

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ КАНСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ НА СОДЕРЖАНИЕ КРАХМАЛА В ЗЕРНЕ ПЛЕНЧАТЫХ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

L.P. Baykalova, Yu.I. Serebrennikov

THE IMPACT OF THE WEATHER OF KANSK FOREST STEPPE OF KRASNOYARSK REGION ON THE STARCH CONTENT OF GRAIN HULLED SPRING BARLEY VARIETIES

Байкалова Л.П. – д-р с.-х. наук, проф. каф. растениеводства и плодовоовощеводства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: kos.69@mail.ru

Серебренников Ю.И. – асп. каф. растениеводства и плодовоовощеводства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: ivanoff.yurser2011@yandex.ru

Baykalova L.P. – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Plant Growing and Fruit-and-Vegetable Growing, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: kos.69@mail.ru

Serebrennikov Yu.I. – Post-Graduate Student, Chair of Plant Growing and Fruit-and-Vegetable Growing, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: ivanoff.yurser2011@yandex.ru

В статье приводятся результаты анализа влияния погодных условий Канской лесостепи Красноярского края на содержание крахмала в зерне сортов ярового ячменя. Закладка опытов и наблюдения проводились в соответствии с методикой государственного сортоиспытания в 2002–2014 гг. Опыты закладывались в четырехкратной повторности, учетная площадь делянок – 25 м². Влияние погодных условий на содержание крахмала в зерне ячменя определяли методом корреляционного анализа по методике Д.У. Снедекора с использованием пакета статистических программ О.Д. Сорокина. Выявлена сильная положительная степень связи между содержанием крахмала и суммой температур во второй и третьей декадах мая, первой декаде июня и второй декаде июля. Коэффициент корреляции во второй декаде мая – от 0,616 (сорт Т 12) до 0,800 (Оленёк); в третьей декаде мая – от 0,623 (Ача) до 0,721 (Абалак); в первой декаде июня – от 0,607 (Омский 95) до 0,744 (Абалак); во второй декаде июля – от 0,629 (Омский 95) до 0,697 (Буян). Отмечена сильная положительная степень связи между содержанием крахмала и суммой осадков первой декады июля и первой декады августа. Коэффициент корреляции от 0,631 (Владук) до 0,728 (Кедр) – первая декада июля и от 0,623 (Т 12) до 0,730

(Вулкан) – первая декада августа. Кроме того, отмечена сильная положительная связь между содержанием крахмала и гидротермическим коэффициентом в первой декаде июля и первой декаде августа. В первой декаде июля коэффициент корреляции – от 0,589 (Соболек) до 0,759 (Кедр); в первой декаде августа – от 0,581 (Вулкан) до 0,760 (Кедр). Выводы: содержание крахмала возрастает при увеличении суммы температур второй и третьей декад мая, первой декады июня и второй декады июля; при увеличении суммы осадков первой декады июля и первой декады августа; при увеличении гидротермического коэффициента первой декады июля и первой декады августа.

Ключевые слова: яровой ячмень, крахмал, раннеспелые сорта, среднеспелые сорта, корреляционная связь, погодные условия.

In the study the results of the analysis of the weather conditions' influence of Kansk forest-steppe of Krasnoyarsk Region on the content of starch in the grain of grades of summer barley are given. Making of experiments and observations was made according to the technique of the state sort testing in 2002–2014. The experiments were made in fourfold recurrence; the area of the plots was 25 m². The influence of the weather conditions

on the content of starch in the grain of barley was determined by the method of correlation analysis by D.U. Snedekor's technique with the use of a package of statistical programs of O.D. Sorokin. Strong positive extent of connection between the content of starch and the sum of temperatures in the second and third decades of May, the first decade of June and the second decade of July was revealed. The correlation coefficient in the second decade of May from varieties had 0.616 (grade T 12) to 0.800 (Olenyok); in the third decade of May – from the varieties had 0.623 (Acha), 0.721 (Abalak); in the first decade of June – from 0.607 (Omsk 95) to 0.744 (Abalak); in the second decade of July – from 0.629 (Omsk 95) to 0.697 (Buyan). Strong positive extent of correlation between the content of starch and the sum of rainfall of the first decade of July and the first decade of August was noted. The correlation coefficient from 0.631 (Vladuk) to 0.728 (Kedr) was in the first decade of July and from 0.623 (T 12) to 0.730 (Vulcan) was in the first decade of August. Furthermore there was noted a strong positive relationship between starch content and hydrothermal coefficient in the first decade of July and the first decade of August. In the first decade of July the correlation coefficient from 0.589 (Sobolyok) to 0.759 (Kedr); in the first decade of August from 0.581 (Vulcan) to 0.760 (Kedr). Conclusions can be made that the content of starch increases at the increase of the sum of temperatures of the second and third decades of May, the first decade of June and the second decade of July; at the increase of the sum of rainfall of the first decade of July and the first decade of August; at increase of hydrothermal coefficient of the first decade of July and the first decade of August.

Keywords: *spring barley, starch, early-maturing varieties, mid-season varieties, correlation, weather conditions.*

Введение. Яровой ячмень – одна из самых скороспелых сельскохозяйственных культур. В Красноярском крае из 11 районированных в 2013–2015 гг. сортов ячменя в производственных условиях возделываются только 8, причем 77 % всех площадей возделывания культуры занимает сорт Биом и 14 % – прочие сорта [1].

И.И. Беляков (1990) [2] утверждает, что резкие колебания, а также высокая температура в сочетании с низкой влажностью воздуха в пери-

од налива зерна отрицательно сказываются на выполнении зерновки, при этом снижается масса 1000 зерен и ухудшаются пивоваренные свойства ячменя.

В Пензенском НИИСХ лимитирующим фактором называют количество выпадающих осадков. Результаты исследований данного НИИСХ показывают, что в засушливые годы формируется зерно с повышенным содержанием белка (до 18 %) и низким комплексом экстрактивных веществ. В годы с избыточным увлажнением ячмень становится непригодным для пивоварения из-за сильного полегания, поражения фузариозом и плесневыми грибами, снижения способности прорастания [3].

По мнению М.В. Кашукоева и М.Б. Хоконовой (2009) [4], содержание крахмала в зерне во многом зависит от условий питания растений и их влагообеспеченности. А они, в свою очередь, зависят от числа растений на единицу площади.

В настоящее время тема влияния абиотических факторов на крахмал по декадам изучена мало. Особенно это применимо к Канской лесостепи Красноярского края.

Цель исследований: выявление роли погодных условий на содержание крахмала в зерне скороспелых и среднеспелых сортов ярового ячменя.

Объекты и методы исследований. Полевые исследования проводились в 2002–2014 гг. на полях конкурсного сортоиспытания Канского государственного сортоиспытательного участка (ГСУ) в рамках плана госсортоиспытания, поступающего ежегодно на Канский ГСУ от ФГБУ «Госсорткомиссия по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва». Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным. Предшественник – пшеница яровая. Обработка почвы осуществлялась согласно общепринятым рекомендациям для данной зоны. опыты закладывались в четырехкратной повторности, учетная площадь делянок – 25 м², размещение – методом рендомизированных повторений. Закладка опытов и наблюдения на них проводились в соответствии с методикой государственного сортоиспытания [5]. Норма высева – 5,0 млн всх. зерен/га. Удобрения не вносились.

Приводятся результаты научных исследований 19 сортов ярового ячменя. Эти сорта разде-

лены были на раннеспелые (сорт-стандарт – Биом) и среднеспелые (сорт-стандарт – Ача). Влияние погодных условий на содержание крахмала в зерне ячменя определяли методом корреляционного анализа по методике Д.У. Снедекора [6] с использованием пакета статистических программ О.Д. Сорокина [7]. Для анализа использовались данные зональной Красноярской химико-технологической лаборатории по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (г. Красноярск).

Метеорологические условия лет исследований отличались друг от друга и от средней многолетней величины. Самой прохладной декадой периода «вторая декада мая – первая декада сентября» (периода вегетации) является вторая декада мая (+10,9 °С), а самой теплой – вторая декада июля (+21,3 °С). Осадков меньше всего было в первый декаде июня и первый декаде сентября (по 9,7 мм), а больше всего – в треть-

ей декаде июля (46,4 мм). Гидротермический коэффициент (ГТК) самый маленький в первый декаде июня (0,63), а самый большой – во второй декаде августа (1,91).

По величине ГТК можно с большой долей вероятности охарактеризовать степень увлажнения за определенный период: показатель более 1,6 подтверждает избыточное увлажнение; 1,4–1,6 – достаточное; 1,2–1,4 – умеренное; 1,0–1,2 – недостаточное и менее 1,0 – характеризует засушливые условия. В 2005 и 2014 гг. он соответствовал достаточному увлажнению (1,54; 1,49), в 2007, 2009, 2011 гг. – умеренному увлажнению (1,37; 1,22; 1,25), в 2002, 2004, 2006, 2010, 2012 и 2013 гг. – недостаточному увлажнению (1,01–1,13) и в 2003 и 2008 гг. условия были засушливыми (табл. 1). В среднем ГТК составил 1,10, что говорит о недостаточной степени увлажнения на Канском ГСУ.

Таблица 1

Характеристика метеоусловий вегетационного периода ярового ячменя за годы исследований (вторая декада мая – первая декада сентября)

Год	Температура, °С		Сумма осадков за период, мм	ГТК
	Средняя	Сумма		
2002	+18,3	2248,6	267,3	1,19
2003	+17,8	2191,5	153,5	0,70
2004	+17,4	2136,6	227,7	1,07
2005	+18,3	2236,8	343,5	1,54
2006	+16,7	2042,0	215,6	1,06
2007	+17,2	2114,1	289,3	1,37
2008	+17,4	2125,8	171,7	0,81
2009	+16,0	1961,3	238,8	1,22
2010	+17,4	2139,4	216,3	1,01
2011	+17,4	2142,8	268,9	1,25
2012	+17,4	2141,1	224,2	1,05
2013	+16,5	2026,5	229,7	1,13
2014	+16,1	1975,1	295,0	1,49

В целом же погодные условия лет исследований отвечали требованиям биологии ячменя.

Результаты исследований. Важным показателем качества зерна пивоваренного ячменя является содержание крахмала. В сортах пивоваренного ячменя его должно быть не меньше 60 %, а в лучших – 65–70 % [8]. Скороспелые сорта уступили по содержанию крахмала среднеспелым сортам. Максимум накопления крах-

мала был в 2008 и 2004 гг., а минимум – в 2014 г. Среди скороспелых сортов у Биома и Абалака содержание крахмала было самым маленьким. В данной группе на общем фоне явно выделился германский сорт Вибке с прибавкой к стандарту 3,33 % (табл. 2).

Среди среднеспелых сорт Ача расположился в нижней части списка (табл. 3). Меньше содержание крахмала только у сортов Т 12, Тулеев-

ский и Оленёк. Самая большая прибавка была у сортов Татум и Омский 95.

Таблица 2

Оценка скороспелых сортов ячменя по содержанию крахмала (2002–2014 гг.), %

Сорт	Средняя	
	многолетняя, % на сухую массу	в % к стандарту
Биом (ст.)	57,68	100
Абалак	56,90	98,65
Вибке	59,60	103,33
Вулкан	58,52	101,46
Омский 96	58,30	101,07

Таблица 3

Оценка среднеспелых сортов ячменя по содержанию крахмала (2002–2014 гг.), %

Сорт	Средняя	
	многолетняя, % на сухую массу	в % к стандарту
Ача (ст.)	59,01	100
Арат	59,85	101,42
Бахус	59,55	100,92
Буян	59,60	101,00
Владук	59,50	100,83
Зенит	59,30	100,49
Кедр	59,56	100,93
Красноярский 80	59,70	101,17
Оленёк	57,50	97,44
Омский 95	60,30	102,19
Соболёк	59,15	100,24
Т 12	58,97	99,93
Татум	61,00	103,37
Тулеевский	58,85	99,73

В таблицах 4–6 представлены декады с количеством достоверных корреляций, равным 10 и более штук в каждой, и сорта с наиболее заметной зависимостью содержания крахмала от абиотических факторов. Анализ сортов по содержанию крахмала проводился по лабораторным данным за 2004–2006, 2008–2011 и 2013 гг. По другим годам данные из лаборатории не поступали. При увеличении температуры воздуха в третьей декаде июля и второй декаде августа содержание в зерне крахмала снижается, а во второй и третьей декадах мая, первой декаде июня и второй декаде июля – увеличивается (табл. 4).

Анализ корреляционных данных исследуемых сортов ячменя показал, что при увеличении

количества осадков во второй и третьей декадах мая, второй декаде июля и второй декаде августа количество крахмала в зерне снижается, а в первой декаде июля и первой декаде августа – увеличивается (табл. 5).

Содержание крахмала в зерне снижается при увеличении гидротермического коэффициента в третьей декаде мая и второй декаде августа, а в первой декаде июля и первой декаде августа, наоборот, – увеличивается. При этом во второй декаде мая и второй декаде июля разные сорта на разный уровень ГТК реагировали по-разному (у одних сортов данный показатель снижается, а у других – повышается; корреляция здесь как положительная, так и отрицательная) (табл. 6).

Таблица 4

**Корреляционная зависимость содержания крахмала в зерне сортов ячменя
от температурного режима**

Сорт	Май		Июнь	Июль		Август	Ошибка
	2	3	1	2	3	2	
Биом (ст.)	0,573*	0,712*	0,632*	-0,126	0,121	-0,704*	0,110
Абалак	0,680*	0,721*	0,744*	0,028	-0,665*	-0,726*	0,132
Вулкан	0,660*	0,630*	0,596*	0,510*	-0,428*	-0,233	0,086
Ача (ст.)	0,584*	0,623*	0,577*	-0,285	0,223	-0,636*	0,113
Бахус	0,520*	-0,601*	0,506*	0,690*	-0,610*	0,712*	0,146
Буян	-0,028	0,683*	0,573*	0,697*	-0,363	-0,703*	0,232
Кедр	-0,045	0,471*	0,452*	0,576*	-0,483*	0,456*	0,192
Оленёк	0,800*	0,717*	0,708*	0,483*	-0,733*	-0,652*	0,081
Омский 95	-0,269	0,672*	0,607*	0,629*	-0,588*	0,475*	0,199
Соболёк	0,596*	0,694*	0,733*	0,595*	-0,521*	-0,445*	0,150
Т 12	0,616*	-0,560*	0,576*	-0,596*	0,633*	0,599*	0,201

* Достоверно при t_{05} .

Таблица 5

**Корреляционная зависимость содержания крахмала в зерне сортов ячменя
от влагообеспеченности**

Сорт	Май		Июль		Август		Ошибка
	2	3	1	2	1	2	
Биом (ст.)	0,314	-0,640*	0,546*	-0,734*	0,425*	-0,774*	0,158
Абалак	0,668*	-0,739*	0,696*	-0,583*	0,584*	-0,559*	0,127
Вулкан	-0,752*	-0,752*	0,475*	0,564*	0,730*	-0,641*	0,137
Ача (ст.)	-0,202	-0,608*	0,383	-0,609*	0,471*	-0,634*	0,100
Арат	-0,701*	-0,564*	0,541*	-0,423*	0,323	-0,317	0,136
Буян	-0,704*	-0,595*	0,283	0,721*	0,579*	-0,627*	0,187
Владук	-0,690*	-0,564*	0,631*	-0,423*	0,123	-0,117	0,096
Кедр	-0,058	-0,422*	0,728*	0,767*	0,723*	-0,669*	0,076
Оленёк	0,254	-0,765*	0,725*	-0,571*	0,691*	-0,698*	0,043
Омский 95	-0,682*	-0,835*	0,704*	0,723*	0,692*	-0,674*	0,140
Соболёк	-0,127	-0,756*	0,657*	-0,228	0,688*	-0,720*	0,085
Т 12	-0,598*	0,605*	0,326	-0,349	0,623*	0,660*	0,115
Татум	-0,706*	-0,564*	0,641*	-0,423*	0,423*	-0,317	0,101

* Достоверно при t_{05} .

Таблица 6

Корреляционная зависимость содержания крахмала в зерне сортов ячменя от ГТК

Сорт	Май		Июль		Август		Ошибка
	2	3	1	2	1	2	
1	2	3	4	5	6	7	8
Биом (ст.)	0,189	-0,734*	0,504*	-0,742*	0,357	-0,783*	0,157
Абалак	0,425*	-0,811*	0,744*	-0,691*	0,521*	-0,682*	0,102
Вулкан	-0,764*	-0,799*	0,411*	0,541*	0,581*	-0,739*	0,117

Ача (ст.)	-0,255	-0,686*	0,319	-0,615*	0,438*	-0,537*	0,119
-----------	--------	---------	-------	---------	--------	---------	-------

Окончание табл. 6

1	2	3	4	5	6	7	8
Буян	-0,566*	-0,579*	0,143	0,650*	0,699*	-0,589*	0,213
Кедр	0,078	-0,539*	0,759*	0,759*	0,760*	-0,739*	0,170
Оленёк	-0,036	-0,669*	0,735*	-0,584*	0,654*	-0,684*	0,087
Омский 95	0,185	-0,656*	0,746*	0,734*	0,656*	-0,698*	0,155
Соболёк	-0,275	-0,749*	0,589*	-0,264	0,740*	-0,690*	0,137
Т 12	-0,684*	0,638*	0,337	-0,303	0,551*	0,482*	0,120

* Достоверно при t_{05} .

Выводы

1. Наиболее выраженное влияние температурного фактора на содержание в зерне крахмала было отмечено во второй и третьей декадах мая, первой декаде июня, второй и третьей декадах июля, второй декаде августа. В третьей декаде июля и второй декаде августа его влияние было отрицательным (содержание крахмала в зерне снижается при росте температуры воздуха); во второй и третьей декадах мая, первой декаде июня, второй декаде июля – положительным (содержание крахмала в зерне увеличивается при росте температуры воздуха).

2. Влияние осадков на содержание в зерне крахмала было отмечено во второй и третьей декадах мая, первой и второй декадах июля, первой и второй декадах августа. Во второй и третьей декадах мая, второй декаде июля и второй декаде августа влияние осадков было отрицательным (содержание в зерне крахмала снижается при увеличении количества осадков); в первой декаде июля и первой декаде августа – положительное (содержание в зерне крахмала увеличивается в аналогичной ситуации).

3. Наиболее выраженное влияние ГТК на содержание в зерне крахмала было отмечено во второй и третьей декадах мая, первой декаде июля, первой и второй декадах августа. В третьей декаде мая и второй декаде августа его влияние было отрицательным (содержание в зерне крахмала снижается при увеличении ГТК); в первой декаде июля и первой декаде августа – положительным (содержание в зерне крахмала увеличивается в аналогичной ситуации).

Рекомендации производству: следует учитывать влияние абиотических факторов на содержание крахмала в зерне сортов ячменя.

Содержание крахмала повышается:

- при увеличении суммы температур второй и третьей декад мая, первой декады июня и второй декады июля;
- увеличении суммы осадков первой декады июля и первой декады августа;
- увеличении гидротермического коэффициента в первой декаде июля и первой декаде августа.

Литература

1. Байкалова Л.П., Долгова О.А. Анализ сортового районирования ярового ячменя в Красноярском крае // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве / НИИСХ Северо-Востока. – Киров, 2016. – С. 16–20.
2. Беляков И.И. Ячмень в интенсивном земледелии. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 176 с.
3. Кривобочек И.И., Долженко Д.О. Селекция ярового ячменя в Пензенском НИИСХ // Достижения науки и техники АПК. – 2005. – № 2. – С. 16–18.
4. Кашуков М.В., Хоконова М.Б. Продуктивность и технологические свойства зерна ярового ячменя // Аграрная наука. – 2009. – № 7 – С. 13–15.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Общая часть. Вып. 1 / Госкомиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. – М., 1985. – 269 с.

6. *Снедекор Д.У.* Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. – М.: Сельхозиздат, 1961. – 503 с.
7. *Сорокин О.Д.* Прикладная статистика на компьютере. – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2004. – 162 с.
8. *Аниськов Н.И.* Селекция ярового ячменя в Западной Сибири: дис. ... д-ра с.-х. наук. – Омск, 2009. – 456 с.
4. *Kashukoev M.V., Hokonova M.B.* Produktivnost' i tehnologicheskie svojstva zerna jarovogo jachmenja // *Agrarnaja nauka.* – 2009. – № 7. – S. 13–15.
5. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytanija sel'skohozjajstvennyh kul'tur. Obshhaja chast'. Vyp. 1 / Goskomissija po sortoispytaniju sel'skohozjajstvennyh kul'tur.* – M., 1985. – 269 s.

Literatura

1. *Bajkalova L.P., Dolgova O.A.* Analiz sortovogo rajonirovanija jarovogo jachmenja v Krasnojarskom krae // *Metody i tehnologii v selekcii rastenij i rastenievodstve / NIISH Severo-Vostoka.* – Kirov, 2016. – S. 16–20.
2. *Beljakov I.I.* Jachmen' v intensivnom zemledelii. – M.: Rosagropromizdat, 1990. – 176 s.
3. *Krivoboček I.I., Dolzhenko D.O.* Selekcija jarovogo jachmenja v Penzenskom NIISH // *Dostizhenija nauki i tehniki APK.* – 2005. – № 2. – S. 16–18.
7. *Sorokin O.D.* Prikladnaja statistika na komp'jutere. – Novosibirsk: Izd-vo NGAU, 2004. – 162 s.
8. *Anis'kov N.I.* Selekcija jarovogo jachmenja v Zapadnoj Sibiri: dis. ... d-ra s.-h. nauk. – Омск, 2009. – 456 s.

