

Вся одержана інформація дає можливість оцінювати ефективність адсорбенту, одержаного з біополімерів рослинного походження.

#### Література

1. Капрельянц Л. В. Функціональні продукти/ Л. В. Капрельянц, К. Г. Іоргачова. – О.: Друк, 2003. – 333 с.
2. Геммицеллюлозы/ М.С. Дудкин, В.С. Громов, Н.А. Ведерников С.К. и др. – Рига: Зинатне, 1991. – 488 с.
3. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. Изд. 2-е, перераб и доп. – М.: Химия, 1976. – 512 с.
4. Фролов Ю.Г. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии/ Ю.Г. Фролов, А.С. Гродский, В.В. Назаров. – М.: Химия, 1986. – 216 с.
5. Алесковский В.Б. Физико-химические методы анализа/ В.Б. Алесковский, В.В. Бардин, М.И. Булатов и др. – Л.: Химия, 1988. – 376 с.
6. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. – М.: Химия, 1982. – 400 с.
7. Пат. 26442. Україна, МПК А23L 1/0524. Спосіб одержання харчової добавки з адсорбційною здатністю/ Л.В. Капрельянц, М.І. Гоцуленко – № у 2007 03843; заявл. 06.04.2007; опубл. 25.09.2007, Бюл. № 15.

УДК 664.002.35 : 573.6

## АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПОЛУЧЕНИЯ ОЛИГОСАХАРИДОВ ПРЕБИОТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ И ИХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

Безусов А.Т., д-р техн. наук, проф., Пилипенко И.В., канд. техн. наук, ассистент,  
Средницкая З.Ю., старший научный сотрудник  
Одесская национальная академия пищевых технологий

*Регуляция клеточного метаболизма путём внешнего воздействия на клубни Helianthus tuberosus L. Позволяет индуцировать синтез специфических полифруктозанов с целью увеличения их содержания в сырье и разработки эффективного способа их извлечения*

*The cells metabolism regulation of root Helianthus tuberosus L. by outer influence indicates the specific polyfructosans synthesis for their contents increasing, and searching ways for effective obtaining polyfructosans*

Ключевые слова: топинамбур, инулин, инулиноподобные вещества, инулаза, полифруктозаны

В настоящее время изучению пребиотического действия олигосахаридов уделяется большое внимание. Создана Европейская комиссия по неперевариваемым олигосахаридам – ENDO (European comission on non-digestible oligosaccharides). В соответствии с положениями, выдвигаемыми ENDO, пребиотические эффекты олигосахаридов реализуются по следующим направлениям: увеличение числа и активности бифидо- и лактобактерий, оптимизация функции кишечника, увеличение абсорбции кальция, магния и др. металлов, модуляция липидного метаболизма, снижение уровня холестерина и триглицеридов, предотвращение развития рака кишечника.

На мировом рынке появляется все большее число пищевых добавок и продуктов функционального питания, содержащих олигосахариды, что отражает перспективность данного направления для коррекции нарушений микробиоценоза у человека.

Нормальная микрофлора кишечника является одним из барьеров на пути экзогенной инфекции - участвует в обезвреживании токсинов, ограничивая болезнетворность токсигенных бактерий, попадающих в кишечник, и их размножение. Наиболее благоприятные условия для жизнедеятельности микрофлоры возникают уже в дистальных отделах тонкой кишки, куда не попадают секреты желудка и поджелудочной железы, некоторые компоненты желчи, бактериостатические и бактерицидные эффекты которых ослабевают по мере приближения к толстому кишечнику.

На фоне дисбактериоза попавшие в организм возбудители кишечных заболеваний или условно-патогенные микроорганизмы в высокой концентрации быстро заселяют слизистую оболочку тонкой и толстой кишки, разрушая эпителиальные клетки и проявляя выраженный антагонизм по отношению к аутомикрофлоре. Развивается воспаление, что приводит к снижению продукции жирных кислот с короткими цепями, подавляющих рост патогенных микроорганизмов.

Несмотря на то, что кишечная микрофлора достаточно устойчива к переменам в диете, стрессам, в ряде случаев кишечник меняет свою микрофлору, реагируя на разнообразные нарушения гомеостаза. Это приводит к нарушениям нормальной микрофлоры кишечника, называемым дисбактериозом. В случае же развития изменений не только среди бактерий, но и среди других представителей сапрофитной микрофлоры используют термин "дисбиоз". Дисбактериоз регистрируется у большинства больных с патологией желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) инфекционной и неинфекционной природы, у пациентов и реконвалесцентов после острых вирусных и бактериальных инфекций некишечной локализации, при хронических воспалительных и аллергических заболеваниях, лучевой болезни, у онкобольных, а также на фоне применения цитостатиков и антибиотиков.

Поддержание нормальной микрофлоры может осуществляться тремя путями:

а) применение эубиотиков – препаратов, содержащих живые бактерии и предназначенных для восстановления состава микрофлоры. Их действие сводится к искусственному заселению кишечника коли-, лакто- и бифидобактериями специфических, а также искусственно выведенных штаммов и другими микроорганизмами, вытеснению благодаря этому болезнетворных штаммов и восстановлению нормального биоценоза.

б) использование пробиотиков. Под этим подразумеваются не только средства, содержащие живые микроорганизмы, но также и вещества микробного, растительного и животного происхождения, оказывающие при естественном способе введения благоприятные эффекты на физиологические функции, биохимические и поведенческие реакции организма хозяина через оптимизацию его микроэкологического статуса. Термин "пробиотики" имеет более широкое значение, нежели эубиотики.

в) использование пребиотиков – веществ, являющихся субстратным и энергетическим материалом для нормальной микрофлоры и оказывающих пробиотическое действие. Наиболее распространенные бифидогенные факторы – моносахариды и олигосахариды, которые являются источником энергии для микроорганизмов. Например, лактоза, которой богато молоко, наиболее активно метаболизируется лактобациллами и бифидобактериями. N-ацетилглюкозамин, содержащийся в женском, но отсутствующий в коровьем молоке, стимулирует рост бифидобактерий. Это способствует опережающему размножению бифидобактерий и их повышенному содержанию в кишечнике новорожденных при естественном вскармливании.

При рассмотрении особенностей препаратов, содержащих сапрофитную микрофлору, ее компоненты или метаболиты, следует отметить невозможность полной адаптации стартерных культур по генетическим характеристикам (генетические различия между отдельными штаммами молочнокислых бактерий огромны, что крайне важно для реализации их биологического эффекта) к собственной микрофлоре. Микробиоценозы современных организмов содержат многочисленные комбинации простейших симбиотических ассоциаций. На формирование микробной экосистемы человека затрачены миллионы лет эволюции.

В связи с этим конструирование адекватного пробиотика для конкретного индивидуума является сложной задачей.

Пробиотики должны разрабатываться и назначаться с учетом высокой видо- и индивидуальной специфичности микрофлоры. В действительности соответствие этому требованию имеется лишь в части происхождения штамма – по видовой принадлежности донора.

Известно, что у 7 % работников фабрик по производству бактериальных препаратов через 5 лет работы развивается аллергический дерматит. В научной литературе описаны случаи развития аутоиммунных заболеваний на фоне лечения препаратами лактобактерий. Последние способны увеличивать гистидин-карбоксилазную активность, что приводит к усилению выброса гистамина и других биологически активных аминов. Иммуномодулирующий эффект пробиотиков зависит от исходного иммунологического статуса больного. Предотвращение развития аллергических реакций гарантированно может быть достигнуто лишь при использовании аутопробиотиков. В данном случае штаммы нормальной микрофлоры изолируются от конкретного индивидуума и используются для коррекции его микроэкологии. Однако указанный способ неприемлем для массового применения в условиях фармацевтических производств.

Оптимальным подходом к коррекции дисбиозов является применение пребиотиков – веществ, необходимых для роста и размножения микроорганизмов, присутствующих в пищеварительном тракте хозяина. Стимулировать рост аутоштаммов путем введения бифидогенных факторов, то есть пробиотиков,

более физиологично, нежели вводить эубиотики экзогенно. Список веществ, обладающих пребиотическим действием, достаточно обширен.

Приведем основные группы веществ:

- алифатические спирты: ксилит, сорбит;
- моносахариды: мелибиоза, ксилобиоза, раффиноза;
- олигосахариды: лактулоза, лацитол, соевый олигосахарид, фруктоолигосахарид, галактоолигосахарид, изомальтоолигосахарид, гентиолигосахарид;
- полисахариды: пектины, пуллулан, декстрин, инулин;
- ферменты:  $\beta$ -галактозидазы микробного генеза, протеазы сахаромидетов;
- пептиды: соевые, молочные;
- аминокислоты: валин, аргинин, глутаминовая кислота;
- антиоксиданты: витамины А, С, Е,  $\alpha$ - и  $\beta$ -каротин, глутатион, убихинон, соли селена;
- ненасыщенные жирные кислоты: эйкозопентаеновая кислота;
- органические кислоты: пропионовая, уксусная, лимонная;
- растительные и микробные экстракты;
- разные: лецитин, пара-аминобензойная кислота, лизоцим, пищевые волокна, лактоферрин (сохраняется в женском молоке, естественным путем стимулирует рост микрофлоры у младенца), глюконовая кислота, крахмальная патока, экстракты водорослей.

В мировой практике наибольшее коммерческое значение имеют олигосахара (их получают прямой экстракцией естественных полисахаридов из растительного сырья, гидролизом растительных полисахаридов или путем энзиматического синтеза) и пищевые растворимые волокна типа инулина. В США в сутки человек потребляет 3–4 г олигосахаридов. К ним относят соединения, молекулы которых построены из остатков моносахаридов, соединенных О-гликозидными связями. Строго разграничить олигосахариды и полисахариды сложно, поскольку природные углеводы представлены почти непрерывным рядом соединений от моносахаридов до высших полисахаридов.

С методической точки зрения олигосахаридными соединениями считают те, которые содержат 8–10 моносахаридных звеньев, а к полисахаридным относят более высокомолекулярные сахара.

Как было сказано выше, важнейшим источником олигосахаридов являются продукты частичного гидролиза полисахаридов, при этом полисахариды расщепляются на олигомерные фрагменты. Кроме кислотного гидролиза используют ферментативное расщепление с помощью полисахаридаз. Принципиальным преимуществом ферментативного гидролиза перед кислотным является его специфичность. Базовая группа олигосахаридов получается из сахара, который выделяют из натуральных сахаров.

Олигофруктоза, получаемая частичным энзиматическим гидролизом инулина, имеет степень полимеризации менее 10 (раффиноза, Orafti).

В реакции, катализируемой 1,2-фруктан 1-фруктозилтрансферазой с сахаром в качестве субстрата, получается низкомолекулярный олигосахарид со степенью полимеризации менее 4 – фруктоолигосахарид (неосахар или актилайф, Beghin-Meji Industries, Paris, Франция). Короткоцепочечные фруктоолигосахариды – смесь олигосахаридов, содержащих глюкозу, связанную с фруктозой (количество моносахаридных звеньев  $n=4$ ). Олигосахарид, состоящий из остатка галактозы и остатка фруктозы, называется лактулоза ("Лактулоза сироп", Италия, "Лактофилтрум", Россия) [1].

Олигосахариды в природе подвергаются расщеплению с помощью ферментов, катализирующих расщепление гликозидных связей – гликозидаз. Эти ферменты обычно индуцируются, то есть их выработка стимулируется добавлением субстрата ферментов.

Микроорганизмы кишечника утилизируют олигосахариды с помощью гликозидаз, и введение олигосахаридов приводит к увеличению продукции и усилению активности этих ферментов. Для многих гликозидаз характерно также и трансферазное действие, то есть они способны катализировать не только гидролиз гликозидной связи, но и перенос моносахаридного остатка с образованием нового олигосахарида. Из сказанного следует, что олигосахариды – не только энергетический субстрат для микроорганизмов кишечника, но, видимо, они запускают каскад ферментативных реакций.

Сравнительное изучение фруктанов в качестве пребиотиков показало, что чем короче цепь полисахарида, тем меньше специфичность ферментации определенными микроорганизмами кишечника. Поэтому использование синтетических низкомолекулярных фруктоолигосахаридов обеспечивает более эффективную ферментацию многими микроорганизмами кишечника.

Фруктоолигосахарид (ФОС) – смесь три-, тетра- и пентасахаридов глюкозы и фруктозы, входит в состав ряда коммерческих препаратов: Бифидо Бак и незарегистрированные в Украине средства: Neosugar, NutraFlora, Actilight. Промышленное производство путем энзиматического преобразования

сахарозы осуществляет фирма Meiji Seika, производственные площади которой имеются в Японии, Южной Корее, Таиланде. Основным потребителем продукта – Япония (75 % общего объема на сумму один миллиард иен), остальное экспортируется в США и Францию.

Согласно данным японских исследователей [2], причиной существенного снижения смертности от рака толстой кишки в Японии по сравнению с североамериканцами (16 и 25 случаев на 100 000 соответственно) является широкое использование NutraFlora. Полагают, что антиканцерогенное действие NutraFlora реализуется за счет снижения уровня (глюкуронидазы, гидролазы, гликолевой кислоты, ферментов, отвечающих за увеличение риска развития рака).

Фруктоолигосахариды входят в состав более 500 японских продуктов и считаются стратегическим продуктом для поддержания здоровья нации. Французы вводят фруктоолигосахариды в состав йогурта "Данон". В США выпускают 2 йогурта с фруктоолигосахаридами. Средняя цена суточной дозы фруктоолигосахаридов для потребителя составляет 60 центов.

Фруктоолигосахариды получают микробиологическим синтезом с использованием сахарозы и *Aspergillus niger*, причём 450 г фруктоолигосахаридов стоит 5-9 долларов. Голландским ученым удалось имплантировать ген синтеза фруктоолигосахаридов в сахарный тростник. Пищевые волокна сахарного тростника, накапливающего фруктоолигосахариды, создают дополнительные поверхности для адгезии и размножения бифидобактерий.

Стоимость получения фруктоолигосахаридов из трансгенного сахарного тростника в 5-10 раз ниже микробиологического метода.

Трансгалактозилированные олигосахариды (TOS). Смесь три-, тетра-, пента- и гексасахаридов галактозы и глюкозы. Их утилизируют только бифидобактерии. Потребность человека составляет 3-10 г в день.

Соевый олигосахарид (SOE) представляет собой смесь сахарозы (44 %), стахилозы (23 %), раффинозы (7 %) и моносахаридов. Не деградирует в ЖКТ, ферментируется микроорганизмами. Все штаммы бифидобактерий, кроме *Bifidobacterium bifidum*, ферментируют SOE.

Испытания, проведенные исследователями на добровольцах в Японии, показали, что SOE по сравнению с другими олигосахаридами в 3 раза интенсивнее влияет на рост бифидобактерий. Его сладость составляет 70 %, а калорийность 50 % от соответствующих показателей обычного сахара.

В Европе широко используют инулиноподобные фруктановые пребиотики. Инулин является полисахаридом, построенным из остатков фруктозы, поэтому такие полисахариды называют растительными фруктанами, степень полимеризации инулина равна приблизительно 35 моносахаридным остаткам. Продукт со степенью полимеризации от 2 до 60 и выше, экстрагируемый из корней цикория, также идентифицируют как инулин. Так как инулин легко растворим в горячей воде и выпадает в осадок при охлаждении, он может быть экстрагирован водой из подземных частей многих растений, в которых он накапливается в качестве запасного углевода – артишока, девясила, одуванчика, цикория, фасоли и др. Корни одуванчика к осени накапливают до 40 % инулина. Инулин, из которого получают олигомеры с низким молекулярным весом, называют "high-performance inulin" (рафтилин, Orafti, Tienen, Бельгия).

Для фруктанов, так же, как и для олигосахаридов, характерна устойчивость к ферментам верхних отделов ЖКТ, в нерасщепленном виде они достигают слепой кишки, после чего начинается микробная ферментация. Интересной особенностью инулина как пребиотика является то, что он не влияет на рост бифидофлоры в случае нормального ее содержания, но стимулирует при уменьшении титра. Инулин назначают от 9 до 34 г в сутки. В виде муки из топинамбура он входит в состав комбинированного американского пробиотика *Optiflora*.

В составе отечественных биологически активных добавок (БАД) инулин встречается часто. Инулин обладает синергетическим действием с олигосахаридами.

Существует четыре основных способа промышленного получения олигосахаридов [3]:

- контролируемый гидролиз растительных и микробных полисахаридов (например, инулина до фруктоолигосахаридов);
- выделение из растительного сырья (фруктоолигосахариды из топинамбура, чеснока, лука, цикория, бананов, томатов);
- химический синтез путем изомеризации (например, лактозы в лактулозу в щелочной среде при повышенной температуре);
- ферментативный синтез из простых сахаров реакцией трансгликозилирования.

Инулин является наиболее ценным и преобладающим в клубнях топинамбура компонентом, однако наряду с ним в клубнях содержатся также большое количество инулидов. Инулиды не являются само-



стоятельными соединениями, а представляют собой продукты деполимеризации инулина под влиянием ферментов.

При созревании клубней и непрерывном нарастании сухих веществ происходит накопление инулина с сопутствующими полифруктанами. Позднее, в октябре, ноябре, инулин подвергается частичному распаду, за счёт чего происходит увеличение количества спирторастворимых олигосахаридов.

Кроме того, известно, что клубни топинамбура содержат ряд ферментов: оксидоредуктазы, оксигеназы, тирогиназы и инулиназы, или инулиназы. Существенное значение из всех ферментов имеют инулиназа, или инулаза. Считают, что синтез инулина в растениях и его распад происходят под влиянием инулазы и этот фермент способен действовать и гидролизующе и деполимеризующе.

В первом случае в результате его действия образуется фруктоза, а во втором – ряд продуктов распада различной степени полимеризации, так называемые инулиды.

Известно, что растения, содержащие полифруктаны, выдерживают низкие отрицательные температуры без потери способности к прорастанию [4]. Нами было изучено влияние замораживания как способа обработки клубней на содержание редуцирующих сахаров и инулина (табл. 1).

**Таблица 1 – Влияние замораживания на накопление инулина в клубнях топинамбура**

Клубни топинамбура	Углеводы, массовая доля инулина в сухом веществе, %	
	Редуцирующие вещества	Инулин
Осенний урожай	22,19	21,0
Осенний урожай с замораживанием до минус 14 °С	22,9	22,0
Весенний урожай	10,13	7,5
Весенний урожай с замораживанием до минус 14 °С	14,5	12,9

Исследование сезонной динамики углеводного состава топинамбура указывает, что наиболее значительное содержание инулина мы наблюдали в клубнях осеннего урожая, причём физическая обработка замораживанием незначительно, но увеличивала его содержание, количество редуцирующих веществ при замораживании практически не изменялось.

Замораживание в обоих случаях провоцировало увеличение содержания инулина, причём в случае топинамбура весеннего урожая содержание инулина увеличивалось более, чем в 1,5 раза.

Данный экспериментальный результат свидетельствует про возможный фитоиммунный ответ на замораживание в клубнях, проявляющийся в синтезе или активизации ферментных систем – катализаторов синтеза полифруктана – инулина.

Литературные данные свидетельствуют, что согласно модели, предложенной Эдельманом и Джефордом [5], синтез инулина в клубнях *Helianthus tuberosus L.* происходит в два этапа. На первом – из двух молекул сахарозы (GF) образуются глюкоза (G) и трисахарид 1-кестоза (GF2):  $GF + GF = GF2 + G$ . Катализатором процесса является фермент сахароза-сахароза-фруктозилтрансфераза (SST). В данном случае сахароза является и донором и акцептором фруктозильных остатков.

Недавно было обнаружено, что под действием SST могут также синтезироваться олигосахариды со степенью полимеризации до 5 (GF3 и GF4) [108].

Следующим шагом биосинтеза фруктана является реакция между образовавшимся олигосахаридом GF<sub>n</sub> менее 5, который выполняет функцию донора фруктозила и молекулой сахарозы или фруктана в роли акцептора:  $G(F)_n + G(F)_m \rightarrow G(F)_{n-1} + GF_{m+1}$ . Реакция катализируется фруктан-фруктан-фруктозилтрансферазой (FFT), которая участвует в перераспределении фруктозильных остатков между GF<sub>n</sub> менее 5 и сахарозой. В результате неоднократного трансфруктозилирования происходит образование высокомолекулярных фруктанов.

Хотя двухшаговая модель биосинтеза фруктанов была предложена еще в 1968 г., потребовалось 30 лет для ее экспериментального доказательства. В 1994 г. из клубней топинамбура была выделена и очищена фруктозилтрансфераза с относительной молекулярной массой около 70 кДа [2]. Этот фермент при инкубировании неочищенных экстрактов клубней с сахарозой катализировал реакцию полимеризации фруктанов путем перераспределения фруктозильных остатков от олигофруктанов к фруктанам с большей степенью полимеризации. Поскольку в качестве наименьшего донора фруктозила выделенный фермент использовал трисахарид (GF2), то он был идентифицирован как FFT.

Доказательство существования фермента, катализирующего синтез трисахарида, было получено в 1996 г. Описаны [1] выделение и характеристика фруктозилтрансферазы из клубней *Helianthus tuberosus* L., имеющей профиль активности, отличный от активности FFT.

В противоположность FFT этот фермент при встречном синтезе мог использовать сахарозу как наименьший субстрат – донор фруктозила в реакциях полифруктозирования, для которых синтез трисахарида являлся преобладающим. Поэтому фермент был обозначен как SST.

Таким образом, в результате исследования ферментативных свойств SST и FFT было показано, что FFT не способна катализировать начальный этап синтеза фруктанов, тогда как SST не способна катализировать формирование фруктановых полимеров со степенью полимеризации выше пяти. SST может распределять фруктозильные остатки между сахарозой также эффективно, как FFT между молекулами GF2, GF3 и GF4.

Основная концепция выдвинутой ранее модели синтеза фруктанов, что один фермент ответственен за синтез трисахарида, а другой за синтез высших фруктанов, подтверждена экспериментальными данными исследователей [1].

Исходя из вышеизложенного, нами были проведены исследования, направленные на изучение более детальных изменений углеводной составляющей топинамбура в зависимости от времени его сбора с целью определения зависимости наиболее эффективного действия инулин-синтезирующих ферментов от времени сбора клубней топинамбура, а также роль замораживания как предварительной обработки клубней для инициирования деятельности этих ферментов. Результаты исследования представлены в табл. 2.

Полученные результаты дают возможность сделать вывод, что наиболее значительное влияние замораживание как способ обработки клубней топинамбура оказывает в случае с образцами, собранными в апреле, а также осенью. Из этого следует, что замораживание как способ активации ферментов, ответственных за накопление инулина в клубнях: сахароза-сахароза-фруктозилтрансферазы (SST) и фруктан-фруктан-фруктозилтрансферазы (FFT), наиболее эффективно именно в эти периоды. Таким образом, для получения инулин-синтезирующих ферментов из топинамбура возможна предварительная обработка клубней, собранных в апреле либо осенью, замораживанием.

**Таблица 2 – Влияние замораживание до минус 14 °С на изменение углеводного состава клубней топинамбура различного срока сбора урожая**

Месяц сбора клубней	Массовая доля углеводов в общей массе углеводов сухого вещества, %			
	Инвертный сахар	Инвертный сахар после замораживания	Инулин	Инулин после замораживания
март	61,03	64,22	22,42	23,90
апрель	52,44	53,88	15,96	20,09
май	29,64	34,20	14,40	15,20
сентябрь	58,75	64,50	21,24	24,19
октябрь	60,28	65,28	21,88	24,90

Последующее извлечение ферментного комплекса, содержащего синтетазы инулина представляется возможным путём отделения жидкой фракции клубней. Исходя из вышеизложенного, нами был исследован механизм синтеза и накопления ФОС (инулина и инулиноподобных веществ), определена природа инулинсинтезирующих ферментов и методы инициирования этих ферментных систем. Предложены методы извлечения ферментного комплекса топинамбура – синтаз инулина с целью дальнейшей разработки технологии получения ФОС из сахарозы ферментативным методом.

#### Литература

1. M.J. Playne, R. Crittenden. Commercially available oligosaccharides / Bulletin of IDF, №313. 1996. – P. 10 – 22.
2. Доронин А. Ф., Шендеров Б. А. Функциональное питание. – М.: ГРАНТЪ, 2002 - 296 с.
3. Leung AY, Foster S. Encyclopedia of Common Natural Ingredients Used in Food, Drugs and Cosmetics, 2nd ed., (New York: John Wiley & Sons, Inc. 1996). 208
4. Голубев В.Н., Пасько Н.М., Волкова И.В. Хранение и переработка с/х сырья. 1995. N 5. С. 41-46.
5. Данилов М. Б. Теоретическое обоснование и разработка технологии пробиотических продуктов с использованием бифидо- и лактобактерий: Дисс ... д. т. н. – Улан-Удэ, 2004. – 302 с.