

ISSN 2518-1629 (Online),  
ISSN 2224-5308 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ  
Өсімдіктердің биологиясы және биотехнологиясы институтының

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
Института биологии и биотехнологии растений

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
of the Institute of Plant Biology and Biotechnology

**БИОЛОГИЯ ЖӘНЕ МЕДИЦИНА  
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ**

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ И МЕДИЦИНСКАЯ**



**SERIES**

**OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

**1 (319)**

**ҚАҢТАР – АҚПАН 2017 ж.  
ЯНВАРЬ – ФЕВРАЛЬ 2017 г.  
JANUARY – FEBRUARY 2017**

**1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА  
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963**

**ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ  
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД  
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR**

**АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK**

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі, м. ғ. д., проф.

**Ж. А. Арзықұлов**

Абжанов Архат проф. (Бостон, АҚШ),  
Абелев С.К. проф. (Мәскеу, Ресей),  
Айтқожина Н.А. проф., академик (Қазақстан)  
Акшулаков С.К. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
Алшынбаев М.К. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
Березин В.Э., проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
Бисенбаев А.К. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
Бишимбаева Н.К. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
Ботабекова Т.К. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
Ellenbogen Adrian prof. (Tel-Aviv, Israel),  
Жамбакин К.Ж. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан), бас ред. орынбасары  
Ishchenko Alexander, prof. (Villejuif, France)  
Қайдарова Д.Р. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
Күзденбаева Р.С. проф., академик (Қазақстан)  
Лось Д.А. prof. (Мәскеу, Ресей)  
Lunefeld Bruno prof. (Израиль)  
Миербеков Е.М. проф. (Қазақстан)  
Муминов Т.А. проф., академик (Қазақстан)  
Purton Saul prof. (London, UK)  
Рахыпбеков Т.К. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
Сапарбаев Мұрат проф. (Париж, Франция)  
Сарбассов Дос проф. (Хьюстон, АҚШ)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Биология және медициналық сериясы».

**ISSN 2518-1629 (Online),**

**ISSN 2224-5308 (Print)**

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.)

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде  
01.06.2006 ж. берілген №5546-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz) / [biological-medical.kz](http://biological-medical.kz)

---

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Г л а в н ы й р е д а к т о р  
академик НАН РК, д.м.н., проф.

**Ж. А. Арзыкулов**

**Абжанов Архат** проф. (Бостон, США),  
**Абелев С.К.** проф. (Москва, Россия),  
**Айтхожина Н.А.** проф., академик (Казахстан)  
**Акшулаков С.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Алчинбаев М.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Березин В.Э.**, проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Бисенбаев А.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Бишимбаева Н.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Ботабекова Т.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Ellenbogen Adrian** prof. (Tel-Aviv, Israel),  
**Жамбакин К.Ж.** проф., чл.-корр. (Казахстан), зам. гл. ред.  
**Ishchenko Alexander** prof. (Villejuif, France)  
**Кайдарова Д.Р.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Кузденбаева Р.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Лось Д.А.** prof. (Москва, Россия)  
**Lunenfeld Bruno** prof. (Израиль)  
**Миербеков Е.М.** проф. (Казахстан)  
**Муминов Т.А.** проф., академик (Казахстан)  
**Purton Saul** prof. (London, UK)  
**Рахыпбеков Т.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Сапарбаев Мурат** проф. (Париж, Франция)  
**Сарбассов Дос** проф. (Хьюстон, США)

«Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская».

**ISSN 2518-1629 (Online),**

**ISSN 2224-5308 (Print)**

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов  
Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5546-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18,  
[www.nauka-nanrk.kz/biological-medical.kz](http://www.nauka-nanrk.kz/biological-medical.kz)

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

academician of NAS RK, doctor of medical science, professor

**Zh. A. Arzykulov**

**Abzhanov Arkhat** prof. (Boston, USA),  
**Abelev S.K.** prof. (Moscow, Russia),  
**Aitkhozhina N.A.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Akshulakov S.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Alchinbayev M.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Berezin V.Ye.**, prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Bisenbayev A.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Bishimbayeva N.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Botabekova T.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Ellenbogen Adrian** prof. (Tel-Aviv, Israel),  
**Zhambakin K.Zh.** prof., corr. member. (Kazakhstan), deputy editor in chief  
**Ishchenko Alexander**, prof. (Villejuif, France)  
**Kaydarova D.R.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Kuzdenbayeva R.S.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Los D.A.** prof. (Moscow, Russia)  
**Lunefeld Bruno** prof. (Israel)  
**Miyerbekov Ye.M.** prof. (Kazakhstan)  
**Muminov T.A.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Purton Saul** prof. (London, UK)  
**Rakhypbekov T.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Saparbayev Murat** prof. (Paris, France)  
**Sarbassov Dos**, prof. (Houston, USA)

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of biology and medicine.**

**ISSN 2518-1629 (Online),**

**ISSN 2224-5308 (Print)**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5546-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/biological-medical.kz>

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 319 (2017), 174 – 179

**A. A. Khakimzhanov, B. Tilegen, N. S. Mamytova, D. A. Shansharova V. A. Kuzovlev**

M. A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, CS MES RK, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: a.khakimzhanov@mail.ru

### INHIBITION OF STARCH HYDROLYSIS BY $\alpha$ -AMYLASE FROM WHEAT GRAINS WITH CYCLODEXTRINS

**Abstract.** The effect of various cyclodextrins on binding  $\alpha$ -amylase to starch granules isolated from wheat grain and their hydrolysis were studied.  $\alpha$ -Cyclodextrin has the greatest ability to inhibit enzyme,  $\gamma$ -cyclodextrin characterized by low inhibitory capacity. Not revealed significant differences in the action of  $\beta$ -cyclodextrin on the activity of the two groups of the enzyme – Amy1 and Amy2. Among  $\alpha$ -amylases of germinating grains, the forms that do not capable to binding starch granules, as well as affinity sorbent  $\alpha$ -cyclodextrin-sepharose were detected. This implies a possible "blocked" binding site of part the enzyme with endogenous oligosaccharides.

**Keywords:** wheat,  $\alpha$ -amylase, cyclodextrins, starch granules, binding, hydrolysis.

УДК 577.29:581.19

**А. А. Хакимжанов, Б. Тилеген, Н. С. Мамытова, Д. А. Шаншарова, В. А. Кузовлев**

Институт молекулярной биологии и биохимии им. М. А. Айтхожина КН МОН РК, Алматы, Казахстан

### ИНГИБИРОВАНИЕ ГИДРОЛИЗА КРАХМАЛА $\alpha$ -АМИЛАЗОЙ ИЗ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ ЦИКЛОДЕКСТРИНАМИ

**Аннотация.** Исследовано действие различных циклодекстринов на связывание  $\alpha$ -амилазы крахмальными гранулами, выделенными из зерна пшеницы и их гидролиз. Наибольшей способностью к ингибированию фермента обладал  $\alpha$ -циклодекстрин,  $\gamma$ -циклодекстрин характеризовался низкой ингибиторной способностью. Не выявлено существенных различий в действии  $\beta$ -циклодекстрина на активность двух групп фермента – Ами1 и Ами2. В составе  $\alpha$ -амилазы прорастающей зерновки обнаружены формы, не способные связываться гранулами крахмала, а также аффинным сорбентом  $\alpha$ -циклодекстрин-сефарозой. Это предполагает возможную «забивку» центра связывания у части фермента эндогенными олигосахарами.

**Ключевые слова:** пшеница,  $\alpha$ -амилаза, циклодекстрины, крахмальные гранулы, связывание, гидролиз.

**Введение.**  $\alpha$ -Амилаза зерна злаковых весьма полиморфна и представлена двумя основными группами:  $\alpha$ -Ами1 с ИЭТ в районе 5,8 и  $\alpha$ -Ами2 с ИЭТ около 4,5. Изоферменты двух групп отличаются по степени аффинности к катионам кальция, чувствительности к рН и повышенной температуре [1]. В распаде крахмала принципиальную важность имеет  $\alpha$ -амилаза «прорастания» (Ами1), выполняющая роль ферментов первичной атаки нативных гранул. Повышенная активность  $\alpha$ -амилазы вследствие повреждения зерна предуборочным прорастанием значительно снижает качество муки и хлеба [2, 3]. В связи с этим исследование ингибиторов как естественных регуляторов зерновой  $\alpha$ -амилазы представляется весьма важным.

Среди углеводистых регуляторов активности  $\alpha$ -амилазы наиболее известны циклические декстрины (ЦД) микробного происхождения, а также синтетический олигосахарид акарбоза [4, 5]. Было показано, в том числе и в нашей лаборатории, что циклогексаамилоза ( $\alpha$ -циклодекстрин) и циклогептаамилоза ( $\beta$ -циклодекстрин) способны ингибировать сорбцию  $\alpha$ -амилазы из ряда

источников (рожь, тритикале, рис, кукуруза) с гранулированным (нативным) крахмалом путем блокирования или «забивки» дополнительного активного центра, ответственного за связывание фермента с субстратом [6,7,8]. Благодаря этим уникальным свойствам  $\alpha$ - и  $\beta$ -циклодекстрины нашли широкое применение в качестве эффективных аффинных лигандов для очистки многих амилолитических ферментов, в том числе  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилаз. К сожалению, в этих работах не уделялось внимания изучению специфичности действия циклодекстринов на различные изоформы зерновых  $\alpha$ -амилаз. Между тем это имеет не только фундаментальное, но и прикладное значение, поскольку нежелательная повышенная автолитическая активность пшеничной муки обуславливается в основном присутствием  $\alpha$ -амилазы «прорастания» (группа  $\alpha$ -Ами1).

Таким образом, регулирование активности  $\alpha$ -амилазы различными веществами как в самом зерне, так и в условиях различных технологических процессов, в том числе хлебопечения, напрямую связано с особенностями структуры самого фермента. Поскольку циклодекстрины являются веществами природного происхождения, то логично их изучение в качестве регуляторов активности весьма важных для пищевых технологий амилолитических ферментов.

**Материалы и методы.** В работе использовали зерно пшеницы (*Triticum aestivum* L.) с. Казахстанская 10.

Очистку тотальной  $\alpha$ -амилазы из проросшего зерна пшеницы проводили методом precipitation на гликогене в 40% этаноле [9]. Разделение  $\alpha$ -амилазы на группы изоферментов Ами1 и Ами2 проводили с помощью ионообменной хроматографии по методу, описанному в работе [10]. Активность  $\alpha$ -амилазы определяли колориметрическим крахмал-йодным методом [9].

Крахмальные гранулы (КГ) выделяли из пшеничного шрота тонкого помола методом многократной декантации в дистиллированной воде и центрифугирования по методу [11]. Полученный сырой препарат КГ промывали тремя объемами этилового спирта, высушивали 48 ч при 35 °С и хранили при комнатной температуре.

Для связывания  $\alpha$ -амилазы с крахмальными гранулами образец с известной активностью смешивали с 10–20 мг пшеничных КГ в 1 мл 0,05 М ацетатного буфера pH-5,3 с 1 мМ CaCl<sub>2</sub>. Пробирки закрывали и слабо встряхивали в течение необходимого времени при 6 °С на шейкере для оптимальной адсорбции фермента. После этого смесь центрифугировали при 2000 g 5 мин. В супернатанте определяли количество связавшейся  $\alpha$ -амилазы по разнице между количеством добавленного фермента и его количеством в супернатанте по окончании инкубации.

Для гидролиза крахмальных гранул  $\alpha$ -амилазой образец с известной активностью смешивали с 10–20 мг пшеничных КГ в 1 мл 0,05 М ацетатного буфера pH-5,3 с 1 мМ CaCl<sub>2</sub>. Пробирки закрывали и слабо встряхивали в течение необходимого времени при 24 °С на орбитальном шейкере. Через определенные интервалы времени отбирали равные аликвоты супернатанта и хранили до анализа при +4 °С. Активность фермента определяли по количеству мальтозы, образовавшейся в результате гидролиза крахмала [9].

### Результаты исследований

Как отмечалось выше, циклодекстрины способны предотвращать сорбцию  $\alpha$ -амилазы на естественном субстрате крахмальных гранулах и, как следствие, их гидролиз. Циклодекстрины различаются по количеству остатков глюкозы. Так, простейший представитель -  $\alpha$ -ЦД содержит 6,  $\beta$ -ЦД - 7, а  $\gamma$ -ЦД – 8 глюкопиранозных звеньев. ЦД образуются в результате превращения крахмала под действием бактериального фермента циклодекстрин-глюканотрансферазы. Эти соединения не являются токсичными и применяются в медицине, фармацевтике, а также научных исследованиях [12]. С помощью  $\beta$ -ЦД в структуре  $\alpha$ -амилазы было установлено наличие второго активного центра, ответственного за связывание фермента с крахмальными гранулами. Заполнение этого центра углеводом препятствует «посадке»  $\alpha$ -амилазы на гранулу и ее гидролиз. При этом каталитический центр остается свободным, что позволяет ферменту гидролизовать растворимый крахмал [13].

В наших экспериментах использовались циклодекстрины фирмы Sigma-Aldrich (США), а в качестве субстрата – полученный нами в лабораторных условиях гранулированный крахмал из зерна пшеницы. Процедуры очистки  $\alpha$ -амилазы и КГ приведены в методическом разделе. Предварительно было проверено, что все три использованных циклодекстрина не действовали на

активность  $\alpha$ -амилазы в отношении растворимого крахмала и не давали положительной реакции с ДНС реагентом при определении редуцирующих сахаров (мальтозы).

На первом этапе опробована ферментсвязывающая способность выделенного нами гранулированного крахмала. В параллельных опытах ферменты Ами1 и Ами2 добавляли к суспензии КГ и осторожно раскачивали на шейкере при +4 °С для минимизации гидролиза. О количестве сорбированного фермента судили по остаточной активности в супернатанте. Сравнительная кинетика активности 2-х групп изоферментов КГ представлена на рисунке 1, из которого видно, что гранулы обладали хорошей связывающей способностью. Можно также заметить отличительные особенности между двумя группами в скорости связывания с субстратом. Для Ами1 процесс сорбции завершился уже к 1 часу, в то время как связывание Ами2 медленно продолжалось вплоть до конца периода инкубации. Более того, фермент Ами1, очевидно, менее прочно взаимодействовал с гранулой и начинал высвобождаться к 5 часу.

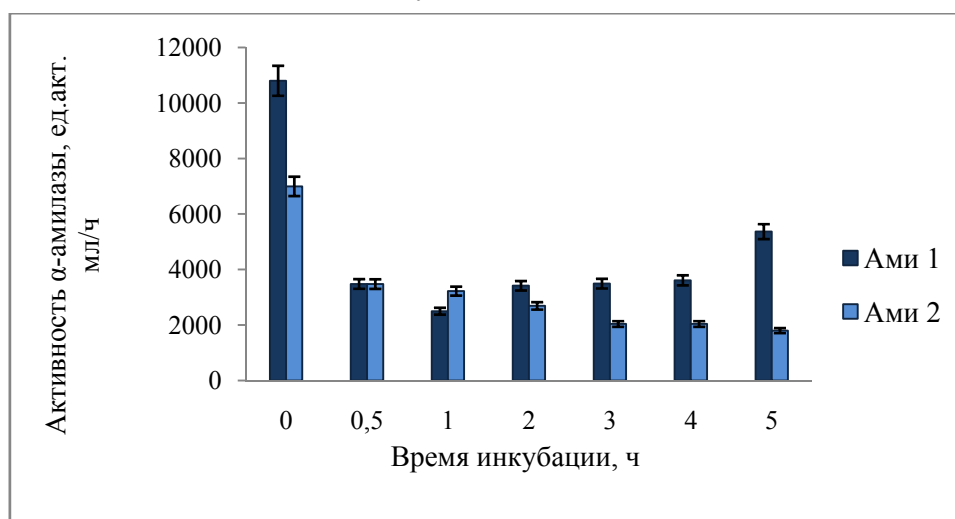
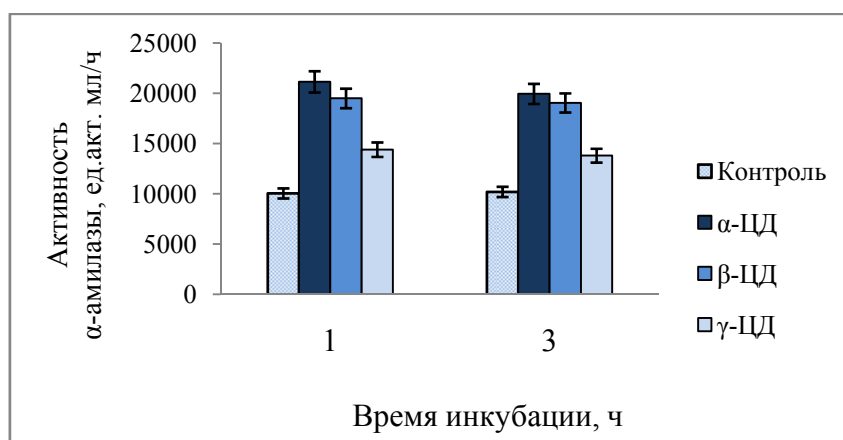


Рисунок 1 – Временная динамика сорбции изоферментов  $\alpha$ -амилазы крахмальными гранулами

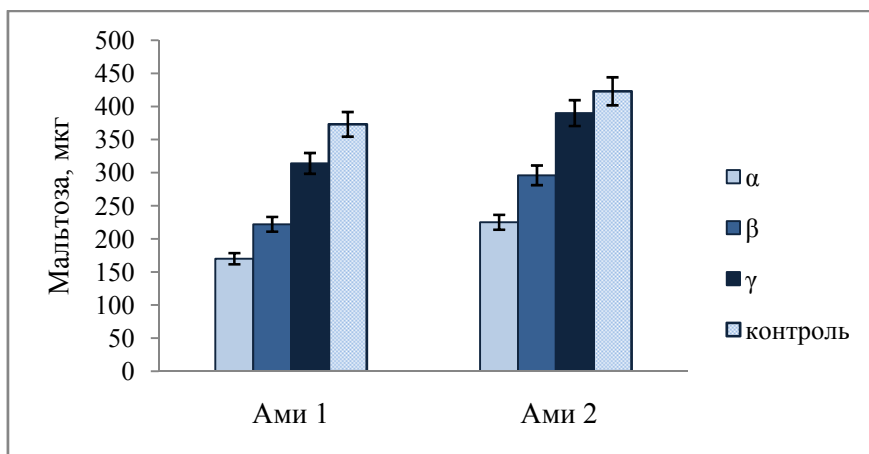
Изучалось влияние циклодекстринов  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  на связывание тотальной (Ами1+Ами2)  $\alpha$ -амилазы с крахмальными гранулами. На диаграмме рисунка 2 приведены значения активности тотальной  $\alpha$ -амилазы, содержащейся в супернатантах после осаждения на КГ. Как видно, имеются заметные различия в ингибировании разными циклодекстринами сорбционной способности фермента. Наибольшим эффектом обладал  $\alpha$ -циклодекстрин, наименьшим –  $\gamma$ -циклодекстрин. Видно также, что в условиях данного эксперимента процесс связывания  $\alpha$ -амилазы с КГ довольно скоротечный и происходил в течении 1 часа. Дальнейшая инкубация не приводила к каким-то заметным изменениям в остаточной ферментной активности.



Концентрация циклодекстринов – 1мМ

Рисунок 2 – Влияние циклодекстринов  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  на связывание тотальной  $\alpha$ -амилазы с КГ

На рисунке 3 показано действие разных циклодекстринов, взятых в эквимольной концентрации (1мМ) на гидролиз КГ отдельными группами  $\alpha$ -амилазы Ами1 и Ами2. Об изменении активности фермента судили по количеству мальтозы, образовавшейся в результате гидролиза крахмала в перемешиваемой при 24 °С суспензии. Как видно из диаграмм, каких-либо заметных различий в степени ингибирования углеводами двух групп изоферментов не наблюдалось. Это предполагает близость размерности центра связывания у изоферментов Ами1 и Ами2.



Концентрация циклодекстринов – 1 мМ

Рисунок 3 – Влияние разных циклодекстринов на гидролиз КГ группами Ами1 и Ами2

В дальнейшей работе изучались ингибиторные свойства наиболее доступного и распространенного  $\beta$ -циклодекстрина. Более детально рассмотрено действие разных концентраций  $\beta$ -ЦД на группы  $\alpha$ -амилазы по отдельности. В одном эксперименте исследовали влияние очень малых концентраций – до 0,4мМ, в другом – более высоких, от 1 до 5 мМ (рисунки 4 и 5).

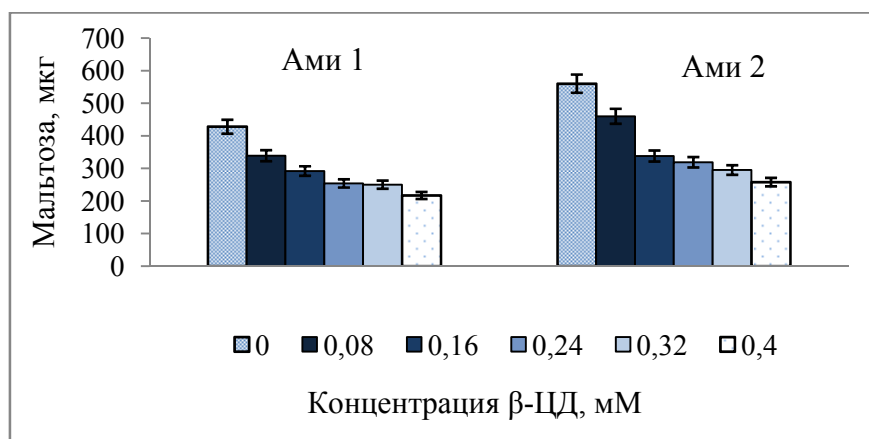


Рисунок 4 – Влияние разных концентраций  $\beta$ -ЦД на гидролиз КГ группами Ами1 и Ами2

Продолжительность обеих экспозиций составила 2 часа. Из представленных диаграмм видно, что изоформы Ами1 несколько более чувствительны к действию  $\beta$ -циклодекстрина по сравнению с Ами2 при относительно высоких его концентрациях. Изоформы Ами2, наоборот, ингибировались в большей мере при низких концентрациях углевода. Отметим также способность  $\beta$ -ЦД подавлять  $\alpha$ -амилазный гидролиз КГ в довольно низких концентрациях – менее чем 0,1 мМ.

Интересные данные получены с использованием аффинного сорбента для  $\alpha$ -амилазы  $\alpha$ -циклодекстрин-сефарозы. Установлено, что даже заведомо избыточный объем сорбента не способен к полному связыванию наносимого на колонку фермента. Не удерживаемая лигандом  $\alpha$ -амилаза не способна была и к связыванию с гранулами крахмала. Данные по длительному периоду инкубации



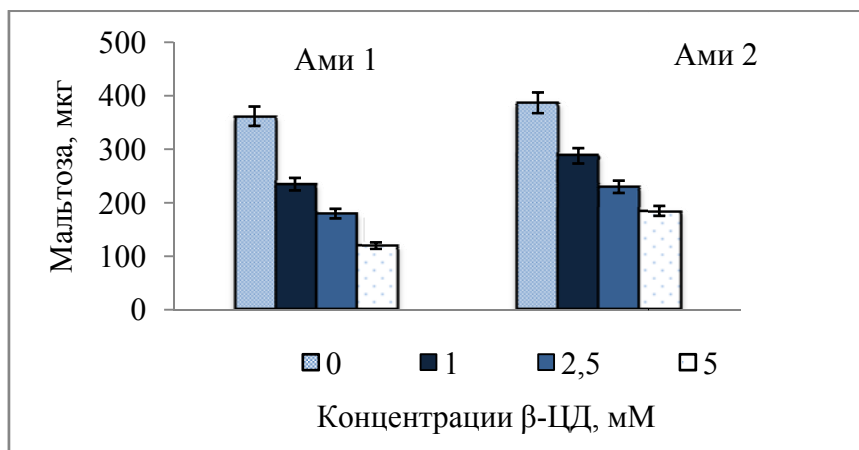


Рисунок 5 – Влияние разных концентраций β-ЦД на гидролиз КГ группами Ами1 и Ами2

смеси α-амилазы с КГ (рисунок 1) также свидетельствуют, что какая-то ее часть не сорбируется субстратом и остается в растворе. Возможно, неосаждаемый фермент с самого начала (еще в зерновке) был с заполненным центром связывания и если это так, то существуют какие-то эндогенные олигосахариды, похожие по действию на циклодекстрины.

**Источник финансирования исследований.** Министерство образования и науки Республики Казахстан.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Malikrishna G., Nirmala M. Cereal α-amylase – an overview // Carbohydrate polymers. – 2005. – Vol. 60. – P. 163-173.
- [2] Кретович В.Л. Биохимия зерна и хлеба. – М.: Наука, 1991. – 132 с.
- [3] Kruger J.E. Enzymes of sprouted grain and possible technological significance / In Bushuk W. and Rasper V. (ed.) Wheat: Production, properties and quality. – Glasgow, UK, 1994. – P. 143-153.
- [4] Hamilton L.M., Kelly C.T., Fogarty W.M. Review: cyclodextrins and their interaction with amylolytic enzymes // Enzymes Microbiol. Technol. – 2000. – Vol. 26. – P. 561-567.
- [5] Al Kazaz M., Desseaux V., Marchis-Mouren G., Prodanov E., Santimone M. The mechanism of porcine pancreatic α-amylase. Inhibition of maltopentaose hydrolysis by acarbose, maltose and maltotriose // Eur. J. Biochem. – 1998. – Vol. 15. – P. 100-107.
- [6] Weselake R.J., Hill R.D. Cycloheptaamylose as an affinity ligand of cereal α-amylase. Characterization and possible mechanism of the interaction // Carbohydrate Res. – 1982. – Vol. 108. – P. 153-161.
- [7] Хахимжанов А.А., Фурсов О.В. Ингибирование α-амилазы зерна риса β-циклодекстрином // Физиол. биохим. культ. раст. – 1988. – Т. 20. – С. 157-162.
- [8] Кузовлев В.А., Фурсов О.В., Дарканбаев Т.Б. Регуляция α-амилазы из зерна кукурузы циклодекстринами // Прикл. биохим. микробиол. – 1988. – Т. 24. – С. 636-641.
- [9] Гильманов М.К., Фурсов О.В., Францев А.П. Методы изучения ферментов растений. – Алма-Ата: Наука, 1981. – 91 с.
- [10] Хахимжанов А.А., Шаншарова Д.А., Тилеген Б., Мамытова Н.С., Кузовлев В.А., Фурсов О.В. Ингибирование α-амилазы из зерна пшеницы фитатом натрия // Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская. – 2014. – № 4. – С. 55-59.
- [11] Zeng J., Li G., Gao H., Ru Zh. Comparison of A and B starch granules from three wheat varieties // Molecules. – 2011. – Vol. 16. – P. 10570-10591.
- [12] Dell Valle E.M. Cyclodextrins and their uses // Process Biochemistry. – 2004. – Vol. 39. – P. 1033-1046.
- [13] Robyt J.F. Inhibition, activation, and stabilization of α-amylase family enzymes // Biologia, Bratislava. – 2005. – Vol. 60. – P. 17-26.

#### REFERENCES

- [1] Malikrishna G., Nirmala M. Carbohydrate polymers. 2005. Vol. 60. P. 163-173.
- [2] Kretovich V.L. M.: Nauka, 1991. 132 p.
- [3] Kruger J.E. 1994. P. 143-153.
- [4] Hamilton L.M., Kelly C.T., Fogarty W.M. Enzymes Microbiol. Technol. 2000. Vol. 26. P. 561-567.
- [5] Al Kazaz M., Desseaux V., Marchis-Mouren G., Prodanov E., Santimone M. // Eur. J. Biochem. 1998. Vol. 15. P. 100-107.
- [6] Weselake R.J., Hill R.D. Carbohydrate Res. 1982. Vol. 108. P. 153-161.
- [7] Hakimzhanov A.A., Fursov O.V. Fiziol. biohim. kul't. rast. 1988. Vol. 20. P. 157-162.

- [8] Kuzovlev V.A., Fursov O.V., Darkanbaev T.B. Prikl. biohim. mikrobiol. 1988. Vol. 24. P. 636-641.  
[9] Gil'manov M.K., Fursov O.V., Francev A.P. Metody izuchenija fermentov rastenij. Alma-Ata: Nauka, 1981. 91 p.  
[10] Hakimzhanov A.A., Shansharova D.A., Tilegen B., Mamytova N.S., Kuzovlev V.A., Fursov O.V. // Izvestija NAN RK. Serija biologicheskaja i medicinskaja. 2014. N 4. P. 55-59.  
[11] Zeng J., Li G., Gao H., Ru Zh. // Molecules. 2011. Vol. 16. P. 10570-10591.  
[12] Dell Valle E.M. Cyclodextrins and their uses // Process Biochemistry. 2004. Vol. 39. P. 1033-1046.  
[13] Robyт J.F. Biologia, Bratislava. 2005. Vol. 60. P. 17-26.

**А. А. Хакимжанов, Б. Тілеген, Н. С. Мамытова, Д. А. Шаншарова, В. А. Кузовлев**

ҚР БҒМ ҒК «М. А. Айтхожин атындағы молекулярлық биология және биохимия институты»,  
Алматы, Қазақстан

### **ЦИКЛОДЕКСТРИНДІ БИДАЙ ДӘНДЕРІНДЕГІ КРАХМАЛ ГИДРОЛИЗИНІҢ $\alpha$ -АМИЛАЗАМЕН ИНГИБИРЛЕНУІ**

**Аннотация.** Бидай дәндерінен бөлініп алынған крахмал түйіршіктерінің  $\alpha$ -амилазамен байланысуына және оның гидролизіне әртүрлі циклодекстриндердің әсері зерттелді. Ферментті ингибирлеуде жоғары қабілетке  $\alpha$ -циклодекстрин ие болса,  $\gamma$ -циклодекстрин төменгі ингибиторлық белсенділік көрсетті. В-циклодекстринмен ферменттің – Ами1 және Ами2 екі тобының белсенділігіне әсерінің айтарлықтай ерекшеліктері байқалмады. Өскен дәндердің  $\alpha$ -амилазасы құрамында крахмал түйіршіктерімен, сонымен қоса аффинді сорбент  $\alpha$ -циклодекстрин-сефарозамен байланысу қабілеті жоқ формалар анықталды. Бұл ферменттің байланыс орталығының эндогенді олигосахаридтермен бітеліп қалуы мүмкін деп жорамалданады.

**Түйін сөздер:** бидай,  $\alpha$ -амилаза, циклодекстриндер, крахмал түйіршіктері, байланысу, гидролизі.

#### **Сведения об авторах:**

Хакимжанов Айдар Атымтаевич – к.б.н., зав. лабораторией, a.khakimzhanov@mail.ru  
Мамытова Нургуль Сабазбековна – PhD, снс  
Тілеген Булбул – мнс  
Шаншарова Динара Айтпаевна – д.т.н., доцент  
Кузовлев Владимир Анатольевич – к.б.н., внс

## **Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

**ISSN 2518-1629 (Online), ISSN 2224-5308 (Print)**

<http://www.biological-medical.kz/index.php/ru/>

Редактор *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т. М. Апендиев*  
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 20.03.2017.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
14,0 п.л. Тираж 300. Заказ 1.