

---

---

# ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ № 5 2018 ИССЛЕДОВАНИЯ

ISSN 1812-7339

---

---

**Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 1,252**

**Журнал издается с 2003 г.**

**Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,582**

Электронная версия: <http://fundamental-research.ru>

Правила для авторов: <http://fundamental-research.ru/ru/rules/index>

Подписной индекс по каталогу «Роспечать» – 33297

## *Главный редактор*

*Ледванов Михаил Юрьевич, д.м.н., профессор*

## *Зам. главного редактора*

*Бичурин Мирза Имамович, д.ф.-м.н., профессор*

## *Ответственный секретарь редакции*

*Бизенкова Мария Николаевна*

## **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

д.т.н., проф. Бошнятов Б.В. (Москва); д.т.н., проф. Важенин А.Н. (Нижний Новгород); д.т.н., проф. Гилёв А.В. (Красноярск); д.т.н., проф. Гоц А.Н. (Владимир); д.т.н., проф. Грызлов В.С. (Череповец); д.т.н., проф. Захарченко В.Д. (Волгоград); д.т.н. Лубенцов В.Ф. (Невинномысск); д.т.н., проф. Мадера А.Г. (Москва); д.т.н., проф. Пачурин Г.В. (Нижний Новгород); д.т.н., проф. Пен Р.З. (Красноярск); д.т.н., проф. Петров М.Н. (Великий Новгород); д.т.н., к.ф.-м.н., проф. Мишин В.М. (Пятигорск); д.т.н., проф. Калмыков И.А. (Ставрополь); д.т.н., проф. Шалумов А.С. (Ковров); д.т.н., проф. Леонтьев Л.Б. (Владивосток); д.т.н., проф. Дворников Л.Т. (Красноярск); д.т.н., проф. Снежко В.А. (Москва); д.э.н., проф. Алибеков Ш.И. (Кизляр); д.э.н., проф. Бурда А.Г. (Краснодар); д.э.н., проф. Василенко Н.В. (Отрадное); д.э.н., доцент, Гиззатова А.И. (Уральск); д.э.н., проф. Головина Т.А. (Орел); д.э.н., доцент, Довбий И.П. (Челябинск); д.э.н., доцент, Дорохина Е.Ю. (Москва); д.э.н., проф. Зарецкий А.Д. (Краснодар); д.э.н., проф. Зобова Л.Л. (Кемерово); д.э.н., доцент, Каранина Е.В. (Киров); д.э.н., проф. Киселев С.В. (Казань); д.э.н., проф. Климовец О.В. (Краснодар); д.э.н., проф. Князева Е.Г. (Екатеринбург); д.э.н., проф. Коваленко Е.Г. (Саранск); д.э.н., доцент, Корнев Г.Н. (Иваново); д.э.н., проф. Косякова И.В. (Самара); д.э.н., проф. Макринова Е.И. (Белгород); д.э.н., проф. Медовый А.Е. (Пятигорск); д.э.н., проф. Покрытан П.А. (Москва); д.э.н., доцент, Потышняк Е.Н. (Харьков); д.э.н., проф. Пospelов В.К. (Москва); д.э.н., проф. Роздольская И.В. (Белгород); д.э.н., доцент, Самарина В.П. (Старый Оскол); д.э.н., проф. Серебрякова Т.Ю. (Чебоксары); д.э.н., проф. Скуфьина Т.П. (Апатиты); д.э.н., проф. Титов В.А. (Москва); д.э.н., проф. Халиков М.А. (Москва); д.э.н., проф. Цапулина Ф.Х. (Чебоксары); д.э.н., проф. Чиладзе Г.Б. (Тбилиси); д.э.н., доцент, Федотова Г.В. (Волгоград); д.э.н., доцент, Ювица Н.В. (Астана); д.э.н., доцент, Юрьева Л.В. (Екатеринбург)

---

Журнал «Фундаментальные исследования» зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

**Свидетельство – ПИ № ФС 77-63397.**

Все публикации рецензируются.

Доступ к электронной версии журнала бесплатен.

**Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 1,252.**

**Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,582.**

Учредитель, издательство и редакция:

ИД «Академия Естествознания»

Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47

Ответственный секретарь редакции –

*Бизенкова Мария Николаевна* –

+7 (499) 705-72-30

E-mail: [edition@rae.ru](mailto:edition@rae.ru)

Подписано в печать 01.06.2018

Дата выхода номера 01.07.2018

Формат 60x90 1/8

Типография

ООО «Научно-издательский центр

Академия Естествознания»,

г. Саратов, ул. Мамоновой, 5

Технический редактор

Митронова Л.М.

Корректор

Галенкина Е.С.

Распространение по свободной цене

Усл. печ. л. 17,5

Тираж 1000 экз. Заказ ФИ 2018/5

© ИД «Академия Естествознания»

## СОДЕРЖАНИЕ

**Технические науки (05.17.00)**

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТАДИИ СУММАРНОЙ ЭКСТРАКЦИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И РАЗДЕЛЕНИЯ ЦИРКОНИЯ И ГАФНИЯ ИЗ ОТХОДОВ ЦИРКОНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА <i>Владимиров С.Н., Воронина В.Э., Тарчигина Н.Ф.</i> .....	7
МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ФОРМЫ КАОЛИНИТА ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ МЕДИ ИЗ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД <i>Пимнева Л.А., Андреев О.В.</i> .....	13
ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ВОДНО-СПИРТОВОЙ СРЕДЫ НА КАРАМЕЛИЗАЦИЮ ЛАКТОЗЫ В ПРИСУТСТВИИ <i>n</i> -ТОЛУИДИНА <i>Черепанов И.С.</i> .....	18

**Экономические науки (08.00.00)**

ПРОБЛЕМЫ СОГЛАСОВАНИЯ ИНТЕРЕСОВ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СУБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ ТРАНСФОРМАЦИИ ОТНОШЕНИЙ СОБСТВЕННОСТИ <i>Алиев Ф.М., Камалова П.М.</i> .....	24
УПРАВЛЕНИЕ ЗАТРАТАМИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО ГИДРАВЛИЧЕСКОМУ РАЗРЫВУ ПЛАСТА В НЕФТЕДОБЫЧЕ <i>Антипова О.В., Прохорова А.Д.</i> .....	30
ОЦЕНКА ЗОЛОВОАЛЮТНЫХ РЕЗЕРВОВ В РАМКАХ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПАНЕЛЬНЫХ ДАННЫХ <i>Бабешко Л.О., Орлова И.В., Бронников Е.В.</i> .....	35
ВЛИЯНИЕ ФАКТОРА ДИСКРЕТНОСТИ НА СТРУКТУРУ ФИНАНСОВОГО ПОРТФЕЛЯ НЕИНСТИТУЦИОНАЛЬНОГО ИНВЕСТОРА <i>Быстрова Д.А., Грачева Д.А.</i> .....	41
АНАЛИЗ ФАКТОРОВ РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА В ПРИМОРСКОМ КРАЕ <i>Забелина Т.И., Реснянская М.А.</i> .....	47
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НАЛОГОВОГО КОНТРОЛЯ В УСЛОВИЯХ НОВОЙ СИСТЕМЫ АДМИНИСТРИРОВАНИЯ НДС <i>Задёра О.А.</i> .....	53
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ КАРЬЕРОЙ СОТРУДНИКОВ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ВУЗА <i>Заярная И.А., Куликова В.В.</i> .....	59
ЦИФРОВАЯ ПРОСТРАНСТВЕННАЯ КОНКУРЕНЦИЯ В ГЛОБАЛЬНОМ ИНФОРМАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ <i>Зобова Л.Л., Щербакова Л.Н., Евдокимова Е.К.</i> .....	64
ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В УПРАВЛЕНИИ ЗЕМЛЯМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ <i>Клипина Е.А.</i> .....	69
ОЦЕНКА БИЗНЕС-КЛИМАТА В КАЗАХСТАНЕ В КОНТЕКСТЕ ЕГО ЧЛЕНСТВА В ЕВРАЗИЙСКОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ СОЮЗЕ <i>Куур О.В.</i> .....	74

---

ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В АПК РЕГИОНА (НА МАТЕРИАЛАХ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ)	
<i>Осипов А.К., Гайнутдинова Е.А.</i> .....	81
О ПРОБЛЕМЕ МОТИВАЦИИ СОТРУДНИКОВ ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА ВУЗОВ В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА	
<i>Ощепков В.М., Ощепкова Н.В.</i> .....	87
ЭКОНОМИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ И ОТРАСЛЕВЫХ ФАКТОРОВ НА УРОВЕНЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА	
<i>Паничкина М.В., Бурова И.В.</i> .....	91
ОРГАНИЧЕСКОЕ СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	
<i>Полушкина Т.М.</i> .....	97
ИСТОЧНИКИ РАЗВИТИЯ СЫРЬЕВЫХ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	
<i>Поподько Г.И., Зимнякова Т.С.</i> .....	103
ОСОБЫЕ ЭКОНОМИКО-ПРАВОВЫЕ РЕЖИМЫ КАК МЕХАНИЗМ ВЫРАВНИВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ РЕГИОНОВ	
<i>Схведиани А.Е., Марута В.Г.</i> .....	109
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА МИРОВОЙ АРЕНЕ	
<i>Тахтаева Р.Ш., Аргынбеков И.Б., Самыжсан К.Н.</i> .....	114
НЕДОСТАТКИ СОВРЕМЕННОЙ ЯМАЙСКОЙ МИРОВОЙ ВАЛЮТНОЙ СИСТЕМЫ И НЕОБХОДИМОСТЬ СОЗДАНИЯ ЕДИНОЙ МИРОВОЙ ВАЛЮТЫ	
<i>Хлыпалов В.М.</i> .....	119
ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ КАК ОСНОВА ВОВЛЕЧЕНИЯ В ОБОРОТ НЕИСПОЛЬЗУЕМЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ	
<i>Черкашина Е.В.</i> .....	124
АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ СФЕРЫ ТУРИЗМА В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ	
<i>Черногорский С.А., Сорокожердеев К.Г., Васильева А.А.</i> .....	130
УРЕГУЛИРОВАНИЕ УБЫТКОВ В СТРАХОВАНИИ И ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ УЩЕРБА И СТРАХОВОЙ ВЫПЛАТЫ	
<i>Шилкина Т.Е.</i> .....	136

---

**CONTENTS**
**Technical sciences (05.17.00)**

STUDY OF THE PARAMETERS OF THE STAGE OF THE TOTAL EXTRACTION OF EXTRACTION AND SEPARATION OF ZIRCONIUM AND HAFNIUM FROM WASTE OF ZIRCONIUM PRODUCTION <i>Vladimirov S.N., Voronina V.E., Tarchigina N.F.</i> .....	7
MODIFIED FORMS OF KAOLINITE FOR THE EXTRACTION OF COPPER IONS FROM NATURAL AND WASTE WATERS <i>Pimneva L.A., Andreev O.V.</i> .....	13
INFLUENCE OF AQUEUOS-ETHANOLIC MEDIA CONTENT ON LACTOSE CAMELIZATION IN THE PRESENCE OF <i>p</i> -TOLUIDINE <i>Cherepanov I.S.</i> .....	18

**Economic sciences (08.00.00)**

PROBLEMS OF HARMONIZATION OF INTERESTS OF ECONOMIC SUBJECTS UNDER CONDITIONS OF TRANSFORMATION OF RELATIONSHIPS OF PROPERTY <i>Aliev F.M., Kamalova P.M.</i> .....	24
MANAGEMENT OF EXPENSES AT ORGNIZATION OF WORKS ON HYDRAULIC FRACTURING IN OIL PRODUCTION <i>Antipova O.V., Prokhorova A.D.</i> .....	30
EVALUATION OF GOLD-RESERVE RESERVES UNDER FRAMEWORK DYNAMIC MODEL FOR PANEL DATA <i>Babeshko L.O., Orlova I.V., Bronnikov E.V.</i> .....	35
THE INFLUENCE OF A DISCRETE FACTOR ON THE STRUCTURE OF ASSETS PORTFOLIO FORMED BY A NON-INSTITUTIONAL INVESTOR <i>Bystrova D.A., Gracheva D.A.</i> .....	41
ANALYSIS OF FACTORS OF THE DEVELOPMENT OF TOURISM IN PRIMORSKY KRAI <i>Zabelina T.I., Resnyanskaya M.A.</i> .....	47
ASSESSMENT OF EFFICIENCY OF TAX CONTROL IN CONDITIONS OF NEW SYSTEM OF ADMINISTRATION OF VALUE ADDED TAX <i>Zadera O.A.</i> .....	53
THEORETICAL ASPECTS OF THE MANAGEMENT OF THE EMPLOYEE'S EMPLOYER WITH THE PURPOSE OF INCREASING THE COMPETITIVENESS OF THE HIGHER EDUCATION INSTITUTION <i>Zayarnaya I.A., Kulikova V.V.</i> .....	59
DIGITAL SPATIAL COMPETITION IN THE GLOBAL INFORMATION SPACE <i>Zobova L.L., Shcherbakova L.N., Evdokimova E.K.</i> .....	64
INFORMATION SECURITY MANAGEMENT FLOOR FOR AGRICULTURAL PURPOSES <i>Klipina E.A.</i> .....	69
ASSESSMENT OF THE BUSINESS CLIMATE IN KAZAKHSTAN IN THE CONTEXT OF ITS MEMBERSHIP IN THE EURASIAN ECONOMIC UNION <i>Kuur O.V.</i> .....	74

---

PROBLEMS OF IMPROVING THE MANAGEMENT SYSTEM IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE REGION (ON THE MATERIALS OF THE UDMURT REPUBLIC)	
<i>Osipov A.K., Gaynutdinova E.A.</i> .....	81
ABOUT THE PROBLEM OF MOTIVATION OF EMPLOYEES OF TEACHING UNIVERSITY UNDER CONDITIONS OF CRISIS	
<i>Oshchepkov V.M., Oshchepkova N.V.</i> .....	87
ECONOMIC AND STATISTICAL ANALYSIS OF THE IMPACT OF REGIONAL AND SECTORAL FACTORS ON THE LEVEL OF PRODUCTIVITY	
<i>Panichkina M.V., Burova I.V.</i> .....	91
ORGANIC AGRICULTURE: NEW OPPORTUNITIES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT	
<i>Polushkina T.M.</i> .....	97
WHAT ARE DEVELOPMENT DRIVERS FOR RUSSIAN RESOURCE-ABUNDANT REGIONS	
<i>Popodko G.I., Zimnyakova T.S.</i> .....	103
SPECIAL ECONOMIC AND LEGAL REGIMES AS A MECHANIZM FOR BALANCING REGIONAL SOCIO – ECONOMIC POSITION	
<i>Skhvediani A.E., Maruta V.G.</i> .....	109
ECONOMIC ASPECTS OF INFORMATION SECURITY ON THE WORLD ARENA	
<i>Takhtaeva R.Sh., Argynbekov I.B., Samyghan K.N.</i> .....	114
DISADVANTAGES OF THE CONTEMPORARY JAMAICAN WORLD CURRENCY SYSTEM AND THE NEED TO CREATE A UNIFIED WORLD CURRENCY	
<i>Khlypalov V.M.</i> .....	119
LAND USE PLANNING ACTIVITIES AS THE BASIS OF INVOLVEMENT OF NON-USED AGRICULTURAL LAND IN AGRICULTURAL PRODUCTION	
<i>Cherkashina E.V.</i> .....	124
ANALYSIS OF DEVELOPMENT OF THE TOURISM SECTOR IN MURMANSK REGION	
<i>Chernogorskiy S.A., Sorokozherdev K.G., Vasileva A.A.</i> .....	130
SETTLEMENT OF DAMAGES IN INSURANCE AND PECULIARITIES OF DETERMINING THE AMOUNT OF DAMAGE AND INSURANCE PAYMENT	
<i>Shilkina T.E.</i> .....	136

УДК 664.165:547.1

## ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ВОДНО-СПИРТОВОЙ СРЕДЫ НА КАРАМЕЛИЗАЦИЮ ЛАКТОЗЫ В ПРИСУТСТВИИ *n*-ТОЛУИДИНА

**Черепанов И.С.***ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», Ижевск, e-mail: cherchem@mail.ru*

Представлены результаты исследований по изучению влияния состава водно-этанольной среды на динамику начальных стадий карамелизации лактозы и закономерности образования «браун»-продуктов в модельных системах с *n*-толуидином. Показано, что увеличение содержания этанола от 15 до 62% приводит к возрастанию интенсивности окрашивания, что может быть связано с ростом содержания енольных форм в спиртовой среде. Установлено, что активирующее влияние спирта в составе смешанного растворителя наиболее заметно проявляется при его концентрации выше 40%, что, вероятно, обусловлено совместным влиянием состава среды и присутствием аминокомпонента. По данным ИК-Фурье спектроскопии структура продуктов карамелизации лактозы отличается от структуры продуктов в системах в присутствии ариламины, что позволяет предположить возможность взаимодействия толуидина с промежуточными продуктами карамелизации, о чем также свидетельствует bathochromное смещение полос в электронных спектрах в области 340–380 нм. Присутствие в системе щелочи в каталитических количествах позволяет реализовать процесс по ионному механизму диссоциации углевода на начальных стадиях, образующиеся при этом ендольные формы далее формируют редуктоны, развивая процессы карамелизации, при этом щелочность среды определяет образование моноионизированных форм, конденсирующихся на начальных стадиях в олигомерные продукты, содержащие практически не трансформированные пиранозные кольца. Применение смешанных растворителей позволяет оптимизировать динамику реакций неферментативного окрашивания лактозы путем варьирования содержания этанола, что, в совокупности с подбором других параметров реакционной системы, может быть полезно в технологии переработки углеводного сырья.

**Ключевые слова:** лактоза, карамелизация, водно-этанольные среды, *n*-толуидин, редуктоны, спектроскопия

## INFLUENCE OF AQUEOUS-ETHANOLIC MEDIA CONTENT ON LACTOSE CARAMELIZATION IN THE PRESENCE OF *p*-TOLUIDINE

**Cherepanov I.S.***Federal Budgetary Educational Institution of Higher Education Udmurt State University,  
Izhevsk, e-mail: cherchem@mail.ru*

Results of studying of aqueous-ethanolic media content influence on the incipient states of lactose caramelization dynamics and regularity of browning products formation in model systems with *p*-toluidine are presented. It is shown that increase of ethanol content from 15 to 62% leads to coloring intensity increase that can be bound to growth of enolic forms content in the ethanol-containing media. It is established that activating influence of alcohol as a part of the mixed solvent most is considerably shown at its concentration higher than 40% that is possibly caused by collateral influence of media content and presence of amino component. According to IR-Fourier spectroscopy data lactose caramelization product's structure differs from structure of products in systems with the arylamine that allows to assume a possibility of toluidine interaction with caramelization intermediates what the bathochromic band shift in electronic spectra in the area of 340-380 nanometers. Presence of alkaline catalysts leads to realize the ionic mechanism of carbohydrate's dissociation on the initial stages and endiolic intermediates forming a reductones, accelerating the caramelization. Medium alkalinity leads to mono ionized forms, condensed on initial stages forming oligomeric products, containing non transformed pyranose rings. Use of mixed solvents allows to optimize the nonenzymatic browning reaction dynamics by the ethanol content variation, which together with choosing of another reaction system parameters, may be useful in carbohydrate raw material technology.

**Keywords:** lactose, caramelization, aqueous-ethanolic media, *p*-toluidine, reductones, spectroscopy

Реакции неферментативного окрашивания лактозы в углевод-аминных системах представляются перспективными [1], что подтверждается возросшим в последние годы интересом к их изучению [1, 2], при этом, как и в системах с другими дисахаридами [3], а также моносахаридами [4], исследования проводились преимущественно в водных системах и алифатическими аминами и аминокислотами, в то время как неводные и смешанные растворители могут оказывать существенное влияние на процессы в углеводных системах [5].

Влияние аминов на процессы превращений углеводов наиболее полно изучено в условиях протекания реакции Майяра, в частности показано, что присутствие аминокислот интенсифицирует реакции неферментативного окрашивания, при этом анализ механизмов amino-карбонильных взаимодействий авторами не приводится. В работе [1] выдвигается предположение о каталитическом ускорении сахар-аминных реакций в присутствии высокомолекулярных аминов, но детального рассмотрения закономерностей процессов авторы

работы также не проводят. Аналогичное предположение справедливо и для сред с  $pH > 7$ , при этом каталитическое действие аминокислот на ранних стадиях проявляется в процессах отрыва и переноса протона с образованием промежуточных лабильных аминоконъюгатов. Очевидно, что на образовании подобных интермедиатов должен оказывать влияние характер реакционной среды, в связи с чем целью настоящего исследования являлось изучение влияния содержания этанола на динамику карамелизации и структуру продуктов в системе *D*-лактоза – *n*-толуидин в присутствии щелочи.

#### Материалы и методы исследования

Динамика карамелизации изучалась термостатированием водно-этанольного раствора лактозы (0,002 моль) в присутствии *n*-толуидина (0,002 моль) и каталитических количеств щелочи ( $NaOH, 2 \cdot 10^{-4}$  моль) в 25 мл смешанного растворителя в колбах с обратным холодильником в течение 1 часа при 80 °С. Содержание этанола (EtOH) в смешанном растворителе варьировалось в интервале 15–62%. Дополнительно в аналогичных условиях изучалась карамелизация лактозы в системе без толуидина. Для контроля динамики процесса выполнялись спектрофотометрические измерения (спектрофотометр СФ-2000), для чего по окончании нагревания отбирались пробы (1 мл), которые разбавлялись растворителем соответствующего состава (1:5), после чего в кварцевых кюветах снимались электронные спектры. Из оставшегося раствора удалялся растворитель, продукты промывались эфиром и высушивались. ИК-спектры выделенных и высушенных «браун»-продуктов снимались на ИК-Фурье спектрометре ФСМ 2201 (КВг, 1:200).

#### Результаты исследования и их обсуждение

Содержание этанола в реакционных системах варьировалось до 62%, что связано с ограниченной растворимостью лактозы в более концентрированных растворах. Использование *n*-толуидина в качестве аминокон компонента связано с характером реакционной среды, а также недостаточной изученностью ариламинов в качестве реагентов процессов неферментативного окрашивания. Анализ спектров поглощения реакционных систем (рис. 1) показывает увеличение поглощения в ближней УФ и видимой областях с ростом содержания этанола, при этом пологий максимум поглощения при 340–370 нм постепенно bathochromно

смещается, что может свидетельствовать об образовании конъюгатов взаимодействием редуктонов с аминокон компонентом.

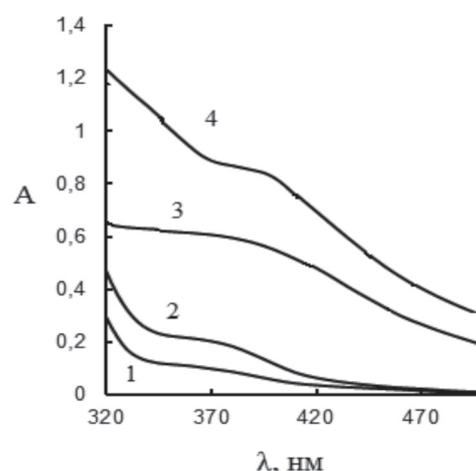
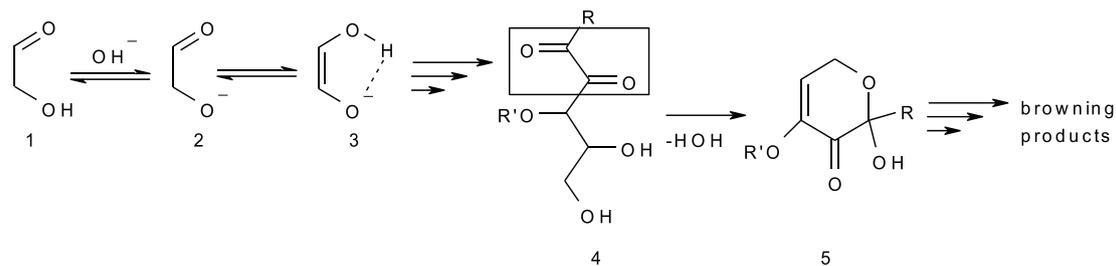


Рис. 1. Спектры поглощения исследуемых реакционных систем при варьируемом составе растворителя: 1 – 15% EtOH; 2 – 30% EtOH; 3 – 45% EtOH; 4 – 62% EtOH

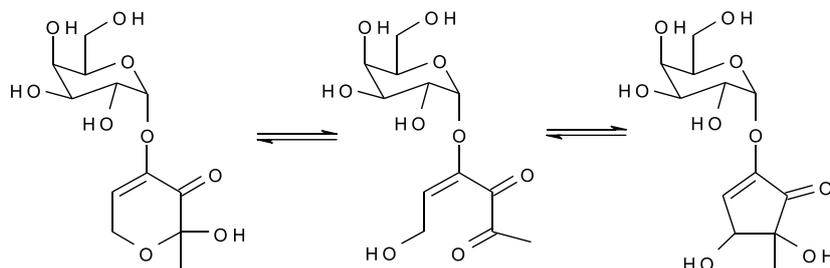
ИК-спектры продуктов, выделенных при термостатировании реакционных систем в течение 1 часа, показывают практически идентичный профиль полос во всех интервалах частотного диапазона (рис. 2), что говорит об однотипном механизме взаимодействия независимо от состава растворителя. В спектрах четко прослеживается наличие остатков исходного углевода (тонкая структура сигналов в области 1010–1090  $cm^{-1}$ , а также полоса при 1140  $cm^{-1}$ ), что предполагает наличие связанных гликозидных колец в составе «браун»-продуктов, и, вероятно, в структуре промежуточных конъюгатов.

Сравнивая положение полос поглощения в «аномерной» области, также можно прийти к выводу о наличии в продукте остатков лактозы: широкая полоса в области 750–780  $cm^{-1}$ , относимая к веерным колебаниям нескольких фрагментов углеводного скелета, а также сигналы при 875, 899 и 915  $cm^{-1}$  надежно свидетельствуют о практически нетрансформированных пиранозных циклах в структуре «браун»-продуктов.

В водно-этанольных средах с высоким содержанием воды механизмы реакций неферментативного окрашивания, вероятно, близки к таковым для водных сред. В связи с этим можно предположить ионизацию ацилоинового фрагмента углевода (1) и образование аниона (2), находящегося в таутомерном равновесии с ендиольным анионом (3):



Дальнейшие превращения приводят к  $\alpha$ -дикетонильным структурам (4), циклизующимся в  $\beta$ -пираноны (5), которые являются ключевыми интермедиатами образования «браун»-продуктов. Рассмотренный механизм характерен в большей степени для моносахаридов ( $R' \equiv \text{OH}$ ) [4]; в случае дисахаридов производные типа (5) также могут образоваться, в частности авторами [5] описан замещенный 2Н-пиран-3(6Н)-он ( $R' \equiv$  галактозил;  $R \equiv$  метил):



находящийся в растворах в равновесии с производным с ациклической формой агликана и способный замыкать пятичленный цикл. В системах с моносахаридами подобная структура является предшественником обеспечивающих окраску хромофоров, наличие же гликозидной связи, по мнению авторов [5] является основной причиной пониженной реакционной способности дисахаридов, при этом авторы [6] предполагают возможность трансформации редутонов (5) в более реакционноспособные интермедиаты.

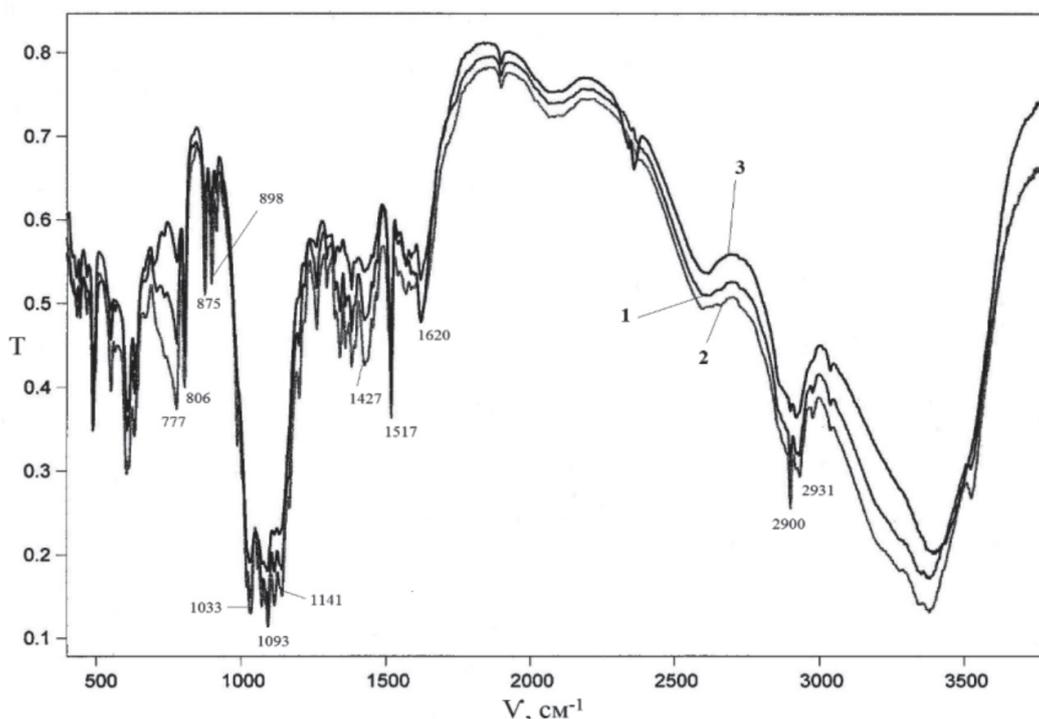


Рис. 2. ИК-Фурье спектры твердых продуктов, выделенных из реакционных систем: 1 – 15% EtOH; 2 – 30% EtOH; 3 – 62% EtOH

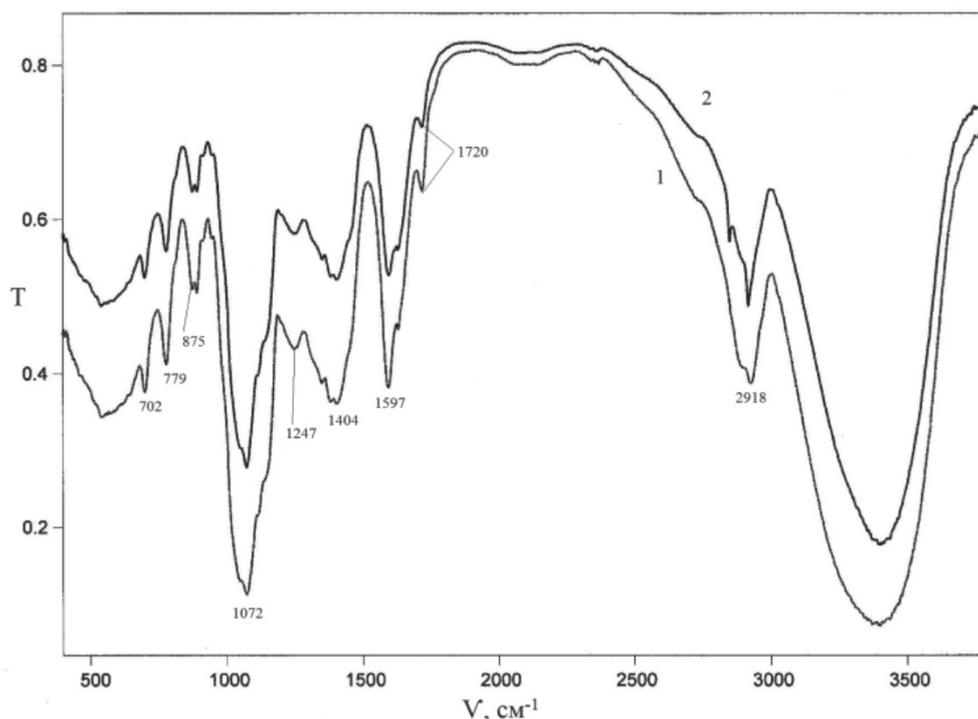
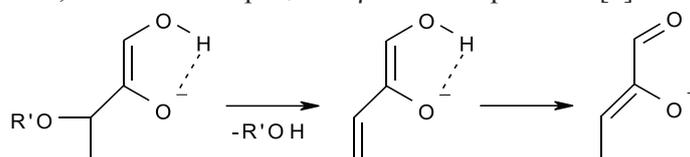


Рис. 3. ИК-Фурье спектры твердых продуктов, выделенных из реакционных систем в отсутствие *n*-толуидина при термостатировании в течение: 1 – 1 ч; 2 – 1,5 ч

Образование хромофорных фрагментов в структуре продуктов в изученных системах отчетливо наблюдается, в связи с чем можно предположить другие механизмы трансформации интермедиатов, в частности процессы β-элиминирования [2]:



с образованием 4-дезоксипроизводных, учитывая при этом присутствие амина в системе.

Независимо от механизма формирования редуктонов можно считать, что аминокомпонент принимает непосредственное участие в процессах, на что указывает в том числе отличие характера ИК-спектров продуктов, выделенных из реакционных систем, термостатированных в отсутствие *n*-толуидина (рис. 3).

Характер и положение полос поглощения существенно меняется, что свидетельствует о различии механизмов трансформации лактозы и непосредственном участии амина в ключевых стадиях процессов.

Интересно сопоставление результатов работы с данными, полученными нами ранее [7] для систем с более высоким ( $6 \cdot 10^{-3}$  моль) содержанием щелочи. Было показано, что в этом случае преобладающим про-

цессом является распад молекул углеводов с образованием низкомолекулярных редуктонов, продукты дальнейшей конденсации которых претерпевают бензильную перегруппировку.

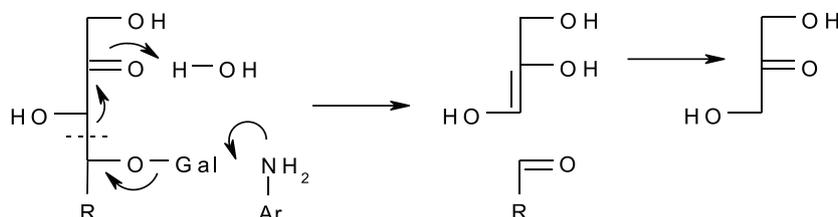
Максимумы поглощения реакционных систем в лактоза-*n*-толуидина в средах с различной щелочностью (62 % EtOH)

Полученные данные		Данные работы [6] <sup>1</sup>		
A <sub>350</sub>	A <sub>420</sub>	A <sub>280</sub>	A <sub>350</sub>	A <sub>420</sub>
0,92	0,70	2,50	1,85	1,25

Примечание. <sup>1</sup>Представлено с корректурой на разбавление проб.

Анализ данных таблицы показывает более высокие значения оптических плотностей в системах с высокой щелоч-

ностью, что можно связать с более интенсивно протекающим в этом случае процессом образования реакционноспособных  $C_2$ - $C_4$ -редуктонов, интенсифицирующим карамелизацию. Основываясь на данных авторов [8], можно дать ориентировочную количественную оценку возможности реализации различных процессов с участием углевода. В частности, ориентируясь на константы кислотности модельных дикарбониллов [8], можно показать, что неионизированная форма редуктона существует при концентрациях  $[OH^-] < 10^{-4}M$ , единожды ионизированная – при выполнении условия  $10^{-4}M < [OH^-] < 10^{-1}M$ , и дважды ионизированная – при  $[OH^-] > 10^{-1}M$ . Таким образом, в принятых условиях реализуется образование единожды ионизированных форм редуктонов, что способствует формированию на начальных этапах их трансформации олигомерных продуктов, включающих остатки углеводов в форме пиранозных колец, что подтверждается также характером ИК-спектров продуктов (рис. 2). С ростом щелочности возрастает вероятность трансформации  $\alpha$ -дикетонных фрагментов редуктонов посредством бензильной перегруппировки [7], что связано с активирующим эффектом ионизации на миграцию радикалов к соседней карбонильной группе [8].



о чем косвенно свидетельствует более интенсивное возрастание значений  $A_{420}$  в присутствии аминов [7].

### Заключение

Результаты проведенных исследований позволяют сформулировать следующие выводы:

1. Увеличение содержания этанола в реакционной среде от 15 до 62% приводит к возрастанию интенсивности окрашивания, что может быть связано с ростом содержания енольных форм в спиртовой среде, при этом активирующее влияние спирта в составе смешанного растворителя наиболее заметно проявляется при его концентрации выше 40%, что, вероятно, обусловлено совместным влиянием состава среды и присутствием аминок компонента.

2. По данным ИК-Фурье спектроскопии структура продуктов карамелизации лак-

тозы отличается от структуры продуктов в системах в присутствии ариламина, что позволяет предположить возможность взаимодействия толуидина с промежуточными продуктами карамелизации, о чем также свидетельствует bathochromic смещение полос в электронных спектрах в области 340–380 нм.

3. Присутствие в системе щелочи в каталитических количествах позволяет реализовать процесс по ионному механизму диссоциации углевода на начальных стадиях, образующиеся при этом енольные формы далее формируют редуктоны, развивая процессы карамелизации, при этом щелочность среды определяет образование моноионизированных форм, конденсирующихся на начальных стадиях в олигомерные продукты, содержащие практически не трансформированные пиранозные кольца.

**Список литературы**

1. Hellwig M. 3-deoxygalactosone, a «new» 1,2-dicarbonyl compound in milk products / M. Hellwig, J. Degen, T. Henle // *J. Agric. Food Chem.* – 2010. – Vol. 58. – P. 10752–10760.
2. Pfeifer Y. Investigation of reactive  $\alpha$ -dicarbonyl compounds generated from the Maillard reactions of L-methionine with reducing sugars via their stable quinoxaline derivatives / Y. Pfeifer, L. Kroh // *J. Agric. Food Chem.* – 2010. – Vol. 58. – P. 8293–8299.
3. Smuda M. Novel insights into the Maillard catalyzed degradation of maltose / M. Smuda, M. Glomb // *J. Agric. Food Chem.* – 2011. – Vol. 59. – P. 13254–13264.
4. Gobert J. Degradation of glucose: reinvestigation of reactive  $\alpha$ -dicarbonyl compounds / J. Gobert, M. Glomb // *J. Agric. Food Chem.* – 2009. – Vol. 57. – P. 8591–8597.
5. Frank O. On the influence of carbohydrate moiety on chromophore formation during food-related Maillard reaction of pentoses, hexoses and disaccharides / O. Frank, T. Hofmann // *Helv. Chem. Acta.* – 2000. – Vol. 83. – P. 3246–3261.
6. Degen J. 1,2-dicarbonyl compounds is commonly consumed foods / J. Degen, M. Hellwig, T. Henle // *J. Agric. Food Chem.* – 2012. – Vol. 60. – P. 7071–7079.
7. Черепанов И.С. Формирование структуры продуктов реакции неферментативного окрашивания D-лактозы в присутствии *n*-толуидина в щелочных водно-этанольных средах / И.С. Черепанов // *Ползуновский вестник.* – 2017. – № 2. – С. 90–94.
8. de Bruijn J. Alkaline degradation of monosaccharides. Part VII. Mechanistic picture / J. de Bruijn, A. Kieboom, H. van Bekkum // *Starch.* – 1987. – Vol. 39. – P. 23–28.
9. Vuorinen T. Kinetic of alkali catalyzed isomerization of D-glucose and D-fructose in ethanol-water solution / T. Vuorinen, E. Sjostrom // *Carbohydr. Res.* – 1982. – Vol. 108. – P. 23–29.
10. Smuda M. Degradation of 1-deoxy-D-erythro-hexo-2,3-diulose in the presence of lysine leads to formation of carboxylic acid amides / M. Smuda, M. Voigt, M. Glomb // *J. Agric. Food Chem.* – 2010. – Vol. 58. – P. 6458–6464.