

АКТИВАЦИЯ ФЕРМЕНТНЫХ СИСТЕМ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ УВЛАЖНЕНИЕМ И ПОДСУШИВАНИЕМ

Витол И.С., канд. биол. наук, Герасина А.Ю.

«Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки» – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Российская Федерация, г. Москва

Аннотация. Показано, что амилазы в зерне тритикале распределены неравномерно: в зародыше сосредоточена основная часть ферментов – их активность в 2,2-3,4 раз превосходит активность в целом зерне. Установлено, что в отличие от нейтральных протеаз активность которых изменяется уже при увеличении влажности на 2-3 %, активность амилаз начинает увеличиваться только при влажности выше 28 %, оставаясь до этого стабильной на исходном уровне. В целой зерновке она увеличивается на 15-25 % с влажности 27,5 % до 30 %. В зародыше она превосходит исходную в 4,0...4,5 раз. В зерновке без зародыша активность амилаз при влажности 30 % возрастает незначительно на 6-8 %. Подсушивание сопровождается снижением активности амилаз, но остается более высокой (на 15 %) по сравнению с зерном исходной влажности.

Ключевые слова. Зерно тритикале, увлажнение, подсушивание, активность амилаз.

ACTIVATION OF ENZYME GRAIN TRITITICAL SYSTEMS BY MOISTENING AND DRYING

Vitol I.S., Cand. Sc. (Biol.), Gerasina A.Yu.

All-Russian Scientific Research Institute for Grain and Products of its Processing –
branch of FSBSI «V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems»
of RAS, Russian Federation, Moscow

Abstract. It was shown that amylases in triticale grains are unevenly distributed: the main part of enzymes is concentrated in the embryo - their activity is 5.2-6.5 times greater than the activity in the whole grain. It was established that, in contrast to neutral proteases, whose activity changes already with an increase in moisture content by 2-3 %, amylase activity begins to increase only at a humidity higher than 28 %, remaining still stable at the initial level. In the whole weevil, it increases by 15-25 % from a moisture content of 28 % to 30 %. In the embryo, it exceeds the original by 4.0 ... 4.5 times. In the kernel without an embryo, the activity of amylases at a humidity of 30% increases slightly by 6-8 %. Under-drying is accompanied by a decrease in the activity of amylases, but remains higher (by 10-20 %) compared with the grain of the initial moisture content.

Keywords. triticale grain, moisturizing, drying, amylase activity.

Тритикале – это первая зерновая культура, полученная скрещиванием пшеницы (*Triticum*) с рожью (*Secale*), обладающая высоким биологическим потенциалом и пищевой ценностью. Биопотенциал зерна тритикале, как и всех сельскохозяйственных культур зависит от сортовых особенностей (генотипа) и условий выращивания (фенотипа). Пищевая ценность связана с высоким со-

держанием белка, незаменимых аминокислот, а также сбалансированностью аминокислотного состава. Биологическая ценность зерна тритикале обусловлена преобладанием водо- и солерастворимых фракций над нерастворимыми фракциями белка и, как следствие, более высокой степенью усвоения белков тритикале по сравнению с пшеницей, а также наличием витаминов, макро- и микроэлементов [7, 8]. Использование тритикале, как продовольственной культуры, в нашей стране остается до сих пор крайне ограниченным, тем не менее, это интересное, перспективное направление расширения сырьевой базы и ассортимента выпускаемой продукции для перерабатывающих отраслей пищевой индустрии [2, 4, 5, 8].

Качество зернового сырья определяется не только его химическим составом, но и состоянием ферментного комплекса. Известно, что повышение влажности зерна сопровождается интенсивным нарастанием активности ферментов. Зерно выходит из состояния покоя, в нем получают развитие пусковые механизмы прорастания.

Прорастание семян – сложный биологический процесс, включающий комплекс морфологических, физиологических и биохимических изменений зародыша, в результате которых зародыш превращается в активно растущий и развивающийся организм. До сих пор нет полной ясности в том, какие молекулярные процессы и в какой последовательности должны произойти, чтобы началось и успешно завершилось прорастание [6]. Глубина развития этих процессов зависит, прежде всего, от количества поглощенной воды. Дальнейшее подсушивание зерна приводит к снижению его физиологической активности, при этом ферментные системы не возвращаются в исходное состояние. Изучение важнейших ферментных систем зерна при увлажнении и подсушивании имеет большое значение не только для оценки семенных достоинств зерна, но и оценки его технологических показателей.

В качестве объекта исследования использовали зерно тритикале сорта Тимирязевская-150, урожая 2016, 2017 годов, предоставленное Селекционной станцией им. П.И. Лисицина РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Для изучения изменения ферментативной активности в зерне на разных этапах увлажнения и подсушивания, опытные образцы готовили по следующей схеме: навески зерна по 10 г увлажняли до влажности 15, 18, 20, 22, 25, 28 и 30 % путем добавления расчетного количества воды. Отволаживание проводили в течение одних суток в плотно закрытых сосудах. Подсушивание осуществляли в тонком слое на фильтровальной бумаге при комнатной температуре в течение одних суток.

Содержание водорастворимого белка проводили по методу Лоури. Определение активности протеаз модифицированным методом Ансона, амилазы – колориметрическим методом А.П. Рухлядьевой и М.Г. Горячевой [9].

Изучение изменения активности нейтральных протеиназ при увлажнении и подсушивании показало, что для целого зерна характерно последовательное нарастание активности нейтральных протеиназ, при влажности 30 % она выше исходной на 60...80 %. В зародыше активность ферментов быстро нарастает и при влажности 20 % достигает максимума, увеличиваясь 1,5...2,0 раза. Дальнейшее увлажнение приводит к снижению активности нейтральных протеаз в

зародыше. В зерновке без зародыша активность нейтральных протеиназ медленно нарастает в период увлажнения до влажности 20 %, после которой наблюдается более интенсивный рост протеолитической активности. При влажности 30 % протеолитическая активность составляет 118 % и 120 % соответственно для зерна тритикале урожая 2016 и 2017 годов [1, 3].

Исследования по распределению активности амилаз в исследуемых образцах тритикале показали, что наибольшая активность амилаз наблюдается в зародыше, она в 2,0...3,5 раза выше активности целого зерна (0,35 и 0,42 ед. АС против 0,76 и 1,42 ед. АС соответственно) (таблица).

Таблица

Распределение амилаз по анатомическим частям зерновки

Образец	Часть зерновки	Активность амилаз	
		ед. АС	% от целого зерна
Тимирязевская-150, урожай 2016 г.	целое зерно	0,35	100
	зародыш	0,76	217
	зерновка без зародыша	0,30	86
Тимирязевская-150, урожай 2017 г.	целое зерно	0,42	100
	зародыш	1,42	338
	зерновка без зародыша	0,37	88

В отличие от нейтральных протеаз активность которых изменяется уже при увеличении влажности на 2-3 %, активность амилаз начинает увеличиваться только при влажности выше 27,5 %, оставаясь до этого стабильной на исходном уровне.

В целой зерновке активность амилаз увеличивается на 15-25 % с влажности 27,5 % до 30 % (рисунок 1).

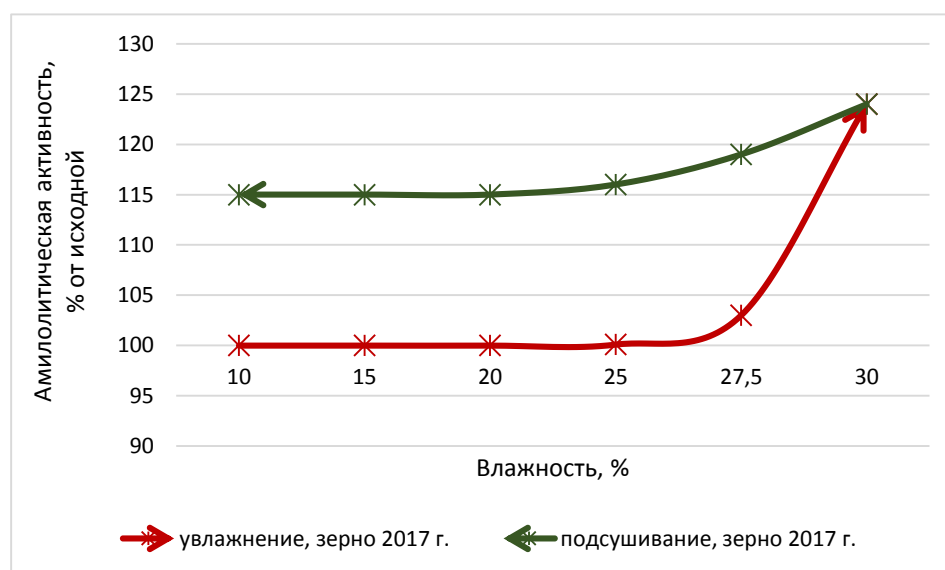


Рисунок 1. Изменение активности амилаз целой зерновки тритикале сорта Тимирязевская-150 (урожай 2017 г.) при увлажнении и подсушивании

Особенно интенсивно активность амилаз изменяется в зародыше. Установлено, что она превосходит исходную в 4,0...4,5 раза (рисунок 2).



Рисунок 2. Изменение активности амилаз зародыша зерна тритикале сорта Тимирязевская-150 (урожай 2017 г.) при увлажнении и подсушивании

Изменение амилолитической активности зерновки без зародыша незначительно и составляет 6-8 % при влажности 30 % (рисунок 3).

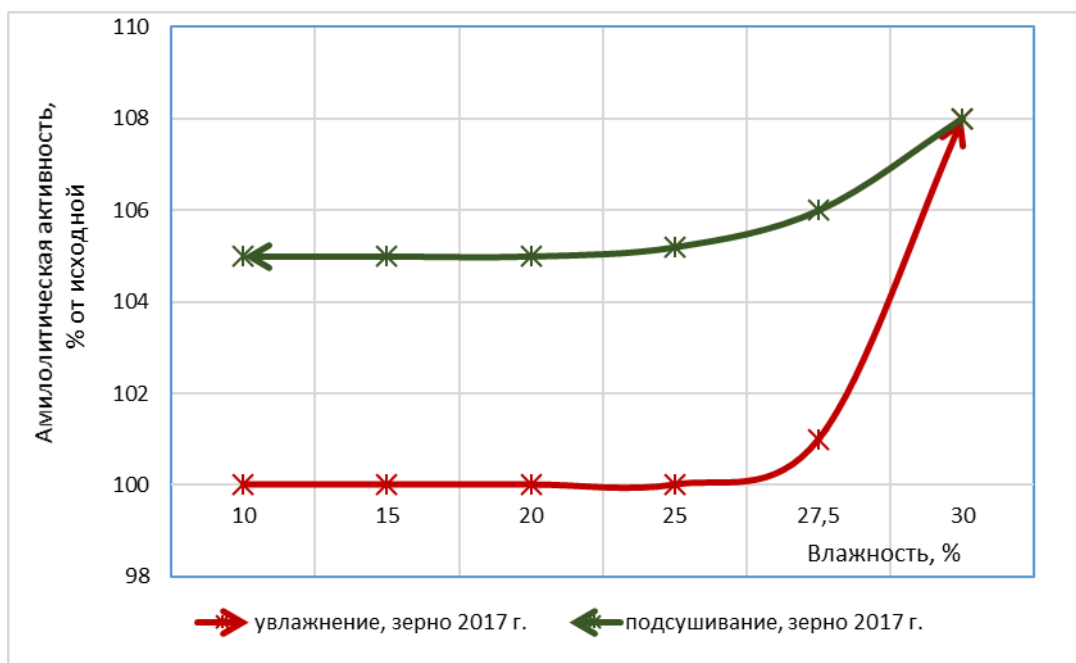


Рисунок 3. Изменение активности амилаз зерновки без зародыша тритикале сорта Тимирязевская-150 (урожай 2017 г.) при увлажнении и подсушивании

Подсушивание сопровождается снижением активности амилаз, но остается более высокой (на 2,5-15 %) по сравнению с зерном исходной влажности для

зерновки без зародыша и целого зерна соответственно. В зародыше активность амилаз превосходит исходную в 2,2 раза.

Таким образом, зерно тритикале, прошедшее увлажнение и подсушивание, существенно отличается от исходного зерна, как по активности протеолитических ферментов, так и по активности амилаз от исходного зерна той же влажности. Полученные данные позволят направленно воздействовать на биологические системы зерна, получать зерно с более высоким, по сравнению с исходным, уровнем активности различных ферментных систем. Активированное таким образом зерно тритикале может служить сырьем для получения продуктов (разные типы муки и крупы) с заданными свойствами.

Литература

1. Витол И.С., Герасина А.Ю. Протеолитические ферменты зерна тритикале, прошедшие увлажнение и подсушивание // Аграрный научный журнал. 2018. № 10. С. 16-19.
2. Витол И.С., Герасина А.Ю., Панкратьева И.А., Политуха О.В. Технологические и биохимические показатели в оценке качества зерна тритикале сорта Тимирязевская 150 // Вестник Алтайского государственного университета. 2017. № 8 (154). С. 43-48.
3. Витол И.С., Мелешкина Е.П. Протеолитические ферменты и их белковые ингибиторы из зерна тритикале // Хранение и переработка сельхозсырья. 2018. № 3. С. 35-46.
4. Кобелев К.В., Бойков А.В., Грибкова И.Н., Селина И.В., Созинова М.С., М.А. Зенина М.А., Селина И.В. Производство солода из тритикале для напитков брожения // Пиво и напитки. 2014. № 5. С. 36-39.
5. Кобелев К.В., Гернет М.В., Грибкова И.Н., Бойков А.В. Свойства тритикале и перспективы ее использования в бродильных напитках // Хранение и переработка сельхозсырья. 2013. № 5. С. 51-53.
6. Козьмина Н.П. Биохимия зерна и продуктов его переработки. М.: Колос, 1976. 375 с.
7. Мелешкина Е.П., Панкратов Г.Н., Кандроков Р.Х., Витол И.С., Туляков Д.Г. Технологические и биохимические показатели как составляющие качества муки тритикале // Контроль качества продукции. 2017. № 2. С. 38-44.
8. Мелешкина Е.П., Панкратов Г.Н., Панкратьева И.А., Чиркова Л.В., Кандроков Р.Х., Витол И.С., Игорянова Н.А., Политуха О.В., Туляков Д.Г. Тритикале (технологии переработки). Монография /под ред. Е.П. Мелешкиной. М.: Изд-во ФЛИНТА, 2018. 188 с.
9. Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А., Колпакова В.В., Витол И.С., Кобелева И.Б. Пищевая химия. Лабораторный практикум. СПб.: ГИОРД, 2006. 304 с.