

БЕЛКОВЫЕ ФРАКЦИИ ЗЕРНА РАЙОНИРОВАННЫХ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ, ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ В ТАТАРСТАНЕ

И.С. ГАНИЕВА, научный сотрудник
В.И. БЛОХИН, кандидат сельскохозяйственных наук
Г.В. ВИЛЬДАНОВА, кандидат биологических наук
М.А. ЛАНОЧКИНА, научный сотрудник
ФГБНУ «ТАТАРСКИЙ НИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»
E-mail: tatniva@mail.ru

Представлены результаты исследований за 2010-2012 гг. по изучению соотношения белковых фракций (альбуминов, глобулинов, гордеинов, глютелинов) в зерне ведущих сортов ярового ячменя Раушан, Рахат и Тимерхан, возделываемых в Татарстане. На основании результатов исследованных сортов ячменя было выявлено, что фракционный состав белка в зерне определяется как сортовыми, так и погодными условиями. Установлено, что у сорта Рахат содержание альбуминов по годам было достаточно постоянным и составляло в 2010 году – 15,5 %, в 2011 – 17,6 % и в 2012 – 16,7 %, от общего содержания фракций белка. У сортов Раушан и Тимерхан их количество было выше и варьировало в 2010 году 17,3 и 19,3 %, в 2011 – 25,0 и 23,0 %, в 2012 – 19,0 и 18,5 %, от общего количества фракций белка. За годы исследований количество глобулинов у сортов Раушан (13,3 %) и Тимерхан (12,7 %) было выше на 2,4 и 1,8 %, соответственно, чем у сорта Рахат (10,9 %), от общего количества фракций белка.

От общего количества фракций белка, высокомолекулярные белки в зерне составляли по сортам большую часть 68,6 %, чем низкомолекулярные – 31,4 %, в которых преобладали гордеины – 43,4 %, над глютелинами (25,2 %). Так, у сорта Раушан гордеиновая фракция белка составила в 2010 году – 51,8 %, в 2011 – 32,6 % и в 2012 – 37,5 %, от общего количества белка. У сортов Рахат и Тимерхан количество гордеинов в зерне в 2010 году – 49,8 % и 46,8 %, в 2011 – 42,4 % и 44,0 %, в 2012 – 47,3 % и 38,3 %, соответственно, от общего количества белка. Остальная их часть приходилась на глютелины (25,2 %) с варьированием по сортам от 19,0 до 29,0 %, от общего содержания белка.

Содержание фракции глютелинов в зерне сорта Раушан более стабильное: в 2010 году – 24,0 %, в 2011 – 25,0 %, в 2012 – 28,0 %, чем сортов Рахат и Тимерхан: в 2010 году – 26,0 % и 25,0 %, в 2011 – 29,0 и 19,0 %, в 2012 – 23,0 % и 28,0 %, соответственно, от общего содержания белка в зерне.

Наибольшее содержание фракций высокомолекулярных белков, от общего содержания белка в зерне, было отмечено в 2010 году, сортов Раушан и Рахат 75,8 % и Тимерхан 71,8 %, это выше чем в 2011 году сорта Раушан (57,6 %) на 18,2 %, сорта Рахат (71,4 %) на 4,4 % и сорта Тимерхан (63,0 %) на 8,8 %. Фракции низкомолекулярных белков составили в среднем по сортам от общего содержания белка 31,4 %. Наибольшее содержание низкомолекулярных белковых фракций было накоплено в 2011 году: сорт Раушан (42,4 %) и Тимерхан (37,0 %) и в 2012 году сорт Рахат (29,7 %), от общего количества фракций белка. Полученные результаты, по формированию белковых фракций зерна в сортах ячменя и соотношения высокомолекулярных и низкомолекулярных белков от общего количества фракций белка, представляют интерес в селекции на качество и их практического использования по направлениям. По соотношению низкомолекулярных белковых фракций к высокомолекулярным белкам, которое составляет у пивоваренного сорта Рахат 1:2,64 (27,5 %:72,5 %), кормового сорта Тимерхан 1:1,2 (33,0 %:67,0 %) и крупяного сорта Раушан 1:1,97 (33,7 %:66,3 %), можно говорить об их использовании по целевому назначению.

Ключевые слова: яровой ячмень, сорт, белок, фракции белка, зерно, качество.

Яровой ячмень возделывают во всех природно-климатических зонах Татарстана, на его долю приходится 30 % зернового клина в этом субъекте Федерации. Основную часть валового сбора зерна ячменя в республике используют на корм животным и птице. Оно имеет первостепенное значение для насыщения рационов растительным белком, поэтому, чем выше содержание протеина, тем лучше считается продукция [1]. Кроме того, зерно ячменя – основное сырье для производства пива, качество которого также зависит от содержания белка и соотношения его фракций. В продукции ячменя, возделываемого в республике, величина этого показателя варьирует от 9,5 до 19,7 %. Такие колебания многие исследователи объясняют влиянием погодных условий (особенно высокой температурой в июне месяце), почвенных условий и генетическими особенностями сортов [2-6], то же самое можно сказать и о фракционном составе белка [6]. При этом перечисленные факторы очень динамичны, находятся в сложном взаимодействии, что зачастую затрудняет определение их воздействия [1].

В обычные по метеоусловиям годы, когда температура и сумма осадков близки к среднегодовым значениям, ячмень формирует зерно с низким содержанием белка – 9,5-11,5 %. В случае превышения среднегодового температурного режима в июне, содержание белка в зерне значительно повышается [2].

Выявление особенностей формирования фракционного состава белка в зерне сортов ячменя актуально, тем, что к сортам предъявляются особые требования по использованию: Раушан крупяного, Тимерхан кормового и Рахат пивоваренного назначения.

Материалы, методы и условия. Исследования проводили на опытных полях селекционного севооборота в питомнике конкурсного сортоиспытания ФГБНУ «Татарский научно-исследовательский института сельского хозяйства». Для изучения были выбраны 3 сорта ярового ячменя, возделываемых в Республике Татарстан, пивоваренного (Рахат и Раушан) и зернофуражного (Тимерхан) направления использования. Опыты выполнены в 2010-2012 гг. в питомнике конкурсного сортоиспытания. Предшественник озимая рожь, учетная площадь 25 м², норма высева 550 всхожих семян на 1 м², повторность четырехкратная, агротехника, общепринятая в Республике Татарстан для возделывания ярового ячменя. Почва на опытных участках серая лесная, относящаяся к зоне Предкамья республики.

Анализ погодных условий 2010-2012 годы показал контрастность температуры воздуха и выпавших осадков в период исследований.

Погодные условия вегетационного периода 2010 года были очень сложными для роста и развития ячменя и оказали существенные влияния на формирование соотношений белковых фракций в зерне ячменя. Температура воздуха за весь период вегетации была выше среднегодовых показателей. Начиная с первой декады апреля и заканчивая вегетацией растений ячменя (II декада июля), фактическая температура воздуха была выше, и даже близко не приближалась к среднегодовым значениям. Отклонение в мае составила +3,8, июне +3,4, июле +5,5⁰ С. Существенные осадки за всю вегетацию выпали только в мае. Формирование и налив зерна проходил при сильной воздушной и почвенной засухе, ГТК в этот период составлял 0 – 0,4 (табл.1).

Таблица 1

Гидротермический коэффициент (ГТК) за вегетационный период 2010 г.

месяц	ГТК		
	Декады		
	I	II	III
май	0	0,8	4,4
июнь	0	0,2	0
июль	0,4	0,2	0

В целом температурный режим вегетационного периода 2011 года не имел больших отклонений от среднесуточных значений, однако прошел со своими особенностями (табл.2).

Таблица 2

Метеорологические условия за вегетационный период 2011 г.

Месяц	Декада	Среднесуточные температуры			Количество осадков		
		Средне-много-летние	Фактические	Откло-нение от нормы	Средне-много-летние, мм	Фактические	% от нормы
Май	I	10,9	13,1	2,2	11,0	6	
	II	13,0	12,0	1,0	11,0	2	
	III	14,8	16,6	1,8	12,0	8	
За месяц		13,0	13,9	0,9	34,0	16	47
Июнь	I	16,0	16,4	0,4	20,0	29	
	II	17,1	15,1	-2,0	21,0	17	
	III	18,3	19,6	1,3	21,0	40	
За месяц		17,1	17,0	-0,1	62,0	86	139
Июль	I	19,3	22,3	3,0	20,0	31	
	II	19,7	21,0	1,3	20,0	9	
	III	19,5	23,7	4,2	19,0	1	
За месяц		19,5	22,4	2,9	59,0	41	69

Высокие температура (до 28⁰С) воздуха в период фазы кущения способствовали быстрому ее прохождению и через восемь дней растения ячменя начали проходить фазу в трубкование, на 3-4 дня раньше среднесуточных, то есть закладка боковых стеблей была ограничена. Фаза кущения проходила при низком гидротермическом коэффициенте 0,2-0,7. Выпавшие обильные осадки 76 мм в период прохождения фазы выхода в трубку до колошения (18 суток), удлинители его на 2-3 дня, что привело к развитию мощной надземной массы и в дальнейшем к полеганию. Гидротермический коэффициент составил 2.

Межфазовый период колошение – спелость проходил при высоких среднесуточных температурах воздуха достигавших 30⁰С и выше с дефицитом влаги второй и третьей декады июля, выпало 9 мм осадков.

В 2012 г. время прохождения фазы кущения (22 мая по 31 мая) отмечалось осадками, выпало 30 мм, среднесуточная температура была выше среднесуточной, при ГТК 1,7 (табл. 3).

Таблица 3

Гидротермический коэффициент (ГТК) за вегетационный период по фазам ячменя 2012 г.

Фенофазы	Продолжительность, дн.	Сумма среднесуточных температур воздуха, °С	Осадки, мм	ГТК
Всходы – кущение	12,05 – 24,05	223	2	0,08
Кущение – выход в трубку	25,05 – 5,06	176	30	1,7
Выход в трубку – колошение	06,06 – 22,06	345	37	1,1
Колошение – полная спелость	23,06 – 27,07	716	52	0,7
За вегетационный период	12,05 – 27,07	1460	121	0,8

Благоприятные погодные условия этого периода способствовали компенсации низкой полевой всхожести. Общее кущение растений достигало до 3 стеблей, продуктивных до 2,51 на растение, при минимальном продуктивном кущении отдельных сортообразцов 1,09 и общих – 1,5-2 стебля. Гидротермический коэффициент мая и июня составил 1,0, что отвечает благоприятным условиям для вегетации растений ячменя первой половины.

До фазы цветения ячменя были периоды, когда вторая и начало третьей декаде июня отмечены высокими среднесуточными температурами выше нормы на 3-4°C, совпало с опылением цветков.

Первые две декады июня оказались жаркими, отклонение средне-суточной температуры воздуха от нормы второй декады, достигла 3,4 °С. Максимальная температура воздуха достигала 31 °С, что способствовало ускорению растений перехода сортов из фазы трубкования в колошение. Если первый период всходы – колошение проходил в оптимальном режиме, то наблюдение за прохождением периода колошение – созревание, показало дефицит влаги с высокими среднесуточными температурами.

Температурный режим и осадки в первой половине вегетации растений были выше среднемноголетних показателей, что положительно отразилось на росте и развитие растений ячменя. Вторая половина вегетации проходила ускоренно из-за высоких температур воздуха и дефицитом осадков и влаги в почве.

По низкому гидротермическому коэффициенту, его невысокое значение в первой декаде июля 0,2 и третьей 0,9, можно судить о частично отрицательном влиянии метеорологических условий на налив зерна и в целом формирование урожая ячменя. Хотя выпавшие осадки 17 и 18 июля существенного влияния на налив зерна уже не повлияли.

Биохимические анализы проводили в аналитическом центре Татарского НИИСХ, суммарный белок и выделения белковых фракций зерна ярового ячменя по методу Х.Н. Починок (1976) [8].

Результаты и обсуждение.

Результаты наших исследований свидетельствуют, что на долю низкомолекулярной фракции белка в зерне сортов ячменя в среднем приходится 31,4 % от его суммарного содержания белка, в том числе 19,1 % составляют альбумины и 12,3 % глобулины (табл. 4). Наименьшим количеством белков в среднем за годы исследований низкомолекулярной фракции характеризовалось зерно пивоваренного сорта Рахат (27,5 %), которое было на 6,2 % меньше, чем у сортов Раушан (33,7 %) и на 5,5 % – Тимерхан (33,0 %). Количество альбуминов в зерне сорта Рахат по годам было почти одинаковое: в 2010 году – 15,5 %, в 2011- 17,6 %, в 2012 – 16,7 %, от общего содержания фракций белка. У сортов Раушан и Тимерхан альбумины варьировали по годам: в 2010 году-15,5 % и 19,3 %, в 2011 году 17,6 % и 23,0 %, в 2012 году – 16,7 % и 18,5 %, от общего содержания белка. По содержанию глобулинов, сорта между собой мало отличались, величина этого показателя варьировала 10,9 % сорта Рахат, 13,3 % – Раушан и 12,3 % Тимерхан, от общего количества белка.

Таблица 4

**Фракционный состав белка сортов ярового ячменя, %
(от общего содержания фракций белка в зерне)**

Сорт	Год	Фракция					
		Низкомолекулярная			Высокомолекулярная		
		альбумин	глобулин	сумма	гордеин	глутелин	сумма
Раушан	2010	17,3	6,9	24,2	51,8	24,0	75,8
	2011	25,0	17,4	42,4	32,6	25,0	57,6
	2012	19,0	15,5	34,5	37,5	28,0	65,5
В среднем		20,4	13,3	33,7	40,6	25,7	66,3
Рахат	2010	15,5	8,7	24,2	49,8	26,0	75,8
	2011	17,6	11,0	28,6	42,4	29,0	71,4
	2012	16,7	13,0	29,7	47,3	23,0	70,3
В среднем		16,6	10,9	27,5	46,5	26,0	72,5
Тимерхан	2010	19,3	8,9	28,2	46,8	25,0	71,8
	2011	23,0	14,0	37,0	44,0	19,0	63,0
	2012	18,5	15,2	33,7	38,3	28,0	66,3
В среднем		20,3	12,7	33,0	43,0	24,0	67,0
В ср. по сортам		19,1	12,3	31,4	43,4	25,2	68,6

На долю высокомолекулярной фракции белка (гордеины и глютелины) в зерне изученных сортов приходилось в среднем 68,6 % от общего количества белка. Наибольшее содержание фракции высокомолекулярных белков, от общего содержания белка в зерне, было отмечено в 2010 году, сортов Раушан и Рахат – 75,8 % и Тимерхан – 71,8 %, это выше чем в 2011 году сорта Раушан (57,6 %) на 18,2%, сорта Рахат (71,4 %) на 4,4 % и сорта Тимерхан (63,0 %) на 8,8 %. Соотношение высокомолекулярной фракции белка в зерне к низкомолекулярной белковой фракции пивоваренного сорта Рахат в среднем составило – 2,64:1 (72,5 %:27,5 %), кормового – Тимерхан – 2,03:1 (67,0 %:33,0 %) и крупяного – Раушан – 1,97:1 (66,3:33,7). От общего количества белка, содержание гордеинов в основной продукции сорта Раушан было выше, чем глютелинов, в 1,6 раза (40,6 %:25,7 %), сорта Рахат – в 1,8 (46,5:26,0 %), в 1,7 раза сорта Тимерхан (43,0 %:24,0 %). Наибольшее количество гордеинов в среднем за 3 года накапливалось в зерне сорта Рахат – 46,5 %, что больше сорта Тимерхан (43,0 %) на 3,5 %, сорта Раушан (40,6 %) на 5,9 %. Содержание глютелинов варьировали по сортам незначительно – от 24 до 26 % от общего количества белка.

В 2010 засушливом году растения ячменя сформировали мелкое зерно с массой 1000 зерен на уровне 29-30 г. Содержание белка в среднем по сортам составляло 17,7 % , повышенное содержание белка в зерне в большей степени в этом году определялось метеоусловиями, чем генотипом. При этом высокомолекулярные фракции белка в 2010 году (74,5 % в среднем по сортам) в зерне преобладали над низкомолекулярными (25,5 %) в соотношении 2,92:1. Соотношение высокомолекулярных фракций белка к низкомолекулярным в 2010 году составило по сортам Раушан и Рахат – 3,1:1 (75,8 %:24,2 %), – Тмерхану 2,55:1 (71,8 %:28,2 %). Наибольшее количество гордеиновой фракции белка сорта формировали в 2010 году, которая составляла у сорта Раушан – 51,8 %, Рахат – 49,8 %, Тимерхан – 46,8 %. Содержание альбуминов в этом году в среднем находилось на уровне 17,4 %, глобулинов – 6,8 % с небольшими различиями по сортам.

Соотношение высокомолекулярных белков в зерне к низкомолекулярным белкам в 2011 г. составило в среднем по сортам 1,78:1(64,0 %:36,0 %) и было самым наименьшим за три года исследований. Это произошло из-за увеличения доли альбуминов сортов Раушан на 6,9 %, Рахат – на 1,5 % и Тимерхан на 4,1% , а так же глобулинов сортов Раушан на 11,2 % и Тимерхан на 2,0 % , в сравнении в среднем с 2010 и 2012 годами и снижения содержания гордеинов, по сравнению с 2010 г., на 12,4 %.

В 2012 году соотношение низкомолекулярных белков к высокомолекулярным находилось на уровне 1:2 (32,6:67,4 %). При этом доля альбуминов уменьшилась с 21,9 % в 2011 г. до 18,1 %, а содержание глобулинов осталось на уровне прошедшего года. Количество гордеинов в 2012 году было сформировано больше у сортов Раушан и Рахат на 4,9 %, чем в 2011 году.

Выводы. Исследования, проведенные с 3 сортами ячменя, показали, что фракционный состав белка в их зерне практически идентичен и характеризуется повышенным содержанием гордеинов, которые преобладают над более полноценными альбуминами и глобулинами. Соотношение белковых фракций в зерне изученных сортов больше зависит от метеорологических условий года, чем от сорта. Увеличение общего количества белков в зерне сопровождается снижением содержания низкомолекулярных белков, в результате фракция высокомолекулярных белков в них увеличивается, в основном, за счет повышения белков гордеина. За 3 года исследований соотношение количества низкомолекулярных (альбумины и глобулины) и высокомолекулярных (гордеины и глютелины) белков находилось на уровне 1:2,2, в том числе на гордеины приходилось 43,4 %, глютелины – 25,2 %, альбумины – 19,1 %, глобулины – 12,0 %. В засушливых условиях, когда содержание белка в зерне составляет 17,7 %, количественное содержание низкомолекулярных белков в зерне (альбуминов и глобулинов) было наименьшим за все годы исследований, соотношение их к гордеинам и глютелинам составило 1:3. Полученные результаты по формированию белковых фракций зерна в сортах ячменя и соотношению высокомолекулярных и

низкомолекулярных белков от общего количества фракций белка, представляют интерес в селекции на качество крупяного, кормового и пивоваренного использования ячменя.

Литература

1. Беркутова Н. С. Методы оценки и формирование качества зерна // Москва, Росагропромиздат, 1991. – 206 с.
2. Глуховцев В. В. Особенности накопления белка в зерне ярового ячменя // Агро XXI. – 2003. – № 1-6. – С. 95-96.
3. Иванов Н.Н. Биохимическая характеристика ячменей СССР. М. 1935.
4. Рядчиков В.Г. Улучшение зерновых белков и их оценка. – М.: Колос, 1978. –368 с.
5. Глуховцев В.В., Кириченко В.Г., Зудилин С.Н. Практикум по основам научных исследований в агрономии. – М. Колос, 2006.
6. Гриб О.М., Гераскин А.С. Влияние экологических факторов на изменчивость содержания и сбора белка у сортов ячменя // Пути повышения урожайности полевых культур. Минск: Урожай, 1983, вып. 14. С. 21-25.
7. Трофимовская А.Я. Ячмень. – Л., 1972. – 295 с.
8. Починок Х.Н. Методы биохимического исследования растений. – Киев, 1976. – 297 с.

GRAIN PROTEIN FRACTIONS OF BARLEY VARIETIES GROWN IN TATARSTAN

I. S. Ganieva, V. I. Blokhin, G. V. Vildanova, M. A. Lanochkina
FGBNU «TATAR RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE»

E-mail: tatniva.ru

Abstract: *The results of studies carried out in 2010-2012 on the formation of protein fractions (albumins, globulins, hordeins, glutelins) of grains of leading varieties of spring barley Raushan, Rahat and Timerhan cultivated in Tatarstan are presented. Based on the results of the studied varieties of barley it was found that the fractional composition of protein in grain is defined both the varietal, and weather conditions. It is established that the Rahat variety had the fairly constant albumin content by year and it amounted in 2010 to 15,5 % in 2011 to 17,6 % and in 2012 to 16,7 % from the total content of protein fractions. In the varieties Raushan and Timerhan their number was higher and varied in 2010 between 17,3 and 19,3 %, in 2011 – 25,0 and 23,0 %, and in 2012 – 19,0 and 18,5 % of the total number of protein fractions. Over the study years the number of globulins in the varieties Raushan (13,3 %) and Timerhan (12,7 %) was higher by 2,4 and 1,8 %, respectively, than in the Rahat variety (10,9 % of the total number of protein fractions).*

High molecular weight proteins in the varieties' grain made 68,6 % of the total number of protein fractions, while low molecular weight proteins made 31,4 %, where hordein dominated over the glutelins – 43,4 % versa 25,2 %. Thus, in Raushan variety hordein fraction amounted in 2010 to 51,8 %, in 2011 to 32,6 % and in 2012 to 37,5 % of the total protein. Varieties Rahat and Timerhan had hordein in grain 49,8 % and 46,8 % in 2010, 42,4 % and 44,0 % in 2011, 47,3 % and 38,3 % in 2012, respectively. The remainder was presented by glutelins (25.2%) with a variation on varieties from 19.0 to 29,0 % of the total protein content.

The content of glutelin fraction in the grain of Raushan variety was more stable: in 2010 – 24,0 %, in 2011 – 25,0 %, in 2012 – 28,0%, than varieties Rahat and Timerhan: in 2010 – 26,0 % and 25,0 %, in 2011 – 29,0 and 19,0 %, in 2012 – 23,0 % and 28,0 %, respectively.

The highest content of fractions of high molecular weight proteins from the total protein content in grain was recorded in 2010 in varieties Raushan and Rahat 75,8 %, and Timerhan 71,8 %, that was higher than in 2011 in varieties Raushan (57,6 %) 18,2 %, Rahat (71,4 %) 4,4 % and Timerhan (63,0 %) by 8,8 %. Fractions of low molecular weight proteins of the total protein content averaged by varieties 31,4 %. The highest content of low molecular weight protein fractions were accumulated in 2011: Raushan (42.4 %) and Timerhan (37,0 %) and in 2012 Rahat (29,7 %). The obtained results on the formation of protein fractions in barley grain and the ratio of high and low molecular weight proteins from total fractions of protein are of interest in breeding for quality and their practical use in the directions. The ratio of low molecular weight protein fractions to high molecular weight proteins, which is 1:2,64 (27,5 %:72,5 %) in malting variety Rahat, 1:1,2 (33,0 %:67,0 %) in forage variety Timerhan and 1:1,97 (33,7 %:66,3 %) in cereal variety Raushan, shows that they can be used for the intended purpose.

Keywords: spring barley, variety, protein, protein fractions, grain, quality.