

9. Щипанов Н.А., Лапина М.Г. Оценка обилия оседлого населения и величины иммиграции методом безвозвратного изъятия рыжих полевков (*Myodes glareolus* Schreber, 1780) // Изв. РАН. Сер. биол. – 2011. – № 6. – С. 747–758.
10. Яскин В.А. Высота мозговой капсулы черепа как индикатор популяционного цикла у грызунов // Популяционная экология животных: мат.-лы. междунар. конф. – Томск: Изд-во ТГУ, 2006. – С. 73.
11. Яскин В.А., Емельченко Н.Н. Сезонная и географическая изменчивость объема мозговой капсулы красной полевки (*Clethrionomys rutilus*, Rodentia) // Зоол. журн. – 2003. – Т. 82. – № 11. – С. 1375–1380.
12. Boonstra R., Krebs C.J. Viability of large and small sized adults in fluctuating vole populations // Ecology. – 1979. – V. 60. – P. 567–573.
13. The growth of the skull during postnatal development of *Lemmus lemmus* (Mammalia, Rodentia) / J. Kratochvíl [et al.] // Prirodov. Prace Ust. Ceskosl. Akad. Ved. Brno. – 1977. – V. 4. – P. 3–33.
14. Krebs C.J. Cyclic variation in skull-body regressions of lemmings // Can. J. Zool. – 1964. – V. 42. – № 4. – P. 631–643.
15. Mihok S., Fuller A.W. Morphometric variation in *Clethrionomys gapperi*: are all voles created equal? // Can. J. Zool. – 1981. – V. 59. – № 12. – P. 2275–2283.
16. Norrdahl K., Korpimäki E. Changes in individual quality during a 3-year population cycle of voles // Ecologia. – 2002. – V. 130. – № 2. – P. 239–249.



УДК 633.14: 631.52

В.И. Полонский, А.В. Сумина

ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА И УСЛОВИЙ ГОДА ВЫРАЩИВАНИЯ НА ПОГЛОЩЕНИЕ ВОДЫ ЗЕРНОМ ЯЧМЕНЯ

На 24 образцах сибирской селекции описано воздействие погодных условий, складывавшихся в 2008–2011 годах, на поглощение воды зерном ячменя, содержание в нем белка и массу 1000 зерен. Выявлено, что фактор «год» по сравнению с фактором «генотип» оказывал различное влияние на указанные физико-химические показатели зерна ячменя. Проанализированы перспективные образцы для возможного использования в качестве исходного материала в селекции ячменя крупяного направления.

Ключевые слова: зерно, ячмень, поглощение воды, бета-глюканы, содержание белка, масса 1000 зерен, условия года, генотип.

V.I. Polonskiy, A.V. Sumina

THE INFLUENCE OF GENOTYPE AND CULTIVATION YEAR CONDITIONS ON WATER ABSORPTION BY BARLEY GRAIN

The impact of the weather conditions developing in 2008–2011 on water absorption by barley grain, on the protein content in it and on the mass of 1000 grains is described on Siberian selection 24 samples. It is determined that the “year” factor in comparison with “genotype” factor exerted different impact on the specified physical and chemical barley grain indices. The perspective samples for possible use as an initial material in selection of cereal type barley are analyzed.

Key words: grain, barley, water absorption, beta-glucans, protein content, mass of 1000 grains, year conditions, genotype.

Введение. В последнее время в ряде стран резко возрос интерес к здоровому (функциональному) питанию, особенно это касается включения в диету растворимых пищевых волокон из зерновых культур – так называемых (1,3;1,4)- β -D-глюканов. Рекордсменами по содержанию этих полисахаридов среди зерновых являются два вида – ячмень и овес.

Содержание бета-глюканов в зерне ячменя в значительной мере определяется конкретным генотипом и условиями выращивания растений [1, 2–5]. Содержание бета-глюканов в зерне зависит от погодных условий в конкретный год выращивания растений [6, 7]. Ведущими факторами в этом плане выступают температура и влагообеспеченность. Рост первого показателя положительно сказывается на накоплении рассматриваемых полисахаридов клеточной стенки зерна, тогда как увеличение второго играет в этом процессе отрицательную роль.

В экспериментах, выполненных с 9 сортами ячменя и 10 сортами овса, найдено, что межсортные различия в содержании бета-глюканов у злаков сохраняются по годам [6]. В результате изучения 33 генотипов ячменя при их выращивании в 9 различных географических местах в течение 2 лет было сделано заключение о том, что генотипическая вариация в содержании бета-глюканов довольно существенна для достижения прогресса в селекции на этот хозяйственно-полезный признак [7].

К сожалению, в Российской Федерации селекция ячменя на повышенное (пониженное) содержание бета-глюканов в зерне практически не ведется. Это отчасти объясняется высокими материальными затратами и большой трудоемкостью химического метода измерения концентрации этих полисахаридов в зерне. На сегодняшний день в России существуют единичные публикации, в которых приводятся результаты прямого определения содержания бета-глюканов в зерне ячменя [8].

Недавно на большом наборе сортов ячменя было найдено, что концентрация бета-глюканов в эндосперме отрицательно коррелирует с относительным поглощением воды зерном [9]. Таким образом, стало возможным использование простого косвенного метода оценки селекционного материала на содержание указанных полисахаридов в зерне.

Цель исследований. Косвенное измерение содержания бета-глюканов в зерне различных образцов ячменя и анализ зависимости этого показателя от генотипа, погодных условий выращивания растений и физико-химических характеристик зерна.

Материалы и методы исследований. В качестве объекта исследования использовались сорта и селекционные линии сибирской селекции ярового пленчатого ячменя (*Hordeum vulgare* L.). Ячмень выращивали по паровому предшественнику в ОПХ «Минино» (Емельяновский район Красноярского края) в 2008–2011 годах. В работе использовали 24 образца ячменя, которые были любезно предоставлены сотрудниками лаборатории селекции серых хлебов КНИИСХ СО РАСХН. Показатели влажности зерна всех образцов выравнивались в результате выдерживания их в помещении лаборатории при $20 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение нескольких месяцев в зимний период. Среднее значение влажности зерна, найденное для образцов по стандартной методике [10], составляло по годам от 8,3 до 10,0%.

Косвенное определение содержания бета-глюканов в зерне ячменя производили по измерению относительного поглощения воды зерном по методике, использованной в работе Дж. Гэмлэта с коллегами [9], в которой была найдена сильная отрицательная корреляция между относительным поглощением воды зерном ячменя и содержанием в нем бета-глюканов. Образцы взвешивали (навеска 100 г, точность измерения 0,1 г) и помещали в марлевых мешочках в отстоянную водопроводную воду при 18°C на 21 час (с 9-часовым перерывом нахождения на воздухе). После этой процедуры зерно помещали между двух слоев фильтровальной бумаги для удаления избытка воды с поверхности. Операцию повторяли до полного удаления влаги. Затем зерно взвешивали и вычисляли относительное количество поглощенной воды. Каждый образец был проанализирован в трехкратной повторности.

Параллельно определяли массу 1000 зерен ячменя и содержание в нем белка по методу Кьельдаля [11]. Анализы содержания белка и влажности зерна выполнены в ФГУ ГС АС «Хакасская» (Абакан).

Статистическая обработка результатов была проведена с помощью программы Microsoft Excel 2003.

Результаты исследований и их обсуждение. В таблице 1 приведены данные по поглощению воды зерном различных генотипов ячменя за 4 года выращивания. Можно видеть, что средние величины относительного поглощения воды зерном ячменя, выращенного в одной и той же географической местности, существенно различались по годам. В более благоприятные по влагообеспеченности годы (2009 и 2010) отмечалось максимальное поглощение воды зерном ячменя, а в менее благоприятный по влагообеспеченности 2011 год наблюдалось минимальное значение этого параметра.

Относительное поглощение воды зерном различных образцов ячменя в зависимости от года выращивания в условиях ОПХ «Минино»

Образец	Поглощение воды зерном по годам, %				Амплитуда колебания признака по годам	Коэффициент вариации по годам, %
	2008	2009	2010	2011		
Бархатный	53,8	59,6	52,8	34,5	25,1	21,7
Ача	-	57,4	49,3*	34,3	23,1	24,9
Паллидум 4727	46,1	56,4	55,2	40,2	16,2	15,6
Г 19921*	43,7	53	47,1	33,6	19,4	18,3
Симон	45,8	56,1	52,4	36,5	19,6	18,0
Г 20487	49,4	55,1	56,2	-	-	6,8
А 5552	-	53,9	57,2	35,4	21,8	24,1
Паллидум 4759	46	67,5	59,8	39	28,5	24,4
Г 20752	46,9	54,2	51,7	40,2	14	12,8
Буйн	-	52,4	48,4	38,4	14	15,5
Г 18619	46,6	53,7	52,7	36,3	17,4	16,9
Г 19589	44,4	53,9	47,1	32,6	21,3	20,0
Партнер	-	54,4	51,6	36,2	18,2	20,7
Медикум 4771	47,8	59,2	57,1	34,8	24,4	22,3
Омский 96	45,3	54,2	55,4	35,3	20,1	19,6
Соболек	-	59,7	62,3	36,5	25,8	26,9
Рикотензе 4783	47,8	54	52,2	32,3	21,7	21,2
Красноярский 80	44,3	56,2	53,2	-	-	12,1
А 5554	-	53,6	51,1	33,1	20,5	24,3
Витим	49,3	64	53,9	39,1	24,9	20,0
Нутанс 4765	-	56	55	34,2	21,8	25,4
Дыгын	55,3	76,3	51,6	39,3	37	27,7
СП 44	-	55,8	59,4	33,0	26,4	29,0
Км 564	46,4	56,4	56,4	35,6	20,8	20,4
Среднее	47,7±0,8	57,2±1,1	53,7±0,8	35,8±0,5	21,9±1,1a**	20,4±1,1б
Амплитуда колебания признака у генотипов	11,6	23,9	15,2	7,9	14,6±3,4a	-
Коэффициент вариации у генотипов, %	7,0	9,4	6,9	6,9	-	7,6±1,2в

Примечание: * – полужирным выделено по 5 образцов с минимальным значением поглощения воды зерном за каждый год; ** – значения средних в колонках с разными буквами различаются существенно при $P \leq 0,05$.

Судя по значению коэффициента вариации, изменчивость между генотипами по указанному показателю была существенно меньше, чем таковая между годами (соответственно 7,6 и 20,4%). При этом амплитуда колебания признака между генотипами и таковая между годами достоверно не отличались.

По результатам анализа относительного поглощения воды зерном в каждый год выращивания растений было выделено по 5 образцов с минимальной величиной этого показателя, что соответствует, судя по данным литературы [9], максимальному содержанию бета-глюканов у ячменя. Наименьшим значением поглощения воды зерном за все испытанные годы отличались три селекционных образца: Г 19921, Г 19589 и А 5554. Сорта-стандарты Красноярский 80 и Ача попали в группу с минимальным значением поглощения воды зерном лишь по результатам одного года: соответственно в 2010 и 2008 годах. Следовательно, можно

предположить, что для образцов ячменя Г 19921, Г 19589 и А 5554 по сравнению с другими характерно стабильно высокое содержание бета-глюканов по годам, и они потенциально могут явиться исходным материалом для селекции ячменя крупяного направления.

С целью сопоставления показателя поглощения воды зерном с содержанием белка в зерне и массой 1000 зерен у образцов измеряли величины этих ценных для ячменя крупяного направления признаков. Данные приведены в таблицах 2 и 3. Можно видеть, что выделенные ранее по минимальному поглощению воды образцы (табл. 1) были зарегистрированы в течение двух лет в группе с максимальным значением содержания белка (Г 19921, Г 19589) и в группе с максимальной величиной массы 1000 зерен (Г 19589). Отметим, что ни амплитуда колебания содержания белка (6,8), ни значения коэффициента вариации этого признака у генотипов (17,1%) достоверно не отличались от таковых по годам (соответственно 5,5 и 22,1%).

Таблица 2

Содержание белка в зерне различных образцов ячменя в зависимости от года выращивания в условиях ОПХ «Минино»

Образец	Содержание белка, %				Амплитуда колебания признака по годам	Коэффициент вариации по годам, %
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.		
Бархатный	10,8	9,8	10,3	13,8	4,0	16,1
Ача	-	11,7	11,2	8,6	3,1	15,8
Паллидум 4727	12,0*	13,7	9,3	13,4	4,4	16,5
Г 19921*	8,8	15,4	12,1	16,4	7,6	26,2
Симон	11,1	11,7	7,8	11,2	3,9	17,1
Г 20487	14,3	11,7	13,9	-	-	-
А 5552	-	12,0	11,0	16,0	5,0	20,3
Паллидум 4759	7,9	11,5	9,0	14,9	7,0	28,7
Г 20752	11,2	10,8	7,5	10,7	3,3	17,1
Буян	-	11,3	9,4	15,6	6,2	26,3
Г 18619	10,8	14,5	14,0	16,1	5,3	16,0
Г 19589	8,7	12,8	13,2	16,0	7,3	23,7
Партнер	-	9,9	6,2	16,0	9,8	46,3
Медикум 4771	6,7	9,9	9,9	15,1	8,4	33,5
Омский 96	9,5	12,5	7,5	16,0	8,5	32,5
Соболек	-	10,0	13,6	15,5	5,5	21,4
Рикотензе 4783	7,6	11,1	12,4	13,0	5,4	22,0
Красноярский 80	9,6	12,8	12,1	-	-	14,6
А 5554	-	11,3	12,5	14,0	2,7	10,7
Витим	9,9	12,5	10,2	10,1	2,6	11,4
Нутанс 4765	-	11,3	10,6	15,5	4,2	21,2
Дыгын	9,9	11,1	10,7	13,5	3,6	13,7
СП 44	-	9,9	8,4	17,0	7,1	39,0
Км 564	11,9	12,6	10,9	16,1	5,2	17,6
Среднее	9,8±0,5	11,7±0,3	10,6±0,4	14,3±0,5	5,5±0,4a**	22,1±1,9a
Амплитуда колебания признака у генотипов	5,3	5,6	7,8	8,4	6,8±0,8a	-
Коэффициент вариации у генотипов, %	19,7	12,4	20,4	15,8	-	17,1±1,9a

Примечание: * – полужирным выделено по 5 образцов с максимальным значением содержания белка в зерне за каждый год; ** – значения средних в колонках с разными буквами различаются существенно при $P \leq 0,05$.

Масса 1000 зерен различных образцов ячменя в зависимости от года выращивания в условиях ОПХ «Минино»

Образец	Масса 1000 зерен, г				Амплитуда колебания признака по годам	Коэффициент вариации по годам, %
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.		
Бархатный	39,4	40,1	39,2	35,4	4,7	5,5
Ача	-	43,1	41,3	42,1	1,0	2,1
Паллидум 4727	38,5	39,4	34,2	35,0	4,4	7,0
Г 19921	46,1	48,0*	43,9	42,7	5,3	5,2
Симон	42,3	41,6	47,0	43,2	5,4	5,5
Г 20487	50,1	46,2	40,7	-	9,4	10,3
А 5552	-	46,9	47,0	41,2	5,8	7,4
Паллидум 4759	40,0	40,2	40,5	37,7	2,8	3,2
Г 20752	46,9	47,3	47,1	44,5	2,8	2,8
Буйан	-	46,7	41,2	43,6	5,5	6,3
Г 18619	47,2	46,4	45,0	44,5	2,7	2,7
Г 19589	48,2	50,1	46,7	45,0	5,1	4,6
Партнер	-	47,8	45,1	46,0	2,7	3,0
Медикум 4771	48,4	41,5	49,9	47,3	8,4	7,8
Омский 96	47,8	50,2	48,2	46,4	3,8	3,3
Соболек	-	43,9	38,0	37,3	6,6	9,1
Рикотензе 4783	37,3	40,1	46,8	35,8	11,0	12,2
Красноярский 80	47,2	46,5	42,0	-	5,2	6,2
А 5554	-	40,7	42,7	42,8	2,1	2,8
Витим	37,2	37,4	40,8	37,3	3,6	4,6
Нутанс 4765	-	46,4	49,4	45,0	4,4	4,8
Дыгын	32,4	34,2	41,0	36,0	8,6	10,3
СП 44	-	40,1	49,8	46,4	9,7	10,8
Км 564	43,4	48,2	49,4	43,0	6,4	7,1
Среднее	43,3±1,3	44,1±0,9	44,0±0,9	41,7±0,9	5,3±0,5a**	6,0±0,6a
Амплитуда колебания признака у генотипов	17,7	15,9	15,7	12,3	15,4±1,16	
Коэффициент вариации у генотипов, %	12,1	9,9	9,6	9,8	-	10,4±0,66

Примечание: * – полужирным выделено по 5 образцов с максимальным значением массы 1000 зерен за каждый год; ** – значения средних в колонках с разными буквами различаются существенно при $P \leq 0,05$.

Что касается показателя массы 1000 зерен, то размах амплитуды колебаний признака и значение коэффициента вариации между генотипами соответственно в 3 и 2 раза превышали таковые между годами.

Выводы. Анализируя полученные результаты, можно заключить, что погодные условия года выращивания ячменя по сравнению с генотипами существенно сильнее сказывались на поглощении воды зерновками (и, вероятно, содержании бета-глюканов). И наоборот, конкретные условия года значительно слабее, чем генотип, влияли на массу 1000 зерен. При этом, исходя из того, что амплитуда колебания поглощения воды зерновками между генотипами и таковая между годами достоверно не отличались (21,9 и 14,6), можно говорить о наличии стабильного варьирования рассматриваемого показателя среди генотипов по годам. Последнее обстоятельство теоретически не отвергает надежду на успех в выполнении отбора образцов на минимальное значение поглощения воды зерном ячменя, т.е. повышенное содержание в нем бета-глюканов.

Литература

1. Zhang G., Wang J., Chen J. Analysis of β -glucan content in barley cultivars from different locations of China // Food Chemistry. – 2002. – V. 79. – № 2. – P. 251–254.
2. Effects of cultivar and environment on β -(1,3)-(1,4)-D-glucan content and acid extract viscosity of Spanish Barleys / A.M. Perez-Vendrell [et al.] // Journal of Cereal Science. – 1996. – Vol. 23. – № 1. – P. 285–292.
3. Genetic and environmental variation in β -glucan content and quality parameters of barley for food / C.E. Fastnaught [et al.] // Crop Science. – 1996. – Vol. 36. – № 4. – P. 941–946.
4. Effects of genotype and environment on β -glucan and dietary fiber contents of hull-less barleys grown in Turkey / E. Yalcin [et al.] // Food Chemistry. – 2007. – Vol. 101. – № 1. – P. 171–176.
5. Grain composition of Virginia winter barley and implications for use in feed, food, and biofuels production / C. Griffey [et al.] // Journal of Cereal Science. – 2010. – Vol. 51. – № 1. – P. 41–49.
6. Comparison of β -glucan content of barley and oat / C.J. Lee [et al.] // Cereal Chemistry. – 1997. – Vol. 74. – № 5. – P. 571–575.
7. Peterson D.M., Wesenberg D.M., Burrup D.E. β -Glucan content and its relationship to agronomic characteristics in elite oat germplasm // Crop Science. – 1995. – Vol. 35. – № 4. – P. 965–970.
8. Значение содержания β -глюкана в зерне ячменя при его селекции на пивоваренные и питательные свойства / А.И. Абугалиева [и др.] // Докл. РАСХН. – 2012. – № 2. – С. 12–15.
9. Gamlath J., Aldred G.P., Panozzo J.F. Barley (1-3; 1-4)- β -glucan and arabinoxylan content are related to kernel hardness and water uptake // Journal of Cereal Science. – 2008. – Vol. 47. – № 2. – P. 365–371.
10. ГОСТ 13586.5-93. Зерно. Метод определения влажности. – М., 1993.
11. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. – М., 1991.



УДК 581.526.3 (581.93)

М.В. Закурдаева, О.В. Седова, Е.С. Шишкина

ФЛОРА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ МАЛЫХ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ ГОРОДА САРАТОВА

В статье приведены результаты исследования флоры и растительности малых искусственных водоемов г. Саратова. Проанализирована структура флоры изученных прудов. Представлена классификационная схема растительности.

Ключевые слова: малые техногенные водоемы, структура флоры, растительность, г. Саратов.

M.V. Zakurdaeva, O.V. Sedova, E.S. Shishkina

FLORA AND VEGETATION OF MINOR ARTIFICIAL RESERVOIRS IN SARATOV CITY

The research results of flora and vegetation in minor artificial water reservoirs of Saratov city are presented in the article. The flora structure of examined ponds is analyzed. The classification scheme of vegetation is given.

Key words: minor anthropogenic reservoirs, flora structure, vegetation, Saratov.

Введение. Пруды являются неотъемлемой частью ландшафта г. Саратова. Они имеют историческую значимость, используются в рекреационных целях и хозяйственной деятельности. Несмотря на доступность и близость этих объектов, детального изучения их флоры и растительности не проводилось. Только в 2005 г. были изучены некоторые водоемы, где был найден новый и редкий для области вид – повойничек перечный (*Elatine hydropiper* L.) [1]. В связи с этим целью нашей работы явилось выявление флористического и цено-тического разнообразия малых искусственных водоемов г. Саратова.

Материалы и методы. Материалом для статьи послужили результаты исследования флоры и растительности 16 малых искусственных водоемов г. Саратова, находящихся в промышленной, рекреационной и