранения этого недостатка и применения метода в селекции предлагаются [9] критерии (коэффициенты) несогласованности K_I и K_{II} . Первый представляет собой сумму максимальных отклонений по ин-



тенсивности, коэффициентам асимметрии (As) и эксцесса (Ex) между кривыми распределения значений числа цветков и зерен в колосе, а также массы зерновки, второй – сумму максимальных отклонений только по As и Ex.

Более точным критерием морфогенетического потенциала сорта и соответственно его урожайности является предлагаемый нами морфогенетиче-

ский индекс продуктивности (МИП) для каждого из элементов продуктивности колоса – числа колосков и зерновок, их массы. На рис. 3 показан МИП изучаемых сортов пшеницы саратовской селекции, рассчитанный как среднее от суммарного значения МИП по числу и массе зерновок, отражающий, на наш взгляд, наиболее тесную связь между морфогенезом и урожайностью сорта.

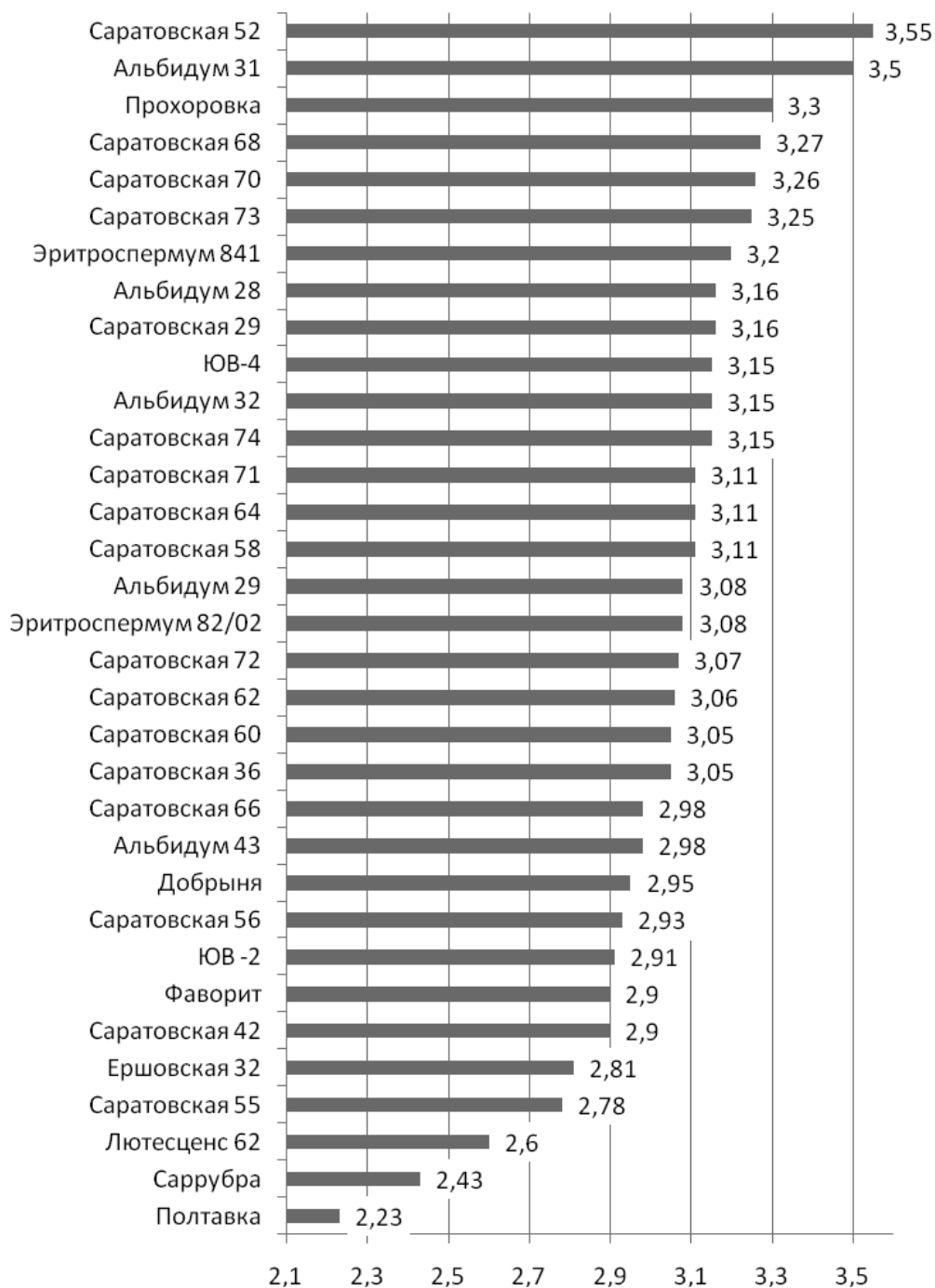


Рис. 3. Морфогенетический индекс продуктивности сортов пшеницы, рассчитанный как среднее от суммарного значения МИП по числу и массе зерновок



О существенной информативности данного показателя свидетельствует высокий коэффициент корреляции в условиях 2011 г. между МИП и урожайностью сорта ($k = 0,98$). Нами предлагается следующая формула расчёта МИП:

$$\text{МИП} = (n_1 \times k_1 + n_2 \times k_2 \dots + n_6 \times k_6) / n_1 + n_2 \dots + n_6,$$

где n – число растений соответствующего класса вариационного ряда, k – класс вариационного ряда.

Согласно нашим расчётам, в период вегетации 2011 г. наиболее низкие значения МИП наблюдались среди стародавних сортов саратовской селекции – Полтавка, Саррубра, Лютесценс 62. Для большинства сортов его значения составляют 3 и более. Выделяется группа сортов с повышенными значениями МИП (3,25 – 3,55) : Саратовская 73, Саратовская 70, Саратовская 68, Прохоровка, Альбидум 31, Саратовская 52. (см. рис. 3). Учитывая, что максимальное значение МИП по каждому из элементов продуктивности колоса равно 6, можно с большой долей вероятности предполагать дальнейшее повышение на 20–30% урожайности новых сортов яровой мягкой пшеницы, имеющих более высокий, чем у имеющихся сортов, МИП.

Список литературы

1. Левицкая Н. Г., Шаталова О. В., Иванова Г. Ф. Обзор средних и экстремальных характеристик

климата Саратовской области во второй половине XX – начале XXI века // Аграр. вестн. Юго-Востока. 2009. № 1. С. 30–34.

2. Борович С. Принципы и методы селекции растений. М. : Колос, 1984. 344 с.
3. Морозова З. А. Основные закономерности морфогенеза пшеницы и их значение для селекции. М. : Моск. ун-та, 1986. 164 с.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 352 с.
5. Васильчук Н. С. Селекция яровой твердой пшеницы. Саратов : НИИСХ Юго-Востока, 2001. 119 с.
6. Кумаков В. А., Евдокимова О. А., Буянова М. А. Способы ранжирования генотипов яровой пшеницы по их потенциальной продуктивности и устойчивости к неблагоприятным факторам среды по накоплению и распределению сухой массы растений в период вегетации // С.-х. биология. 2000. № 1. С. 108–112.
7. Максимов Н. А. Подавление ростовых процессов как основная причина снижения урожая при засухе // Успехи современной биологии. 1939. Т. 11, вып. 1. С. 124–136.
8. Степанов С. А. Проблема целостности растения на современном этапе развития биологии // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. 2009. Т. 9. Сер. Химия. Биология. Экология, вып. 2. С. 50–56.
9. Торон Е. А., Торон А. А. Метод анализа структуры урожая зерновых колосовых по З. А. Морозовой и его применение в селекционной практике (на примере сортов озимой ржи) // С.-х. биология. 2009. № 1. С. 118–124.

УДК 581.9

ВОДНЫЕ ЛЮТИКИ В ГЕРБАРИИ САРАТОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА (SARAT, SARP)

Е. А. Архипова, О. В. Седова, В. А. Болдырев

Саратовский государственный университет
E-mail: arhipovaea@mail.ru

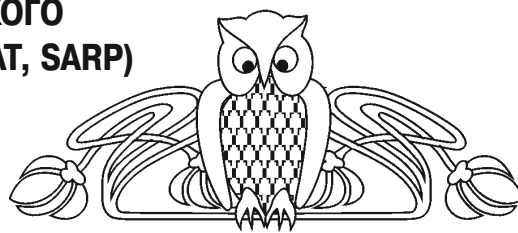
В статье приводятся этикетки сборов рода *Batrachium*, хранящихся в Гербарии Саратовского государственного университета (SARAT, SARP). Даны комментарии к определению некоторых видов этого рода.

Ключевые слова: *Batrachium*, Гербарий СГУ, морфология плодиков.

Water Buttercups in Herbarium of Saratov State University (SARAT, SARP)

Е. А. Arkhipova, O. V. Sedova, V. A. Boldyrev

Labels of specimens of genus *Batrachium* in Herbarium of Saratov State University (SARAT, SARP) are given. Comments to determination of some species of this genus are given.



Key words: *Batrachium*, Herbarium of Saratov State University, morphology of carpophyls.

Представители рода шелковник, или водяной лютик (*Batrachium* (DC.) S. F. Grey, Ranunculaceae Adans.) – важный компонент растительного покрова различных водных объектов. В мировой флоре насчитывается от 20 до 30 видов шелковников, из них в европейской части России, по мнению А. А. Боброва [1], встречается 12 видов. В коллекции Гербария СГУ (SARAT, SARP) находятся сборы четырех видов с территории юго-востока европейской части России и западного Казахстана. Названия видов даны по сводке С. К. Черпа-