

ФЕРМЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ПРИ УВЛАЖНЕНИИ И ПОДСУШИВАНИИ

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

ВНИИЗ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН,
г. Москва

Аннотация. Исследована последовательность включения ферментных систем при развитии пусковых механизмов прорастания при увлажнении зерна тритикале. Быстрое нарастание активности протеаз и липоксигеназы происходит при увлажнении сухого зерна на 3-4%, активация амилаз на более поздних этапах при влажности выше 28%. Зерно, прошедшее увлажнение и подсушивание, характеризуется более высокой активностью ферментных систем, чем исходное зерно.

Тритикале – новый вид хлебных злаков, обладающий высоким биологическим потенциалом и пищевой ценностью. 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, что подтверждается повышенным интересом к данной культуре, как со стороны исследователей, так и со стороны производителей пищевых продуктов [1,2,3,4].

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. 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. Лисицына РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Оценка технологических показателей качества [3] проводили в соответствии с действующими ГОСТами, принятыми в отрасли. Содержание водорастворимого белка проводили по методу Лоури. Определение активности протеаз модифицированным методом Ансона, амилазы – колориметрическим методом А.П. Рухлядьевой и М.Г. Горячевой, липоксигеназу – методом Г.Г. Дубцова и М.П. Попова [5].

В ранее проводимых работах во Всероссийском НИИ зерна и продуктов его переработки по изучению протеолитических ферментов зерна тритикале, было показано наличие трех типов протеиназ, кислые протеиназы с оптимальным рН 3,5; нейтральные – рН 6,5; щелочные – рН 9,5 [7]. Сорт Тимирязевская-150 характеризуется тем, что активность нейтральных протеаз в 1,5-2,0 раза выше активности кислых протеиназ. Изучение распределения нейтральных протеиназ по анатомическим частям зерновки связано с трудностями отделения зародыша у зерна тритикале, в отличие от зерна пшеницы. Тем не менее полученные результаты позволяют судить о соотношении нейтральных протеиназ в зародыше и оставшейся части зерновки: в зародыше сосредоточена основная часть ферментов – их активность в 5,2-6,5 раз превосходит активность в целом зерне (таблица).

Таблица

Распределение нейтральных протеиназ по анатомическим частям зерновки

Образец зерна тритикале, сорт	Часть зерновки	Активность нейтральных протеиназ	
		Удельная активность, ΔA_{280} /мг белка	% от целого зерна
Тимирязевская-150, урожай 2016 г.	целое зерно	0,30	100
	зародыш	1,56	520
	зерновка без зародыша	0,21	70
Тимирязевская-150, урожай 2017 г.	целое зерно	0,62	100
	зародыш	4,03	650
	зерновка без зародыша	0,49	79

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% (рисунок).



Рисунок Изменение активности нейтральных протеиназ при увлажнении и подсушивании

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 гг.

Подсушивание увлажненного зерна сопровождается снижением активности нейтральных протеиназ для всех исследуемых образцов, но остается более высокой по сравнению с зерном исходной влажности. У образцов целого зерна тритикале после увлажнения и подсушивания активность нейтральных протеиназ выше исходной на 15% (урожай 2016 г.) и на 25% (урожай 2017 г.).

Активность нейтральных протеаз, извлекаемых из зародыша зерна, после увлажнения и подсушивания на 35% выше, чем у зародыша исходного зерна.

В зерновке без зародыша также происходит снижение протеолитической активности, при этом разница между активностью нейтральных протеиназ исходного зерна и прошедшего увлажнение и подсушивание минимальная. У этих образцов она выше исходной на 4...9%.

Активность амилаз зерна и муки – еще одна важная технологическая и биохимическая характеристика, которая определяет наряду с другими показателями хлебопекарные достоинства муки. Показатель числа падения (ЧП), косвенно характеризующий амилитическую активность зерна тритикале урожая 2015 г. – 133 с, для зерна тритикале урожая 2016 г. – 96 с. При этом активность амилаз зародыша в 3,0-3,5 раз превосходит их активность в целом зерне. Липоксигеназа – один из факторов, влияющий на хлебопекарные качества зерна и муки. Активность растворимой фракции липоксигеназы в зародыше исследуемых образцов зерна тритикале превосходит в 5,6-6,9 раз ее активность в целом зерне.

Изучение последовательности включения нейтральных протеаз, амилаз и липоксигеназы при развитии пусковых механизмов прорастания показало, что увлажнение зерна на 3-4% сопровождается быстрым нарастанием активности нейтральных протеаз и липоксигеназы зародыша. Активация амилаз происходит на более поздних этапах развития ростовых процессов при влажности выше 28%.

Показано, что зерно прошедшее увлажнение и подсушивание характеризуется более высокой активностью ферментных систем. Активность нейтральных протеаз, липоксигеназы и амилаз в зерне, прошедшем увлажнение и подсушивание на 15-25% превышает их активность в исходном зерне той же влажности, в зародыше – на 20-45% (протеазы, липоксигеназа) и в 2,0-2,5 раза (амилазы).

Полученные данные позволяют направленно воздействовать на биологические системы зерна, получать зерно с более высоким, по сравнению с исходным, уровнем активности различных ферментных систем (так называемое

“биоактивированное зерно”) с целью его использования в технологиях переработки зерна (мука, крупа) и получения продуктов с определенными свойствами.

Литература

1. Thomas T.M., Triticale – a new cereal / T.M. Thomas [Text] // Farm Food Research. – 1984. – V. 15. – № 5. – P. 191.
2. Мелешкина, Е.П. Технологические и биохимические показатели как составляющие качества муки тритикале [Текст] / Е.П. Мелешкина, Г.Н. Панкратов, Р.Х. Кандроков, И.С. Витол, Д.Г. Туляков // Контроль качества продукции. – 2017. – № 2. – С. 38-44.
3. Панкратов, Г.Н. Технологические свойства новых сортов тритикалевой муки [Текст] / Г.Н. Панкратов, Е.П. Мелешкина, Р.Х. Кандроков, И.С. Витол // Хлебопродукты. – 2016. – № 1. – С. 60-62.
4. Витол, И.С. Биохимическая характеристика новых сортов тритикалевой муки [Текст] / И.С.Витол, Е.П. Мелешкина, Р.Х. Кандроков, И.А. Верезникова, Г.П. Карпиленко // Хлебопродукты. – 2016. – № 2. – С. 42-44.
5. Витол, И.С. Технологические и биохимические показатели в оценке качества зерна тритикале сорта Тимирязевская 150 [Текст] / И.С Витол, А.Ю. Герасина, И.А. Панкратьева, О.В. Политуха // Вестник Алтайского государственного университета. – 2017. – № 8 (154). – С. 43-48.
6. Нечаев, А.П. Пищевая химия. Лабораторный практикум [Текст] / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова, В.В. Колпакова, И.С. Витол, И.Б. Кобелева. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 304 с.
7. Витол, И.С. Белково-протеиназный комплекс зерна тритикале [Текст] / И.С. Витол, Г.П. Карпиленко, Р.Х. Кандроков Р.Х., А.А. Стариченков, А.И. Коваль, Н.С. Жильцова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – № 8. – С. 36-39.