

Разложение природных ароматических структур и ксенобиотиков грибами (обзор)

© 2004 г. М.Л. Рабинович, А.В. Болобова, Л.Г. Васильченко

Институт биохимии им. А.Н. Баха РАН, Москва, 119071,

[e-mail: mrabinovich@inbi.ras.ru](mailto:mrabinovich@inbi.ras.ru)

Обзор посвящен рассмотрению трансформации природных и синтетических ароматических соединений грибами - возбудителями белой, бурой, мягкой гнили древесины и почвенными гифомицетами. Обсуждены основные типы ферментов, вовлеченных в трансформацию лигнина и ароматических ксенобиотиков, регуляция их активности в условиях вторичного метаболизма и окислительного стресса. Проанализированы механизмы сопряжения систем деградации полисахаридов и лигнина, деградации нефенольных структур лигнина без участия лигнинпероксидазы, ферментативные механизмы с участием липопероксидных свободных радикалов, катионрадикальных и хиноидных медиаторов, ионов металла переменной валентности. Обсуждены пути образования собственных ароматических и галоароматических метаболитов у грибов, а также механизм адаптации грибов к ксенобиотикам ароматического характера.

Влияние дейтерирования на активность метанолдегидрогеназы *Methylophilus* sp. В-7741

© 2004 г. А.Б. Пшеничникова*, А.Н.С. Нево*, Е.В. Волкова*, Д.А. Складнев**, В.И. Щвец*

*Московская государственная академия тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова, Москва, 117571, [e-mail: biotechnology@mtu-net.ru](mailto:biotechnology@mtu-net.ru)

**Государственный научный центр генетики и селекции промышленный микроорганизмов, Москва, 113545, [e-mail: skladda@genetika.ru](mailto:skladda@genetika.ru)

Изучено влияние оксида дейтерия в среде на активность метанолдегидрогеназы (КФ 1.1.99.8) облигатной метилотрофной бактерии *Methylophilus* sp. В-7741. Активность этого фермента в экстракте биомассы, полученной в высокодейтерированной среде (²Н-фермент), в зависимости от условий реакции составила 34-47% от активности в экстракте контрольной биомассы. Изотопный эффект дейтерия (ИЭД) для субстрата (метанола) составил 1.37±0.05 и 1.38±0.01 соответственно для ¹Н-препарата и ²Н-препарата фермента. Впервые был обнаружен обратный ИЭД растворителя в реакции, катализируемой метанолдегидрогеназой (0.80±0.02 и 0.60±0.01 соответственно для ¹Н-препарата и ²Н-препарата фермента).

Выделение конъюгатов альбумина и рибонуклеаз

© 2004 г. Е.А. Зелепуга*, Н.В. Катюшкина**, В.М. Коликов**

*Тихоокеанский институт биоорганической химии ДВО РАН, Владивосток, 690022, [e-mail: zel@piboc.dvo.ru](mailto:zel@piboc.dvo.ru)

**Санкт-Петербургский государственный технический университет, Санкт-Петербург, 195251, [e-mail: fof@citadel.stu.neva.ru](mailto:fof@citadel.stu.neva.ru)

Предложен способ выделения конъюгатов альбумина и рибонуклеаз с использованием макропористых кремнеземов. Установлено, что в комплексообразовании с ферментами

вступает по крайней мере 76% макромолекул безлигандного сывороточного альбумина человека (БЛСАЧ). Показано, что в случае панкреатической РНКазы препарат включает в себя преимущественно конъюгаты, содержащие в среднем до 2 моль фермента на 1 моль БЛСАЧ, в то время как для бактериальной РНКазы, выделенной из клеток штамма *Bacillus intermedius* 7Р, преобладают более высокоактивные конъюгаты. Среднее молярное соотношение компонентов в таком конъюгате составляет 2.3 моль РНКазы на 1 моль БЛСАЧ для продукта с молекулярной массой до 92 кДа и 3.3 моль РНКазы на 1 моль белка-носителя для более высокомолекулярных продуктов.

Получение и свойства глюкозооксидазы из *Penicillium funiculosum* 433

© 2004 г. М.В. Сухачева, М.Е. Давыдова, А.И. Нетрусов

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, биологический факультет, Москва, 119899, e-mail: msukhacheva@mail.ru

Предложен метод выделения и очистки внеклеточной глюкозооксидазы из *Penicillium funiculosum* 433. Получен ферментный препарат с удельной активностью 3730 ед./мг белка и выходом 56%. По своим свойствам изученная глюкозооксидаза не уступает зарубежным аналогам и характеризуется высокой температурной стабильностью, устойчивостью к ионам металлов и хелатирующим агентам, возможностью работы в широком диапазоне рН.

Протеиназы из слизистой оболочки желудка сома европейского *Silurus glanis* L.

© 2004 г. Н.Н. Улитина, М.Т. Проскуряков

Кубанский государственный университет, биологический факультет, 350040, г. Краснодар, e-mail: ulitina@mail.kubsu.ru

Из слизистой оболочки желудка сома европейского *Silurus glanis* L методами высаливания $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, гель-хроматографии на сефадексе G-75 и ионообменной хроматографии на ДЭАЭЦ были выделены три протеиназы, обозначенные П 1, П 2 и П 3.

Изоэлектрофокусированием были определены изоточки выделенных ферментов, равные для П 1 - 1.9, для П 2 - 3.2 и для П 3 - 4.75. П 1 имел молекулярную массу 39800, П 2 и П 3 - 30200 Да. Все три фермента характеризовались оптимумом рН действия в области кислых значений рН. В той же области рН протеиназы проявляли максимальную стабильность. Это позволило отнести выделенные ферменты к пепсинам рыб.

Ферментативный гидролиз α -хитина

© 2004 г. А.В. Ильина, О.Ю. Зуева, С.А. Лопатин, В.П. Варламов

Центр "Биоинженерия" РАН, Москва, 117312, e-mail: varlamov@biengi.ac.ru

Показана возможность использования ферментного препарата Целловиридин Г20х для гидролиза α -хитина из различных источников. Чистоту конечного продукта процесса - N-ацетилглюкозамина доказывали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Получение хитина и хитозана из медоносных пчел

© 2004 г. С.В. Немцев*, О.Ю. Зуева*, М.Р. Хисматуллин*, А.И. Албулов**,
В.П. Варламов*

*Центр "Биоинженерия" РАН, Москва, 117312

**Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности, г. Щелково, 141121, [e-mail: varlamov@biengi.ac.ru](mailto:varlamov@biengi.ac.ru) (S.V. Nemtsev)

Исследованы и оптимизированы параметры процесса получения из подмора пчел хитина, хитозана и низкомолекулярного водорастворимого хитозана. Процесс включает стадии: депротеинирование подмора пчел, обесцвечивание хитин-меланинового комплекса, деацетилирование и ферментативный гидролиз хитозана пчел.

Разложение лигноуглеводного субстрата почвенными грибами-продуцентами лакказы и целлобиозодегидрогеназы.

© 2004 г. Л.Г. Васильченко, К.Н. Карапетян, С.Н. Ячкова, Е.С. Зернова, М.Л. Рабинович
Институт биохимии им. А.Н. Баха РАН, Москва, 119071, [e-mail: mrabinovich@inbi.ras.ru](mailto:mrabinovich@inbi.ras.ru)

Исследован рост неспорулирующих мицелиальных гибов ИНБИ 2-26(+) (продуцент лакказы) и ИНБИ 2-26(-) (продуцент целлобиозодегидрогеназы), а также смешанной культуры на лигноуглеводных субстратах в условиях глубоинной ферментации. Степень разложения лигнина, целлюлозы и гемицеллюлоз резаной овсяной соломы за 36 сут. составляла: 29.8; 51.4 и 72% для продуцента лакказы; 15.8; 33.9 и 59.1% для продуцента целлобиозодегидрогеназы и 15.8; 39.4 и 64.5% для смешанной культуры соответственно. Активность лакказы в среде при культивировании штамма 2-26(+) достигала максимума на 28 сут, активность целлобиозодегидрогеназы штамма 2-26(-) была максимальной с 14 по 28 сутки. Разработан метод определения активности целлобиозодегидрогеназы в присутствии лакказы. В смешанной культуре образовывались оба фермента, однако уровень синтеза лакказы был в 1.5 раза меньше, чем у штамма 2-26(+), а синтез целлобиозодегидрогеназы был таким же, как у штамма продуцента ЦДГ. Целлобиозодегидрогеназа не усиливала действия лакказы при разложении лигнина соломы.

Использование гриба *Panus tigrinus* для производства прессованных материалов из отходов хлопчатника.

© 2004 г. Д.А. Кадималиев*, В.В. Ревин*, В.В. Шутова*, В.Д. Самуилов**

*Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, 430000, г. Саранск,
[e-mail: biotech@moris.ru](mailto:biotech@moris.ru)

**Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 119899, г. Москва,
[e-mail: vds@8.cellimm.bio.msu.ru](mailto:vds@8.cellimm.bio.msu.ru)

Исследовано изменение химического состава стеблей хлопчатника при использовании их в качестве субстрата в твердофазном культивировании гриба *Panus tigrinus* и влияние этих изменений на свойства прессованных из них материалов. В первые 3 сут роста гриб лучше потреблял целлюлозу, а в последующие дни интенсивность потребления целлюлозы была сопоставима с потреблением лигнина. Глубина и характер изменений зависела от возраста инокулята. Интенсивность биодegradации отходов хлопчатника была выше при использовании 3-суточного инокулята. Прессованные материалы, изготовленные из сырья,

обработанного 3-суточным инокулятом гриба *P.tigrinus* в течении 2-3 сут, имели лучшие показатели.

Ферменты метаболизма серы у термоацидофильной бактерии *Sulfobacillus sibiricus*

© 2004 г. Е.Н. Красильникова*, Т.И. Богданова**, Л.М. Захарчук*, И.А. Цаплина**

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, 119992,

[e-mail: zakharchuk@mail.ru](mailto:zakharchuk@mail.ru)

**Институт микробиологии РАН, Москва, 117811,

[e-mail: tsaplina@mail.ru](mailto:tsaplina@mail.ru)

В клетках аэробной термоацидофильной бактерии *Sulfobacillus sibiricus*, штаммы N1 и SSO, обнаружены ферменты серооксигеназа, сульфитоксидаза, аденилсульфатредуктаза, роданаза, сера:Fe(III)оксидоредуктаза и сульфит:Fe(III)оксидоредуктаза. Их активность выявлена в клетках, выросших как на среде с элементарной серой, так и в присутствии различных сульфидных минералов или концентратов сульфидных руд. Степень аэрации при выращивании бактерий мало влияла на уровень активности ферментов метаболизма серы.

Особенности превращения фосфатов на хроматофорах *Rhodobacter sphaeroides*.

© 2004 г. Н.В. Гончарова*, О.Г. Кириченко*, Л.В. Филатова**

*Институт биохимии им. А.Н. Баха РАН, 119071, Москва, [e-mail:](mailto:inbiogonch@mail333.com)

inbiogonch@mail333.com

**Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, биологический факультет, 119899, Москва, [e-mail: ruslan@puma.protein.bio.msu.su](mailto:ruslan@puma.protein.bio.msu.su)

Показано образование АТФ при освещении хроматофоров фотосинтезирующей бактерии *Rhodobacter sphaeroides* одной короткой вспышкой света, т.е. в условиях, когда градиент протонов, образующихся в результате транспорта электронов после второй вспышки света, отсутствует. Синтез АТФ сопровождался образованием H₂O₂. Одновременное с АТФ образование H₂O₂ свидетельствует о том, что синтез АТФ сопровождается окислительной активацией фосфата, как в модельных системах с изолированным хлорофиллом. Полученные данные могут быть использованы для теоретического обоснования условий освещения в лабораторных и промышленных фотобиореакторах при культивировании фотосинтезирующих бактерий в биотехнологических процессах.

Микроорганизмы - деструкторы полихлорированных бифенилов.

© 2004 г. А.А. Ким*, Г.В. Песцов***, Х.Т. Ядгаров**, Г.И. Джуманиязова**, П.В.

Зиновьев**, Г.Т. Джураева*, А.А. Абдукаримов**, В.К. Гинс****

*Институт ядерной физики АН РУз, 702132, Ташкент, поселок Улугбек

**Институт генетики и экспериментальной биологии растений Академии Наук Республики Узбекистан, 702151, Ташкентская область

***Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, Россия, 700026, г. Тула

****Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства
овощных культур, 143080, Одинцово, Московская область

Из коллекционных штаммов почвенных бактерий - деструкторов хлорорганического пестицида - гексахлорциклогексана (ГХЦГ) выделено 4 штамма рода *Bacillus*, способных утилизировать полихлорированные бифенилы (ПХБ). Разработан метод получения меченных тритием ПХБ. С помощью меченного тритием ПХБ и метода ГЖХ исследованы потребление и деструкция ПХБ отобранными штаммами почвенных бактерий. Показано, что разрушение ПХБ происходит как в культуральной среде, так и в модельных условиях в почве.

Thermochemical Characteristics of 2,4-dichlorophenol Degrading Strain *Pseudomonas* GT241-1 of Growth Metabolism by Microcalorimetry

© 2004 г. Yao Jun*,**, Liu Yi*, Zhong Wenhui*, He Jing*, Zhou Qin*, Qin Xia***, Wang Jianping*, Qu Songsheng***, Yu Ziniu*;

*Key Laboratory of Agricultural Microbiology of Chinese Agriculture Ministry, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, P. R. China

**College of Life Science and Chemistry, Jishou University, Jishou, Hunan 416000, P. R. China

***Department of Chemistry, College of Chemistry and Molecular Science, Wuhan University, Wuhan 430072, P. R. China

By using LKB-2277 Bioactivity Monitor, ampoule method, the heat output of the growth metabolism of a 2,4-dichlorophenol degrading bacteria strain, *Pseudomonas* strain GT241-1, has been determined at 30⁰. From the thermogenic curves, it can be established that thermokinetic equation of their growth metabolism is $P_t = P_{t=0} \exp(k_m t)$, $dP/dt = k_m P^1$, with the order of growth metabolism $n = 1$. The experimental results indicate that the relationship between the metabolic power (P) and the cell concentration (C), and relationship between the metabolic power of each cell (P₀) and the cell concentration can be characterized by the following thermal equation: $C = a + kP$, $\ln C = a' + k'P_0$ or $dC / dP_0 = KC^1$. The order of the P₀-C equation n is also 1. These results are very significant in environmental sciences, biology and thermochemistry.

Влияние природных и генетически модифицированных ризосферных бактерий *Pseudomonas aureofaciens* на накопление мышьяка растениями.

© 2004 г. О.И. Сизова*, Е.В. Любунь**, В.В. Кочетков*, Ш.З. Валидов*, А.М. Боронин*

*Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина РАН, 142290, Пущино, Московская область, e-mail: kochet@ibpm.puschino.ru

**Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, 410049, Саратов, e-mail: ra4cft@ibppm.sgu.ru

Путем клонирования оперона устойчивости к мышьяку и гена цитрат-синтазы из хромосомы штамма *Pseudomonas aeruginosa* PAO1 получены генетические конструкции, обеспечивающие рекомбинантным бактериям устойчивость к мышьяку и повышающие растворимость фосфатов/арсенатов в почве. Получены генетически модифицированные варианты штамма *Pseudomonas aureofaciens* BS1393, устойчивые к высоким концентрациям мышьяка и способные растворять труднорастворимые соединения фосфатов/арсенатов. Показано положительное влияние рекомбинантных штаммов *P. aureofaciens* BS1393

(pUCP22::arsRBC) и *P. aureofaciens* BS1393 (pUCP22::gltA) на выживаемость растений сорго (*Sorghum saccharatum* L.) и на накопление ими мышьяка.

Влияние алкилоксибензолов на процессы солодоращения

© 2004 г. И.Ю. Степаненко*, Е.А. Смирнова**, Е.Ф. Шаненко**,
Г.И. Эль-Регистан*

*Институт микробиологии РАН, Москва, 117312, [e-mail: irina.ste@rambler.ru](mailto:irina.ste@rambler.ru)

**Московский государственный университет пищевых производств, Москва, 125080

Показана возможность применения одного из алкилоксибензолов (С7-АОБ) при солодоращении в качестве регулятора роста ячменя. Установлено, что в зависимости от концентраций (0.01-1.0%) и времени обработки (от 10 мин до 6 ч) ячменя раствором С7-АОБ его действие приводит к стимуляции развития зародышей (0.01-0.02%); подавлению роста вегетативных органов (более 0.5%); изменению ферментативных активностей проросшего зерна. Стимуляция активности амилолитического и белково-протеиназного комплексов ячменя в зависимости от концентрации С7-АОБ позволяет увеличить как степень осахаривания, так и белковое растворение солода, что повышает его качество.

Изменение активности супероксиддисмутазы в каллусной культуре *Rauwolfia serpentina* Benth., выращенной в стандартных условиях и при температурной шоке.

© 2004 г. Н.В. Кириллова

Санкт-Петербургская государственная химико-фармацевтическая академия, Санкт-Петербург, 197376, [e-mail: biochem@pharm.runnet.ru](mailto:biochem@pharm.runnet.ru)

Скорость накопления супероксиддисмутазы (СОД) в культуре клеток раувольфии при воздействии теплового шока (3 ч, 45 С) снижалась незначительно (на 4%), а при действии низких положительных температур (24 ч, 7 С) резко спадала (на 48%). Наблюдаемое при этом снижение уровня активности СОД являлось следствием снижения скорости биосинтеза ферментного белка и понижения концентрации фермента в культивируемых клетках. Одновременно при воздействии низких положительных температур наблюдалось компенсаторное уменьшение распада (Kd) активного белка и, как следствие, увеличение времени его "полужизни" ($t_{1/2}$), что частично компенсировало дефицит новосинтезированных молекул СОД. Через 24 ч после адаптации клеток при стандартных температурных условиях происходила нормализация исследуемых параметров.

Получение полисахаридов из каллусной культуры *Lemna minor* L.

© 2004 г. Е.А. Гюнтер, О.В. Попейко, Ю.С. Оводов

Институт физиологии Коми научного центра УрО РАН, Сыктывкар, 167982,
[e-mail: elena@physiol.komisc.ru](mailto:elena@physiol.komisc.ru)

Из каллусной культуры ряски малой *Lemna minor* L. экстракцией водой и раствором оксалата аммония выделены две фракции, представляющие собой кислый арабиногалактан

и пектин. Остатки галактозы и арабинозы в соотношении (2.0-2.5):1 являлись основными составляющими кислого арабиногалактана. В пектиновой фракции основными компонентами были остатки глюкуроновых кислот, галактозы и арабинозы. Процентное содержание арабиногалактана и пектина было близким. Используемые способы выделения полисахаридов не оказывали существенного влияния на выход полисахаридных фракций. Применение способа, включающего экстракцию водой, обработку биомассы водным формалином и разбавленной соляной кислотой и экстракцию водным оксалатом аммония, позволяет получить наиболее очищенный пектиновый полисахарид.

Препаративное получение и характеристика липазы зародышей пшеницы.

© 2004 г. В.С. Капранчиков*, Н.А. Жеребцов*, Т.Н. Попова**;

*Воронежская государственная технологическая академия, г. Воронеж, 394017,

[e-mail: biochem@vgta.vrn.ru](mailto:biochem@vgta.vrn.ru)

**Воронежский государственный университет, г. Воронеж, 394000,

[e-mail: Tatiana@po.vsu.ru](mailto:Tatiana@po.vsu.ru)

Предложен метод очистки и осуществлен подбор оптимальных условий выделения липазы (КФ 3.1.1.3) из зародышей пшеницы (*Triticum aestivum* L.). С помощью разработанного способа в результате 61-кратной очистки получен электрофоретически гомогенный ферментный препарат с удельной активностью $622.5 \cdot 10^{-3}$ мкмоль/мин*мг белка. Молекулярная масса фермента, определенная гель-хроматографическим методом, составила 143 ± 2 кДа. Оптимум действия фермента наблюдался при 37 С и рН 8.0. Для полученного ферментного препарата характерна высокая термостабильность. Фермент сохранял более 20% от исходной активности при инкубации в течении 1 ч в области высоких температур (60-90 С) при рН 8.0.

Роль белкового ингибитора полигалактуроназы в созревании плодов яблони и их устойчивости к поражению возбудителем плодовой гнили *Monilia fructigena*.

© 2004 г. Н.Л. Буза*, А.А. Криницына*, М.А. Проценко*, В.В. Вартапетян**

*Институт биохимии им. А.Н. Баха РАН, Москва, 119071, [e-mail: protsenko@inbi.ras.ru](mailto:protsenko@inbi.ras.ru)

**Биологический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Москва, 119992

Изучена динамика активности белкового ингибитора полигалактуроназы (БИПГ) в плодах яблони 6 сортов, различающихся по срокам созревания, и сопоставлена с интенсивностью поражения возбудителем плодовой гнили *Monilia fructigena*. Используемые в работе сорта яблок существенно различались по активности БИПГ и интенсивности поражения *M. fructigena*. Скорость распространения гриба *M. fructigena* по тканям плодов изменялась обратно пропорционально активности БИПГ. Устойчивость яблок к поражению *M. fructigena* по мере созревания увеличивалась. Одновременное увеличение активности БИПГ дает основание предполагать его важную роль в снижении поражаемости яблок плодовой гнилью.

Взаимосвязь между строением растительных стероидов и их действием на фитонематод.

© 2004 г. Ж.В. Удалова*, С.В. Зиновьева*, И.С. Васильева**, В.А. Пасешниченко**

*Институт паразитологии РАН, Москва, 119071, [e-mail: zudalova@mail.ru](mailto:zudalova@mail.ru)

**Институт биохимии им. А.Н. Баха АН, Москва, 119071, [e-mail: isvas@inbi.ras.ru](mailto:isvas@inbi.ras.ru)

Сравнивали действие некоторых растительных стероидов, относящихся к фураностаноловым гликозидам, гликоалкалоидам, а также α -экдизона на развитие фитонематод. На примере системы томаты *Lycopersicon esculentum* Mill. - галловая нематода *Meloidogyne incognita* Kofoid et White показали, что для проявления заметной нематотицидной активности необходимо наличие в молекуле стероида углеводной части и дополнительных гетероциклов в стероидном ядре. Максимальной активностью обладали гликозиды, углеводная часть которых представляет собой чакотриозу. Некоторые из исследованных соединений могут быть использованы для защиты растений от фитонематод.

Действие тяжелых металлов на проростки пшеницы; активирование антиоксидантных ферментов.

© 2004 г. С.В. Мурзаева

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, 445003,

[e-mail: ecology@attak.ru](mailto:ecology@attak.ru)

Исследовано накопление тяжелых металлов в зерне пшеницы при воздействии многокомпонентных загрязнителей (промышленные стоки). Показано, что степень очистки стоков определяет абсолютное содержание металлов: Zn, Cd, Cu, Cr, Ni, Co, Pb и Mn. Увеличение загрязненности зерна тяжелыми металлами сопровождалось повышением уровня активности антиоксидантных ферментов - супероксиддисмутазы, пероксидазы в корнях проростков. Обнаружено высокое отношение активности мембранных ферментов к цитозольным. Сделано заключение, что мембранотропное действие многокомпонентных загрязнителей обусловлено накоплением тяжелых металлов, индуцирующих антиоксидантную защиту в проростках нового поколения пшеницы.

Удерживание в процессе хранения компонентов эфирных масел, сорбированных нативным кукурузным крахмалом

© 2004 г. Т.А. Мишарина

Институт биохимической физики им.Н.М.Эмануэля РАН, 119991, Москва;

[e-mail: Tmish@rambler.ru](mailto:Tmish@rambler.ru)

Методом капиллярной газовой хроматографии изучено изменение в содержании компонентов эфирных масел, сорбированных сухим нативным кукурузным крахмалом, в процессе хранения. Найдено, что до 3 мес хранения изменения в составе летучих веществ были незначительны и образец сохранял органолептические характеристики. После 6 мес хранения терялось до 70-80% монотерпеновых углеводородов и низших сульфидов, потери терпеновых спиртов, ацетатов и кетонов не превышали 10%. Установлено, что при хранении происходило увеличение содержания компонентов эфирных масел, связанных на поверхности гранул крахмала.