

Key words: brown algae, functional product, iodine in food, soy sauce, fermentation

УДК 664.641

ОЦЕНКА АКТИВНОСТИ АЛЬФА-АМИЛАЗЫ В ПОКОЯЩЕМСЯ И ПРОРАСТАЮЩЕМ ЗЕРНЕ ПШЕНИЦЫ

Хакимжанов Айдар Атымтаевич, канд. биол. наук, заведующий лабораторией «Биохимия зерновых культур», Институт молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина, Алматинский технологический университет, e-mail: a.khakimzhanov@mail.ru

Шаншарова Динара Айтпаевна, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Технология хлебопродуктов и перерабатывающих производств», Алматинский технологический университет, e-mail: dinara.shansharova@mail.ru

Абайлдаев Асет Оразалинович, магистрант, научный сотрудник лаборатории «Биохимия зерновых культур», Институт молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина, Алматинский технологический университет, e-mail: asetbionano@mail.ru

Нургожина Жулдыз Канатовна, магистрант, старший преподаватель кафедры «Технология хлебопродуктов и перерабатывающих производств», Алматинский технологический университет, e-mail: juldyz_900@mail.ru

АО «Алматинский технологический университет»,
Казахстан, Алматы, e-mail: info@atu.edu.kz

Аннотация. Активность α -амилазы в прорастающем зерне служит показателем семенного качества, таких как всхожесть и энергия прорастания. Полученные в работе данные имеют научную и практическую значимость, т.к. уровень амилазной активности покоящегося зерна является важной характеристикой сорта или партий товарного зерна пшеницы, влияющей на хлебопекарные свойства муки, а также нежелательное преждевременное прорастание.

Ключевые слова: α -амилаза, прорастающее зерно, сорта пшеницы, активность фермента.

Актуальность. Альфа-амилаза имеет важное биологическое значение для зерна злаковых культур, являясь ключевым ферментом гидролиза крахмала при прорастании [1,2]. Выявление сортов и линий пшеницы с низким и повышенным содержанием α -амилазы весьма актуально для сельского хозяйства и зерноперерабатывающей промышленности, т.к. это позволяет установить целесообразность использования того или иного сорта в селекционной работе

при выведении и отборе устойчивых к предуборочному прорастанию (прорастанию на корню в колосе) сортов пшеницы, а также в промышленной переработке товарного зерна (хлебопечение). Цель работы – определить сорта с высокими, низкими и средними значениями активности фермента в зерне. Задачи - проанализировать двадцать семь сортов мягкой яровой пшеницы по активности фермента α -амилазы в покоящемся и прорастающем зерне.

Объекты и методы исследования. Объекты исследования: зерна 27 сортов пшеницы, полученных из коллекции научно-производственного центра зернового хозяйства им. А.И. Бараева, Шортанды, Акмолинская область, Республика Казахстан.

Выделение α -амилазы: от предварительно промытых дистиллированной водой и 5% раствором перекиси водорода проростков отделяли ростки и корни. Зерно измельчали в гомогенизаторе при соотношении материала и экстрагента 20 мМ раствором CaCl_2 1:5. Гомогенат настаивали при температуре +4°C в течение 2 ч и центрифугировали при 10000 г 15 мин. Для выделения амилазы из покоящегося зерна материал размалывали в лабораторной мельнице. Муку смешивали с 0,1 М Na-ацетатным буфером pH 5,0 в соотношении 1:3, настаивали 2 ч при +4°C и центрифугировали при 10000 г 15 мин. Полученные экстракты хранили при +4°C до использования [3].

Определение амилазной активности I_2 -крахмал методом:

Контрольная реакционная смесь содержала 0,3 мл воды, 0,1 мл 0,5М ацетатного буфера pH 5,0, 0,1 мл зернового экстракта, 0,5 мл 0,02 % растворимого картофельного крахмала (Sigma, США) в 0,05 М Na-ацетатном буфере pH 5,0, 0,8 мл 10 % уксусной кислоты и 0,2 мл 0,2 % I₂ в 2 % KI. Опытная реакционная смесь содержала все указанные выше компоненты за исключением кислоты. Инкубацию реакционной смеси проводили от 5 до 30 мин при 30°C. Реакцию останавливали добавлением 0,8 мл 10% уксусной кислоты и 0,2 мл 0,2 % I₂ в 2% KI. За единицу α -амилазной активности принимали разницу в оптической плотности между контролем и опытом при длине волны $\lambda=620$ нм в 1 мл реакционной смеси за 1 ч. Для инактивации и удаления β -амилазы зерновые экстракты прогревали в течение 15 мин при 70°C на водяной бане. Выпавшие на холоду в осадок белки, в т. ч. β -амилазу удаляли 10 мин центрифугированием при 8000 об./мин. Измерения ферментной активности проводились в трех повторях, данные таблиц представлены средними арифметическими значениями и их стандартными отклонениями.

Результаты и их обсуждение. Определение активности α -амилазы в покоящемся и прорастающем зерне различных сортов пшеницы. В работе были проанализированы двадцать семь сортов мягкой яровой пшеницы на содержание α -амилазы в зерне. Из приведенных данных (таблица 1) видно, что между сортами имелись существенные различия по активности фермента. В группу с высокими значениями активности входили сорта пшеницы Milt 490, Казахстанская раннеспелая, Казахстанская 25, Эритроспермума (оба сорта), Казахстанская 10 и Казахстанская 25. Группу с низкими значениями составляли сорта Скарлет, Spintow, Женис, Саратовская 29, Кайыр, Алмакен и Асем. Остальные сорта занимали промежуточное положение.

Уровень активности α -амилазы в пророщенном 4 дня зерне многократно выше, чем в покое. Высокая активность фермента наблюдалась для сортов пшеницы Лютесценс 32, Лютесценс157, Лютесценс 90, Лютесценс259 и Эритроспермум 896. Группа со средними значениями активности включала сорта Казахстанская 17, Казахстанская 25, Казахстанская 15, Казахстанская раннеспелая, Лютесценс 331, Spintow и Скарлет.

Таблица 1

Активность α -амилазы в покое и прорастающем (4 суток)
зерне различных сортов пшеницы

№ п/п	Сорта пшеницы	Активность α -амилазы, единицы/ мл / час (покоящееся зерно)	Активность α -амилазы, единицы/ мл / час, (проростающее зерно)
1	Лютесценс 32	437 ± 15	393000 ± 16899
2	Лютесценс 157	475 ± 22	342000 ± 13680
3	Лютесценс 90	402 ± 17	310800 ± 11810
4	Лютесценс 259	312 ± 12	300600 ± 13226
5	Эритроспермум 896	990 ± 34	287520 ± 1500
6	Асем	275 ± 13	185700 ± 2828
7	Скарлет	205 ± 10	178950 ± 6264
8	Лютесценс 331	308 ± 15	167750 ± 7046
9	Spintow	250 ± 9	162900 ± 5213
10	Казахстанская раннеспелая	1095 ± 46	148320 ± 5043
11	Казахстанская 15	690 ± 26	141960 ± 4968
12	Казахстанская 25	1010 ± 40	129600 ± 5443
13	Казахстанская 17	475 ± 19	127440 ± 5352
14	Кайыр	280 ± 13	93000 ± 3813
15	Казахстанская 19	975 ± 34	92880 ± 3437
16	Женис	270 ± 14	89020 ± 3293
17	Лютесценс 314	565 ± 24	84000 ± 3108
18	Ильинская	700 ± 32	79050 ± 2372
19	Арай	355 ± 18	76800 ± 3072
20	Milt 490	1140 ± 57	75900 ± 2808
21	Алмакен	576 ± 26	69750 ± 2372
22	Лютесценс 70	503 ± 20	69900 ± 2796
23	Биотех	415 ± 20	69000 ± 3105
24	Эритроспермум 219	1075 ± 47	65580 ± 3017
25	Казахстанская 10	920 ± 38	60240 ± 2530
26	Саратовская 29	275 ± 14	54750 ± 1862
27	Казахстанская 4	295 ± 13	35400 ± 1451

Увеличение уровня α -амилазы между состоянием покоя и 4-х суточным проращиванием у Эритроспермумов колебались от 60 кратного (Эритроспермум 219) до 290 кратного возрастания активности фермента (Эритроспермум 896). Для сортов группы Лютесценс характерен высокий уровень синтеза фермента в процессе прорастания. Наблюдалось изменение α -амилазы от 120 кратного

(Лютесценс 70), до 960 кратного увеличения активности между состоянием покоя и 4-мя сутками проращиванием (Лютесценс 259).

Анализ данных также позволяет заключить, что группа сортов пшеницы Казахстанская имела наиболее высокие активности α -амилазы в покоящемся зерне, а при прорастании зерна высоким уровнем активности фермента отличалась группа сортов Лютесценс. Следует сказать, что слишком низкая и слишком высокая амилазная активность в покоящемся зерне отрицательно влияет на хлебопекарное качество муки и конечного продукта – выпекаемого хлеба. Тогда как, уровень активности α -амилазы при прорастании имеет большое значение для характеристики семенного потенциала – всхожести и энергии прорастания семени. В ряде исследований установлена прямая связь между активностью α -амилазы и ростовыми характеристиками проростка (длина стебля и корней).

В отличие от сортов Казахстанская и Лютесценс третья группа сортов (таблица 1) была очень разнородной по α -амилазной активности - от 67 кратного увеличения активности (Milt 490) до 873 кратного увеличения активности между состоянием покоя и 4-х дневным проращиванием (Скарлет). Для большинства сортов этой группы пшеницы характерны невысокие значения ферментной активности, как в покоящихся, так и в прорастающих зернах. Что касается измерений α -амилазы в прорастающем зерне, то существенный разброс в активности фермента (от 35400 ед. акт. у сорта Казахстанская 4 и до 393000 ед. акт. для сорта Лютесценс 32) может быть обусловлен сроком и условиями хранения зерна, но прежде всего генетическими особенностями самого сорта.

Таким образом, сорта Казахстанской селекции отличались высокой α -амилазной активностью в состоянии покоя зерна и сравнительно не высокой способностью к синтезу α -амилазы при проращивании. Группа сортов Лютесценс характеризовалась относительно низким уровнем α -амилазы покоящегося семени, но самым высоким потенциалом синтеза фермента при прорастании. Третья группа сортов была крайне разнородна по всем показателям. Эта группа включала как сорта местной селекции, так и зарубежной.

Выводы.

1. Определена активность α -амилазы в покоящемся и прорастающем зерне 27 сортов пшеницы;
2. Установлены особенности в содержании амилазной активности в зерне исследованных сортов пшеницы.

Полученные в работе данные имеют как научную, так и практическую значимость, т.к. уровень амилазной активности покоящегося зерна является важной характеристикой сорта пшеницы, влияющей на хлебопекарные свойства муки, а также на нежелательное преждевременное прорастание. Активность α -амилазы в прорастающем зерне служит показателем качества семян, таких как всхожесть и энергия прорастания. Полученные результаты выявили сорта с низкой, средней и высокой амилазной активностью, важных для посевного качества семян и хлебопекарных свойств муки.

Библиографический список

1. Stanley D., Farnden K., MacRae E. Plant α -amylases: functions and roles in carbohydrate metabolism // *Biologia*, Bratislava. 2015. – Vol. 60, 16. - P. 65-71.
2. Firn R.D. On the secretion of α -amylase by barley aleurone layers after incubation in gibberellic acid // *Planta*. - 2017. – Vol. 125, 3. – P. 227–233.
3. Gubler F., Millar A., Jacobsen J. Dormancy release, ABA and pre-harvest sprouting // *Current Opinion Plant Biol.* – 2016. – Vol. 8. – P. 183-187.
4. Gerjets T., Scholefield D., Foulkes M., R. Lenton J., Holdsworth M. An analysis of dormancy, ABA responsiveness, after-ripening and pre-harvest sprouting in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) caryopses // *J. Exp. Bot.*, 2018. - Vol. 61, 2. - P.597–607.
5. Патент № 2222808 С2 Российская Федерация, МПК G01N 33/02. Прибор для исследования структурно-механических свойств пищевых материалов : № 2001115809/13 : заявл. 08.06.2001 : опубл. 27.01.2004 / А. Н. Пирогов, Д. В. Доня ; заявитель Кемеровский технологический институт пищевой промышленности
6. Оптимизация рецептуры многокомпонентных продуктов методами теории подобия и пути ее практической реализации / А. Х. Х. Нугманов, Л. М. Титова, И. Ю. Алексанян, Е. В. Фоменко // *Техника и технология пищевых производств.* – 2015. – № 4(39). – С. 63-70
7. Изучение кинетических закономерностей и моделирование тепло- и массопереноса в процессе сушки джекфрута / И. Ю. Алексанян, Ю. А. Максименко, А. Х. Х. Нугманов, Т. С. Нгуен // *Хранение и переработка сельхозсырья.* – 2020. – № 1. – С. 8-22. – DOI 10.36107/spfp.2020.212.
8. Патент № 2496388 С1 Российская Федерация, МПК А23L 1/39, А23L 3/36. способ приготовления первых блюд : № 2012130819/13 : заявл. 18.07.2012 : опубл. 27.10.2013 / А. Х. Х. Нугманов, Л. М. Титова, И. Ю. Алексанян [и др.].
9. Алексанян, И. Ю. Моделирование процесса сушки дисперсного материала в кипящем слое / И. Ю. Алексанян, Л. М. Титова, А. Х. Х. Нугманов // *Техника и технология пищевых производств.* – 2014. – № 3(34). – С. 96-102

ASSESSMENT OF ALPHA-AMYLASE ACTIVITY IN RESTING AND GROWING WHEAT GRAINS

Khakimzhanov Aidar Atymtaevich, Ph.D. biol. Sciences, Head of the Laboratory “Biochemistry of Grain Crops”, Institute of Molecular Biology and Biochemistry named after. M.A. Aitkhozhina, Almaty Technological University, e-mail: a.khakimzhanov@mail.ru

Shansharova Dinara Aitpaevna, Doctor of Engineering. Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of “Technology of Bakery Products and Processing Industries”, Almaty Technological University, e-mail: dinara.shansharova@mail.ru

Abyldaev Aset Orazalinovich, master's student, researcher at the laboratory "Biochemistry of grain crops", Institute of Molecular Biology and Biochemistry named after. M.A. Aitkhozhina, Almaty Technological University,

e-mail: asetbionano@mail.ru

Nurgozhina Zhuldyz Kanatovna, master's student, senior lecturer of the department "Technology of bakery products and processing industries", Almaty Technological University, e-mail: juldyz_900@mail.ru

Almaty Technological University, Kazakhstan, Almaty, e-mail: info@atu.edu.kz

Annotation: *α -amylase activity in germinating grain serves as an indicator of seed quality, such as germination and germination vigor. The data obtained in the work have scientific and practical significance, because The level of amylase activity of dormant grain is an important characteristic of the variety or batches of commercial wheat grain, affecting the baking properties of flour, as well as undesirable premature germination.*

Key words: *α -amylase, germinating grain, wheat varieties, enzyme activity.*

УДК 658.5

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОМПОЗИЦИОННОЙ ПИЩЕВОЙ ПАСТЫ ИЗ ЯДЕР СЕМЯН МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

*Шарбекова Балнур Есенбеккызы, магистрант, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет - имени С. Сейфуллина»,
e-mail: balnur19@icloud.com*

*Алтайулы Сагымбек, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры
Технология пищевых и перерабатывающих производств, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет - имени С. Сейфуллина»
e-mail: sagimbek@mail.ru*

НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Республика Казахстан, Астана, e-mail: smagulova@kazatu.edu.kz

Аннотация: Данная статья рассматривает разработку новой технологии получения композиционной пищевой пасты из ядер семян масличных культур. Изучаются свойства и состав ядер семян масличных культур. Определяются наиболее подходящие семена масличных культур по свойствам и по содержанию нутриентов для получения композиционной пищевой пасты с высоким содержанием витаминов и высокой питательной ценностью.

Ключевые слова: разработка, технология, композиционная пищевая паста, ядра семян, масличные культуры

Актуальность: Инновационные технологии играют важную роль в