

ISSN 2224-5308

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**БИОЛОГИЯ ЖӘНЕ МЕДИЦИНА
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ
БИОЛОГИЧЕСКАЯ И МЕДИЦИНСКАЯ**



**SERIES
OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

1 (313)

**ҚАҢТАР – АҚПАҢ 2016 ж.
ЯНВАРЬ – ФЕВРАЛЬ 2016 г.
JANUARY – FEBRUARY 2016**

**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

Ж. А. Арзықұлов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Айтхожина Н.А.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байгулин И.О.** (бас редактордың орынбасары); биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Берсімбаев Р.И.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Бишімбаева Н.К.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Күзденбаева Р.С.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Рахышев А.Р.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ақшолақов С.К.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Алшынбаев М.К.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Березин В.Э.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ботабекова Т.К.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жамбакин К.Ж.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қайдарова Д.Р.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Локшин В.Н.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Огарь Н.П.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рахыпбеков Т.К.**

Р е д а к ц и я к ең е с і:

Абжанов Архат (Бостон, АҚШ); **Абелев С.К.** (Мәскеу, Ресей); **Лось Д.А.** (Мәскеу, Ресей); **Бруно Луненфелд** (Израиль); доктор, проф. **Харун Парлар** (Мюнхен, Германия); философия докторы, проф. **Стефано Перни** (Кардиф, Ұлыбритания); **Саул Пуртон** (Лондон, Ұлыбритания); **Сапарбаев Мурат** (Париж, Франция); **Сарбассов Дос** (Хьюстон, АҚШ); доктор, проф. **Гао Энджун** (Шэньян, ҚХР)

Главный редактор

академик НАН РК

Ж. А. Арзыкулов

Редакционная коллегия:

доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Н.А. Айтхожина**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **И.О. Байтулин** (заместитель главного редактора); доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Р.И. Берсимбаев**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Н.К. Бишимбаева**; доктор мед. наук, проф., академик НАН РК **Р.С. Кузденбаева**, доктор мед. наук, проф., академик НАН РК **А.Р. Рахисhev**, доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **С.К. Акшулаков**, доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.К. Алчинбаев**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Э. Березин**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.К. Ботабекова**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **К.Ж. Жамбакин**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Д.Р. Кайдарова**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Локшин**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.П. Огарь**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.К. Рахыпбеков**

Редакционный совет:

Абжанов Архат (Бостон, США); **С.К. Абелев** (Москва, Россия); **Д.А. Лось** (Москва, Россия); **Бруно Луненфельд** (Израиль); доктор, проф. **Харун Парлар** (Мюнхен, Германия); доктор философии, проф. **Стефано Перни** (Кардиф, Великобритания); **Саул Пуртон** (Лондон, Великобритания); **Сапарбаев Мурат** (Париж, Франция); **Сарбассов Дос** (Хьюстон, США); доктор, проф. **Гао Энджун** (Шэньян, КНР)

«Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская». ISSN 2224-5308

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

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

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

Editor in chief

Zh.A. Arzykulov,
academician of NAS RK

Editorial board:

N.A. Aitkhozhina, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **I.O. Baitulin**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK (deputy editor); **R.I. Bersimbayev**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **N.K. Bishimbayeva**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **R.S. Kuzdenbayeva**, dr. med. sc., prof., academician of NAS RK; **A.R. Rakhishev**, dr. med. sc., prof., academician of NAS RK; **S.K. Akshulakov**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.K. Alchinbayev**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.E. Berezin**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.K. Botabekova**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **K.Zh. Zhambakin**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **D.R. Kaidarova**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Lokshin**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.P. Ogar**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.K. Rakhypbekov**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

Abzhanov Arkhat (Boston, USA); **S.K. Abelev** (Moscow, Russia); **D.A. Los** (Moscow, Russia); **Bruno Lunenfeld** (Israel); **Harun Parlar**, dr., prof. (Munich, Germany); **Stefano Perni**, dr. phylos., prof. (Cardiff, UK); **Saparbayev Murat** (Paris, France); **Saul Purton** (London, UK); **Sarbassov Dos** (Houston, USA); **Gao Endzhun**, dr., prof. (Shenyang, China)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of biology and medicine.
ISSN 2224-5308

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, 2016

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 313 (2016), 172 – 178

**THE PARTICIPATION OF β -1,3-GLUCANASE AND CHITINASE
IN DEFENSE RESPONDS OF POTATO BY INFECTED *Fusarium solani***

**A. K. Tursunova, O. A. Sapko, O. V. Chebonenko, Y. M. Dyo,
A. Zh. Amirkulova, A. O. Abaildayev, A. Sh. Utarbaveva**

M. A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: a.utar@mail.ru

Key words: *Solanum tuberosum*, *Fusarium solani*, chitinase, β -1,3 glucanase.

Abstract. The effect of culture filtrate (CF) *Fusarium solani* on the activity of the cytoplasmic form of β -1,3-glucanase and chitinase and its polymorphism in the tubers and sterile potato seedlings with different resistance to the fungus was investigated. It is found that changes in the activity of hydrolytic enzymes by treatment of extracellular fungal metabolites depend on the resistance of the host plant, tissue localization and concentration of metabolites. Low doses of CF induced reversible synchronous activity of both enzymes in the tissues of the tuber resistant cultivar (by 35-70%) and increased activity of chitinase in the tubers sensitive cultivar (by 55-60%). The CF was inhibited the activity of enzymes in sterile seedlings. High doses of CF showed the inhibitory activity. Metabolites CF had no effect on the original composition of the enzyme isoforms, but changed its activities. In CF-treated seedlings was observed a decrease in the activity of alkaline and neutral isoforms of β -1,3-glucanase (pI 10,0-6,1) and chitinase (pI 10,0-8,8) and an increase of activity of acidic chitinase isoforms (pI 3 5).

**УЧАСТИЕ β -1,3-ГЛЮКАНАЗЫ И ХИТИНАЗЫ В ЗАЩИТНОМ
ОТВЕТЕ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ЗАРАЖЕНИИ *Fusarium solani***

**А. К. Турсунова, О. А. Сапко, О. В. Чебоненко, Ю. М. Де,
А. Ж. Амиркулова, А. О. Абайлдаев, А. Ш. Утарбаева**

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

Ключевые слова: *Solanum tuberosum*, *Fusarium solani*, хитиназа, β -1,3 глюканаза.

Аннотация. Исследовано влияние культурального фильтрата (КФ) *Fusarium solani* на активность цитоплазматических форм β -1,3-глюканазы и хитиназы и их полиморфизм в клубнях и стерильных проростках картофеля с разной устойчивостью к грибу. Установлено, что изменения активности гидролитических ферментов, вызванные экстрацеллюлярными метаболитами гриба, зависят от устойчивости растения-хозяина, тканевой локализации ферментов и концентрации метаболитов. Низкие дозы КФ обратимо синхронно индуцировали активность обоих ферментов в тканях клубня устойчивого сорта (на 35-70%), и повышали активность хитиназы в клубнях чувствительного сорта (на 55-60%). В стерильных проростках КФ ингибировал активность ферментов. Высокие дозы КФ обладали только ингибиторной активностью. Метаболиты КФ не влияли на исходный состав изоформ ферментов, но изменяли их активность. В обработанных КФ проростках наблюдали уменьшение активности щелочных и нейтральной изоформ β -1,3-глюканазы (pI 10,0-6,1) и хитиназы (pI 10,0-8,8) и возрастание активности кислой изоформы хитиназы (pI 3,5).

Картофель - важнейшая продовольственная культура в Казахстане и изучению его устойчивости, в том числе к грибным патогенам, посвящено множество исследований. Грибы рода *Fusarium* поражают различные виды культурных растений. *F. solani* и его разновидности вызывают

корневые и стеблевые гнили растений. Сухая фузариозная гниль относится к наиболее вредоносным и распространенным заболеваниям клубней картофеля в период хранения [1]. Встречаемость фузариоза клубней в комплексе гнилей при хранении может достигать 70-100 % от их общего количества.

Инфицирование растений патогенами активирует разнообразные системы защиты клеток: образование активных форм кислорода – «окислительный взрыв», синтез фитоалексинов, усиление лигнификации клеточных стенок и многие другие. Важной частью защитной стратегии растений и формирования устойчивости к патогенам является активация синтеза белков с защитной функцией, PR-белков. Растительные хитиназы (ЕС 3.2.1.14) и β -1,3-глюканызы (ЕС 3.2.1.39) относятся к семейству наиболее известных белков защитного ответа, роль которых при патогенезе не вызывает сомнения. Активность этих ферментов значительно изменяется при поражении растений различного рода патогенами: вирусами, бактериями, грибами. Мишенями для β -1,3-глюканызы и хитиназы служат, соответственно, β -1,3-глюкан и хитин, являющиеся основными компонентами клеточной стенки большинства грибных патогенов. Защитная функция гидролитических ферментов, главным образом, связана с их способностью разрушать клеточную стенку и, тем самым, тормозить дальнейший рост и распространение гифов по растительным тканям [2]. Вместе с этим, гидролиз полисахаридов клеточных стенок грибных и бактериальных патогенов приводит к образованию элиситор-активных фрагментов, которые индуцируют другие защитные реакции. Наиболее изученными системами хозяин-патоген являются системы с взаимодействием «ген на ген», в которых единственные аллели хозяина и паразита определяют реакции растений. К таким подробно изученным системам относятся соя – *Phytophthora megasperma f.sp.glycinea*, картофель – *Phytophthora infestans*, фасоль – *Colletotrichum lindemuthianum* [3]. О механизмах устойчивости системы картофеля – *F.solani* известно значительно меньше. Исследования подтверждают корреляцию в активации ряда PR-белков с устойчивостью картофеля к патогенам. Как правило, хитиназы и глюканызы активно вовлекаются в защитные реакции картофеля при патогенезе [4]. Показано, что инфицирование грибом индуцирует реакцию гиперчувствительности, повышает активность глюканызы и других белков в устойчивых сортах картофеля [5]. Установлено, что кислые формы глюканызы, выделенные из картофеля, проявляют антифунгальную активность [6]. Отмечен ярко выраженный синергизм антифунгальной активности хитиназы и глюканызы [7].

Как правило, в здоровых растениях уровень синтеза многих PR-белков достаточно низкий. При этом некоторые изоформы, связанные с нормальным онтогенезом, могут накапливаться конститутивно [8]. При заражении фитопатогенами уровень экспрессии генов хитиназы и глюканызы возрастает в несколько раз и обычно индуцируется координировано, что составляет важную часть защитной стратегии растений [9]. Несмотря на интенсивные исследования роли хитиназы и β -1,3-глюканызы, вопрос участия этих ферментов в формировании иммунного ответа у растений до сих пор остается не достаточно выясненным.

Целью данного исследования было изучение роли β -1,3-глюканызы и хитиназы в биохимических механизмах устойчивости картофеля при заражении *F. solani*.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования служили клубни и стерильные проростки сортов картофеля с различной устойчивостью к *F. solani*: Тамаша, Ушконыр (относительно устойчивые), Санта (восприимчивый). Штамм условно патогенного гриба *F. solani* (штамм 0167), приобретен из республиканской коллекции микроорганизмов. Гриб *F. solani* культивировали в жидкой питательной среде Чапека [10], дополненной картофельным отваром. Культуральный фильтрат (КФ) получали после роста гриба при температуре 22-24°C в течение 3 недель без перемешивания. Моделью исследований служили диски, вырезанные из внутренней части клубней картофеля (d=1,5см, h=1см) и пробирочные растения, которые выращивали на агаризованной среде Мурасиге-Скуга. КФ наносили на диски (40мкл), или опрыскивали им проростки из пульверизатора (0,4мл). Активность глюканызы определяли по методу [11] с модификациями. Для этого 0,5-1г растительного образца гомогенизировали в 3мл 0,05М ацетатного буфера, pH=5,2 и инкубировали в холодильнике 30 минут. Полученный экстракт центрифугировали 10 минут при 10 000 об/мин. Анализировали супернатант. 0,1 мл экстракта смешивали с 0,1 мл 0,5% ламинарина и инкубировали при 37°C в

термостате 30 минут. Реакцию останавливали добавлением 1 мл ДНС. Пробирки кипятили 5 минут на водяной бане. Смесь охлаждали до комнатной температуры и измеряли оптическую плотность при длине волны 540 нм. Активность фермента рассчитывали по калибровочной кривой, построенной по глюкозе (0,5-5,0 мкм). Активность хитиназы определяли по методу [12] с модификациями. Для этого к 0,1 мл растительного экстракта добавляли 0,2 мл коллоидного хитина и инкубировали при 37⁰С в термостате 4 часа. Реакцию останавливали добавлением 1мл ДНС. Пробирки кипятили 5мин. Образцы центрифугировали 10мин при 5000 об./мин для осветления образца и измеряли оптическую плотность при 545нм. Активность фермента рассчитывали по калибровочной кривой по N-ацетилглюкозамину (20-500мкг/мл). Изоэлектрофокусирование (ИЭФ) проводили на пластине 5% ПААГ размером 9 x15 см и толщиной 1мм с 1% амфолинами в диапазоне рН 3,5–10,0 фирмы Serva (Германия). Разделение изоформ фермента осуществляли при 400 Вт в течение 4 часов на приборе Multiphor II. ИЭФ хитиназы проводили по методу [13], глюканазы - по методу [14]. Белок определяли микробиуретовым методом [15]. Опыты проводили в 3-х биологических и 3-х аналитических повторностях. Результаты статистически обработаны согласно рекомендациям [16].

Результаты и их обсуждение

Грибы рода *Fusarium* относятся к факультативным паразитам, обладающими ярко выраженными фитотоксическими свойствами. При росте на жидкой питательной среде патогенные микромицеты указанного рода выделяют токсические метаболиты (экзометаболиты) в культуральную жидкость, которую можно использовать в качестве фактора, имитирующего атаку патогена. Изучали влияние КФ условно патогенного штамма *F.solani* на активность цитоплазматических β-1,3-глюканазы и хитиназы клубней картофеля с разной устойчивостью к грибу. Как видно из полученных данных (рисунок 1), в контрольных, не обработанных КФ дисках картофеля

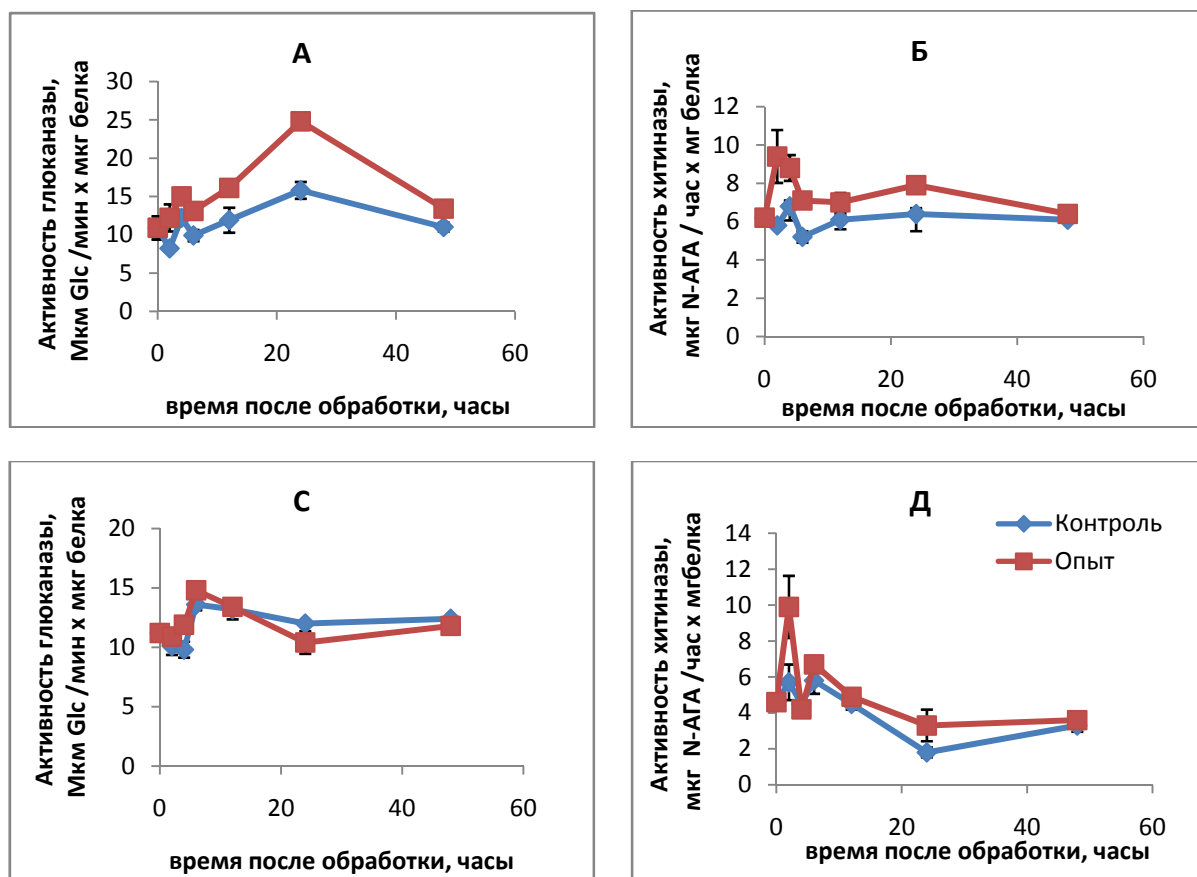


Рисунок 1 – Влияние КФ *F.solani*. на активность β-1,3-глюканазы (А, С) и хитиназы (Б, Д) клубней картофеля сорта Ушкoньыр (относительно устойчивый, А, Б) и Тохтар (чувствительный, С, Д)

наблюдается ранняя (2-6 часов) неспецифическая обратимая индукция активности обоих ферментов (на 30-50%), связанная с реакцией гидролитических ферментов на многие виды стрессов (в данном случае на поранение). В здоровых растениях уровень синтеза этих ферментов может быть низким, при этом некоторые изоформы могут накапливаться конститутивно, что связано с их участием в процессах гомеостаза здоровых растений [17, 8]. Обработка дисков КФ индуцировала быстрый стрессовый ответ хитиназы, в большей степени у чувствительного сорта (на 55-65%), чем у устойчивого сорта (на 35-40%), и слабо влияла на активность глюканазы, индуцируя фермент на 15-20% в устойчивом сорте. На более поздней стадии защитного ответа, через 24 часа, у устойчивого сорта наблюдали синхронную индукцию активности β -1,3-глюканазы (на 65-70%) и хитиназы (на 30-35%), и отсутствие индукции ферментов на этой фазе у тканей клубня чувствительного сорта. Влияние КФ на гидролитические ферменты зависело от концентрации (рисунок 2). Обработка клубней пятикратной дозой КФ (5КФ) незначительно индуцировала быстрый стрессовый ответ клеток (через 6 часов) и достоверно не влияла на более поздний адаптационный ответ (через 24 часа). Десятикратная доза КФ (10КФ) значительно ингибировала активность гидролитических ферментов на обоих фазах защитного ответа, как в устойчивом, так и в чувствительном сортах (не приведенные данные).

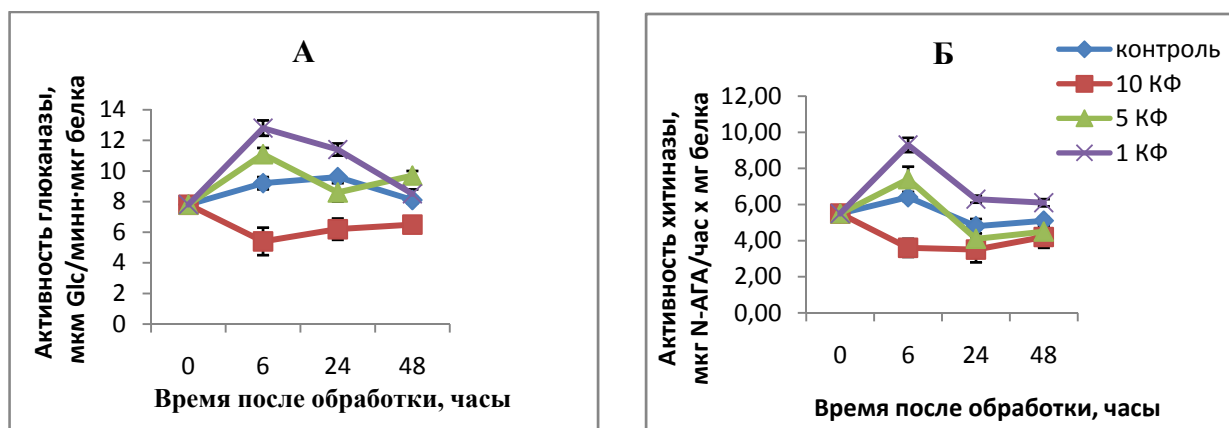


Рисунок 2 – Влияние различных концентраций КФ *F. solani* на активность цитоплазматических β -1,3-глюканаз (А) и хитиназ (Б) клубней картофеля сорта Тамаша

Понимание роли хитиназ и β -1,3-глюканаз в реакциях растений на заражение затруднено еще и по той причине, что в растениях эти ферменты характеризуются множественностью изоформ, которые отличаются тканевой и клеточной локализацией, различным участием в реакциях нормального и стрессового метаболизма. Влияние КФ на активность и изоферментный состав цитоплазматических β -1,3-глюканаз и хитиназ изучали в стерильных проростках картофеля. Реакция проростков на КФ, в отличие от клубней, имела другой характер. Метаболиты КФ, в той дозе, которая индуцировала активность цитоплазматических ферментов клубня, ингибировали активность ферментов проростков на всем протяжении эксперимента (рисунок 3). Анализ изоферментного состава не выявил различий в спектре хитиназ и β -1,3-глюканаз в контрольных и обработанных КФ проростках. В анализируемых проростках β -1,3-глюканаза представлена 9-11 изоформами, мажорными из которых являются сильно щелочные изоформы с pI 10-9,0, слабощелочная с pI 7,6 и нейтральная с pI 6,1. Группа кислых изоформ с pI 3,5-5,2 относится к минорным компонентам. Хитиназа представлена 8-9 изоформами. Обработка проростков КФ не влияла на состав конститутивных изоформ, но достоверно меняла их активность. В обработанных КФ проростках наблюдали уменьшение активности щелочных и нейтральной изоформ цитоплазматических β -1,3-глюканазы (pI 10,0-6,1) и хитиназы (pI 10,0-8,8) и возрастание активности кислой изоформы хитиназы с pI 3,5.

Полученные данные подтверждают активное участие β -1,3-глюканаз и хитиназ в защитном ответе *S. tuberosum* при заражении *F. solani* и демонстрируют зависимость ответа гидролитических ферментов от устойчивости растения-хозяина, тканевой локализации ферментов и патогенной нагрузки.

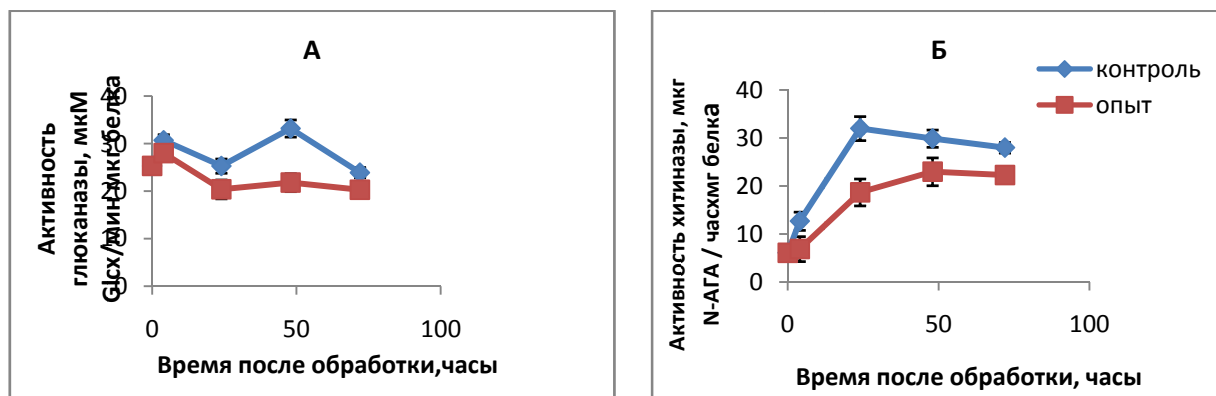


Рисунок 3 – Влияние различных концентраций КФ *F.solani*. на активность цитоплазматических β-1,3-глюканаз (А) и хитиназ (Б) стерильных проростков картофеля сорта Тамаша

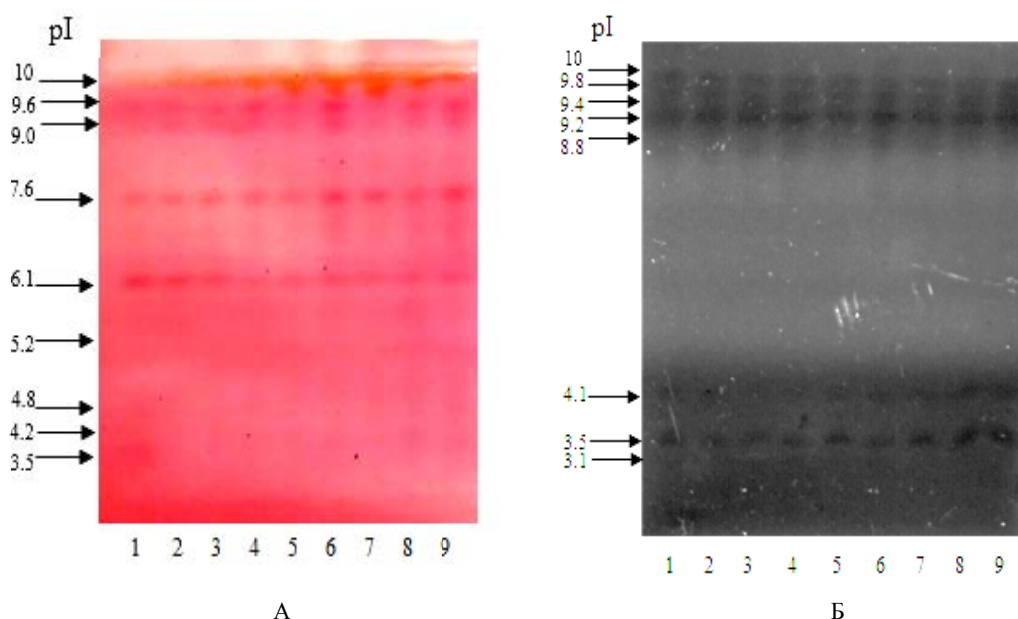


Рисунок 4 – Изоферментный состав цитоплазматических β-1,3-глюканаз (А) и хитиназ (Б) контрольных и обработанных КФ стерильных проростков картофеля сорта Тамаша.

Дорожки: 1 – 0 ч контроль; 2 – 4 ч контроль; 3 – 4 ч + КФ; 4 – 24 ч контроль; 5 – 24 ч + КФ; 6 – 48 ч контроль; 8 – 24 ч + КФ; 8 – 72 ч контроль; 9 – 72 ч + КФ

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Малюга А.А. Видовой состав и патогенность грибов рода *Fusarium*, вызывающих сухую гниль клубней картофеля в Западной Сибири // Микология и фитопатология. - 2003. - Т. 37. - Вып. 4. - С. 84-91.
- [2] Mauch F., Staehelin L.A. Functional implications of the subcellular localization of ethylene-induced chitinase and β-1,3-glucanase in bean leaves // Plant Cell. - 1989. - V. 1. - P. 447-457.
- [3] Дьяков Ю.Т., Озерецковская О.Л., Джавахия В.Г., Багирова С.Ф. Общая и молекулярная фитопатология. – М.: Общество фитопатологов, 2001. – 301 с.
- [4] Rahimi S., Wright D.J., Perry R.N. Identification and localization of chitinases induced in the roots of potato plants infected with the potato cyst nematode *Globodera pallida* // Fundam. Appl. Nematol. - 1998. – V. 21 (6). – P. 705 – 713.
- [5] Ashfaq A., Laith I. M., Lenman M., Levander F., Olsson K., Carlson-Nilson U., Zoteyeva N., Liljeroth E., Andreasson E. Paranoid potato phytophthora-resistant genotype shows constitutively activated defense // Plant Signaling and Behavior – 2012. – V. 7. - N. 3. – P. 400 –408.
- [6] Tonon C., Guevara G., Olivia C., Daleo G. Isolation of a potato acidic 39 kDa β-1,3-glucanase with antifungal activity against *Phytophthora infestans* and analysis of its expression in potato cultivars differing in their degrees of field resistance // Phytopathology. – 2002 – V. 150. – P.189 – 195.

- [7] Тарчевский И.А. Сигнальные системы клеток растений при стрессе. - М.: Наука, 2002. - 296 с.
- [8] Helleboid S., Chapman A., Hendricks T., Inze D., Vasseur J., Hilber, J-L. Cloning of β -1,3-glucanases expressed during *Cichorium* somatic embryogenesis.// *Plant Mol. Biol.*- 2000. – V. 42. – P. 377 – 386.
- [9] Anand A., Zhou T., Trick H.N., Bikram S.G, Bockus W.W., Muthukrishnan S. Greenhouse and field testing of transgenic wheat plants stably expressing genes for thaumatin-like protein, chitinase and glucanase against *Fusarium graminearum* // *J. Exp. Botany*. - 2003. - V. 54. - P. 1101 -1111.
- [10] Билай В.И. Фузариоз. - Киев: Наукова думка, 1977. - 441 с.
- [11] Leubner-Metzger G., Meins F. Functions and regulation of plant β -1,3-glucanases (PR-2) // *Rewiew in: Pathogenesis-related protein in plants*, Datta S.K., Muthucrishnan S. (eds), Boca Raton, Florida. – 1999. – P. 49 - 76.
- [12] Sharma N., Sharma K.P., Gaur R.K., Gupta V.K. Role of chitinase in plant defense // *Asian J. Biochem.* - 2011. - V.6. - P. 29 - 37.
- [13] Trudel J., Asselin A. Detection of chitinase activity after polyacrylamide gel electrophoresis // *Analytical Biochem.* - 1989. - V.178. - P.362-366.
- [14] Shen Q. Pan, Xiang S.Ye, Kuc J. A technique for detection of chitinase, β -1,3-glucanases, and protein patterns after a single separation using polyacrylamide gel electrophoresis or isoelectrofocusing // *Phytopathology*. – 1991. – V.9. No.9. - P.970-974.
- [15] Кочетов Г.А. Практическое руководство по энзимологии -М.: Высшая школа, 1971. - С. 309-310.
- [16] Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. - М., 1990. - 293с.
- [17] Buchner P., Rochat C., Wuilleme S., Boutin J-P. Characterization of a tissuespecific and developmentally regulated β -1,3-glucanase gene in pea (*Pisum sativum*) // *Plant Mol. Biol.* - 2002. – V. 49. – P. 171 –186.

REFERENCES

- [1] Maluga A.A. Species composition and pathogenic fungi of the genus *Fusarium*, causing dry rot of potatoes in Western Siberia, *Mikologiya i Fitopatologiya*, **2003**, 37(4), 84-91 (in Russ.).
- [2] Mauch F., Staehelin L.A. Functional implications of the subcellular localization of ethylene-induced chitinase and β -1,3-glucanase in bean leaves, *Plant Cell*, 1989, 1, P. 447–457. (in Eng.).
- [3] Dyakov Yu.T., Ozeretskoykaya O.L., Dzhavahiya V.G., Bagirova S.F. General and molecular phytopathology. M.: Obschestvo fitopatologov, **2001**. 301 p. (in Russ.).
- [4] Rahimi S., Wright D.J., Perry R.N. Identification and localization of chitinases induced in the roots of potato plants infected with the potato cyst nematode *Globodera pallida*. *Fundam. Appl. Nematol*, **1998**, 21 (6), 705 – 713 (in Eng.).
- [5] Ashfaq A., Laith I. M., Lenman M., Levander F., Olsson K., Carlson-Nilson U., Zoteyeva N., Liljeroth E., Andreasson E. Paranoid potato phytophthora-resistant genotype shows constitutively activated defense, *Plant Signaling and Behavior*, **2012**, 7 (3), 400 –408 (in Eng.).
- [6] Tonon C., Guevara G., Olivia C., Daleo G. Isolation of a potato acidic 39 kDa β -1,3-glucanase with antifungal activity against *Phytophthora infestans* and analysis of its expression in potato cultivars differing in their degrees of field resistance, *Phytopathology*, **2002**, 150, P.189 – 195(in Eng.).
- [7] Tarchevskiy I.A. Plant cell signaling systems, M.: Nauka, **2002**. 296 p. (in Russ.).
- [8] Helleboid S., Chapman A., Hendricks T., Inze D., Vasseur J., Hilber, J-L. Cloning of β -1,3-glucanases expressed during *Cichorium* somatic embryogenesis, *Plant Mol. Biol.*, **2000**, 42, 377 – 386 (in Eng.).
- [9] Anand A., Zhou T., Trick H.N., Bikram S.G, Bockus W.W., Muthukrishnan S. Greenhouse and field testing of transgenic wheat plants stably expressing genes for thaumatin-like protein, chitinase and glucanase against *Fusarium graminearum*, *J. Exp. Botany*, **2003**, 54, 1101 -1111 (in Eng.).
- [10] Bilay V.I. *Fusarium*. Kiev: Naukova dumka, **1977**. 441 p. (in Russ.).
- [11] Leubner-Metzger G., Meins F. Functions and regulation of plant β -1,3-glucanases (PR-2). *Rewiew in: Pathogenesis-related protein in plants*, **1999**, 49 – 76 (in Eng.).
- [12] Sharma N., Sharma K.P., Gaur R.K., Gupta V.K. Role of chitinase in plant defense, *Asian J. Biochem.*, **2011**, 6, 29 – 37 (in Eng.).
- [13] Trudel J., Asselin A. Detection of chitinase activity after polyacrylamide gel electrophoresis, *Analytical Biochem.*, **1989**, 178, 362-366 (in Eng.).
- [14] Shen Q. Pan, Xiang S.Ye, Kuc J. A technique for detection of chitinase, β -1,3-glucanases, and protein patterns after a single separation using polyacrylamide gel electrophoresis or isoelectrofocusing, *Phytopathology*, **1991**, 9 (9), 970-974 (in Eng.).
- [15] Kochetov G.A. Practical Guide Enzymology. M.: Vysshaya shkola, **1971**, 309-310 p. (in Russ.).
- [16] Zaytsev G.N. Mathematic in experimental botany. M., **1990**. 293 p. (in Russ.).
- [17] Buchner P., Rochat C., Wuilleme S., Boutin J-P. Characterization of a tissuespecific and developmentally regulated β -1,3-glucanase gene in pea (*Pisum sativum*), *Plant Mol. Biol.*, **2002**, 49, 171 –186 (in Eng.).

***Fusarium solani*-МЕН ЗАҚЫМДАНУ БАРЫСЫНДА КАРТОП β -1,3-ГЛЮКАНАЗАСЫ МЕН ХИТИНАЗАСЫНЫҢ ҚОРҒАНЫС ЖАУАБЫНА ҚАТЫСУЫ**

**А. Қ. Тұрсынова, О. А. Сапко, О. В. Чебоненко, Ю. М. Дё,
А. Ж. Әмірқұлова, А. О. Абайлдаев, А. Ш. Отарбаева**

ҚР БҒМ ҒК «М. Ә. Айтқожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты»,
Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: *Solanum tuberosum*, *Fusarium solani*, хитиназа, β -1,3 глюканаза.

Аннотация. Саңырауқұлақ патогеніне әртүрлі төзімділік көрсететін картоп түйнектері мен стерильді өсімділерінің цитоплазматикалық β -1,3-глюканазалар мен хитиназа формаларының белсенділігі мен көп пішінділігіне *Fusarium solani* культуралды фильтратының (КФ) әсері зерттелді. Саңырауқұлақтың экстрацеллюларлық метаболиттері гидролитикалық ферменттер белсенділігіне өсімдік – қожайын төзімділігіне, метаболит концентрациясына және ферменттердің ұлпалық оқшаулануына байланысты әсер ететіндігі анықталды. КФ аз мөлшері картоп түйнектерінің төзімді сортында екі ферменттің белсенділігін (35-70%-ға) үйлесімді индукциялады, және сезімтал сортының хитиназа белсенділігін (55-60%-ға) арттырды. Стерильді өсімділерде КФ ферменттердің белсенділігін тежеді. КФ жоғары мөлшері картоп түйнектері мен стерильді өсімділерінің төзімді және сезімтал сорттарында екі ферменттің де белсенділігін тежеді. КФ метаболиттері ферменттердің алғашқы изоформалар құрамына әсер етпеді, бірақ белсенділігін өзгертті. КФ өңделген өсімділерде β -1,3-глюканаза (рІ 10,0-6,1) және хитиназа (рІ 10,0-8,8) негіздік және бейтарап изоформаларының белсенділігі азайды, ал хитиназаның қышқыл изоформасының рІ 3,5 белсенділігі артты.

Поступила 02.02.2016 г.

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). 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.biological-medical.kz/index.php/ru/>

Редактор *М. С. Ахметова*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 12.02.2016.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
13,25 п.л. Тираж 300. Заказ 1.