

УДК 664.64

Профессор Л. П. Пащенко,

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств, тел. (473) 255-38-51

ассистент В. Л. Пащенко

(Воронеж. гос. аграр. ун-т.) кафедра технологии переработки растениеводческой продукции, тел. (473) 253-74-88

Вторичное растительное сырье – биологически активная составляющая для создания продуктов питания нового поколения

Рассмотрена актуальность применения вторичных продуктов переработки растительного сырья таких, как жмых амаранта и шрот расторопши, в качестве биологически активных веществ для создания функциональных продуктов питания.

The relevance of secondary products of plant raw materials such as bagasse and amaranth seed meal of milk thistle, as a biologically active materials to create functional foods.

Ключевые слова: вторичное сырье, биологически активное вещество, жмых амаранта, шрот расторопши, функциональное питание.

Современная стратегия создания продуктов здорового питания – функциональных продуктов – состоит в применении пищевого сырья, отличающегося от традиционного содержанием дефицитных для населения страны нутриентов с более высокой пищевой и биологической ценностью, в том числе из малоизученных источников – вторичных продуктов переработки растительного и животного сырья [1]. Один из определяющих факторов в разработке функциональных продуктов – научно обоснованный подход к выбору новых сырьевых ресурсов, отличающихся высоким содержанием незаменимых аминокислот, в растительных маслах – полиненасыщенных жирных кислот ω -3, ω -6 и незаменимых для человека микронутриентов – витаминов и биогенных элементов.

Вещество или комплекс веществ, обладающих способностью оказывать благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека при систематическом употреблении в количествах, составляющих от 15 до 50 % от суточной физиологической потребности, характеризуют как биологически активные и/или физиологически ценные, безопасные для

здоровья обогатители. Основной принцип создания функциональных пищевых продуктов (ФПП) на основе достижений науки о питании – укрепление здоровья человека путем влияния на физиологические реакции организма или на организм в целом. ФПП рекомендуются к систематическому употреблению для сохранения и улучшения здоровья, снижения риска развития заболеваний благодаря наличию в их составе биологически активных веществ. Они не являются лекарственными средствами, способствуют росту и развитию детей, тормозят старение организма.

Все продукты функционального питания содержат ингредиенты, придающие им функциональные свойства. К основным видам относятся пищевые волокна (растворимые и нерастворимые), витамины, минеральные вещества, ω -3-жирные кислоты, которые содержатся в растительных маслах, рыбьем жире, антиоксиданты (β -каротин, аскорбиновая кислота, α -токоферол), олигосахариды, а также группа, включающая микроэлементы, бифидобактерии и др. [2].

При создании ФПП и оценке показателей их качества необходимо определять и учитывать состояние природных жизненно важных ресурсов, их санитарно-гигиенические показатели. На основании этих исследований судят о пригодности сырья и

продукции и делают заключение о ее функциональности.

Для пищевой промышленности, перерабатывающей многокомпонентное сельскохозяйственное сырье, проблема его ресурсосбережения и комплексного использования особенно важна. При получении основной продукции сырье используется на 15–30 %, а остальная часть его переходит в отходы и вторичные сырьевые ресурсы. Рациональное применение именно этой части и составляет задачу, которую способны решить малоотходные и ресурсосберегающие технологии, как часть научно-технического прогресса экономики.

Жмых амаранта – вторичный продукт переработки зернового амаранта *Amaranthus hybridus* или *A. cruentus* при получении амарантового масла прессовым способом. Для исследований этот продукт поступал с ООО «Русская Олива» (г. Воронеж). Жмых амаранта – это многокомпонентная биологически активная полифункциональная система, способная обогатить эссенциальными нутриентами состав пищевых продуктов и придать им функциональные свойства. Он обладает рядом функциональных свойств за счет биологически активных веществ (БАВ), входящих в его состав: ПВ (пектины, клетчатка), белков, незаменимых аминокислот, ПНЖК, сквалена, минеральных веществ (Ca, Se, Fe, Zn, Mn, Co, Cu, P, Mg) и витаминов (Р, β-каротин, С, Е, В₁, В₂) и т. д.

Состав жмыха амаранта представлен компонентами, %: вода – 6,89; белки – 22,16; углеводы – 57,47; жиры – 8,87; зола – 4,01.

Основная часть углеводов жмыха амаранта – полисахариды (72 %). К ним относятся нерастворимые и растворимые ПВ (клетчатка и пектины соответственно), дефицит которых в питании приводит к нарушению работы ЖКТ человека. Значение клетчатки заключается в том, что она является стимулятором кишечной перистальтики, усиливает секрецию кишечных желез и придает пище объем, что важно с точки зрения ощущения сытости.

Пектины жмыха проявляют лечебное действие не только при заболеваниях ЖКТ. Установлена их способность снижать уровень холестерина, выводить из организма токсичные и радиоактивные металлы. Обезвреживающее действие пектинов нашло широкое применение в лечебно-профилактическом питании для

предупреждения интоксикаций соединениями тяжелых металлов, особенно неорганическими соединениями свинца, а также при работе с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений.

Следовательно, углеводный комплекс жмыха амаранта ценен для питания человека и его целесообразно использовать при создании продуктов питания функционального назначения.

По данным НИИ питания РАМН, уровень и качество питания основных групп населения в нашей стране в последние десять лет резко снизились. Особенно низким стало потребление белковых продуктов. Быстрее и более экономично можно решить эту проблему, используя продукцию растениеводства, в частности, за счет переработки амаранта. При недостаточном количестве белка в пище задерживается рост и общее физическое развитие ребенка. Одна из важнейших функций белковых молекул – пластическая. Все клеточные мембраны содержат белок. Его количество в мембранах составляет более половины массы. Белки-гормоны такие, как инсулин, вазопрессин, тиреоглобулины и т.д., выполняют регуляторную функцию в организме человека.

Другая функция белков – защитная, основанная на поддержании иммунитета. Также можно выделить белки с рецепторной функцией – звуковые, вкусовые, световые и другие рецепторы. Недостаточное потребление незаменимых аминокислот, участвующих в синтезе тканевых белков, оказывает влияние на различные функции организма. Лизин и триптофан необходимы для роста. Лизин и гистидин связаны с функцией кроветворения, лейцин и изолейцин – щитовидной железы, фенилаланин – щитовидной железы и надпочечников. Метионин оказывает существенное влияние на обмен жиров и фосфатидов, обеспечивает антиоксичную функцию печени, играет большую роль в деятельности нервной системы [3].

Жмых амаранта имеет полный набор аминокислот, включая все незаменимые. Следует отметить высокое содержание лизина, массовая доля которого в амарантовом жмыхе больше, чем в сое. Это свидетельствует о более высокой его биологической ценности (табл. 1).

Минимальный аминокислотный скор отмечен у метионина. Однако в белке жмыха амаранта его содержание в 1,5 раза выше, чем у белков сои. О биологической ценности белков жмыха амаранта судили и по результатам расчета сбалансированности состава нутриентов пищевых продуктов.

Белки жмыха имеют высокую БЦ – 68,75 %; коэффициент утилитарности АС равен 0,66; показатель сопоставимой избыточности – 0,20.

Для нормального функционирования организма человека необходимо присутствие в рационе липидов. Состав липидов и их содержание в жмыхе амаранта представлен, %: нейтральными липидами – триацил-глицеридами 84,0 и эфирами стеролов 9,6; гликолипидами – моногалактозилдиглицеридами 1,3 и дигалактозилдиглицеридами 0,5; фосфолипидами – фосфатидилхо-лином 1,8, фосфатидилэтаноламином 1,2 и фосфатидилинозитолом 1,6 [4].

Т а б л и ц а 1

Состав аминокислот и их массовая доля в белке жмыха амаранта

Состав аминокислот и их массовая доля в белке жмыха амаранта					
Наименование аминокислоты	Массовая доля аминокислоты, мг/ г белка		АС, %	Наименование аминокислоты	Массовая доля аминокислоты, мг/ г белка
	в эталонном белке ФАО/ВОЗ	в жмыхе амаранта			
Незаменимые:				Заменимые:	
Валин	50,00	48,93	98,00	Глицин	45,00
Треонин	40,00	38,60	96,50	Серин	33,00
Метионин	35,00	19,40	55,40	Глутаминовая	189,00
Изолейцин	40,00	34,80	87,00	Пролин	60,00
Лейцин	70,00	58,75	84,00	Аспарагиновая	50,00
Лизин	55,00	40,10	73,00	Цистин	12,00
Триптофан	10,00	10,00	100,0	Тирозин	36,00
Фенилаланин	60,00	60,00	100,0	Гистидин	22,25
Итого:	360,0	310,58	-	Аргинин	34,00
КРАС, %	-	-	31,34	Итого: 481,25	
БЦ, %	100	-	68,66		
Всего: 791,83					

Особая роль в организме человека отводится содержанию ПНЖК и соотношению ω -3 : ω -6. Их дефицит приводит к прекращению роста детей, некротическим поражениям кожи, изменениям проницаемости капилляров, другим патологическим нарушениям. Они являются предшественниками в биосинтезе простагландинов, препятствующих отложению холестерина высокой плотности на стенках кровеносных сосудов и предотвращающих образование атеросклеротических бляшек.

Триглицериды липидов жмыха амаранта – это 90,8 % ПНЖК. В липидах жмыха амаранта содержание эссенциальных ПНЖК составляет, %: олеиновой ($C_{18:1}$) – 22,00, линолевой ($C_{18:2}$) – 51,60, линоленовой ($C_{18:3}$) – 17,2. ПНЖК препятствуют старению клеток печени, укрепляют их и защищают от разрушения, обезвреживают токсины.

Из научно-технической литературы известно, что в состав липидных фракций жмыха амаранта входит сквален ($C_{30}H_{50}$) – важный элемент для человеческого организма, который до этого был обнаружен только в печени глубоководной акулы. Содержание сквалена в жмыхе амаранта составило 5,583 мг/г, в то время как в печени акулы его всего в 2 раза больше – 10 мг/г. Вылов акул ограничен, поэтому жмых амаранта может стать перспективным и дешевым растительным источником сквалена. Сквален несет тканям и органам необходимое количество кислорода, обладает ярко выраженным антимикробным и фунгицидным эффектом, является мощным антиоксидантом, выполняет в организме роль регулятора липидного и стероидного обмена. Сквален является производным витамина А. При синтезе холестерина сквален превращается в его биохимический аналог – 7-дегидрохолестерин, переходящий в форму

витамина D под действием солнечных лучей, обеспечивая тем самым радиопротекторные свойства. Витамин А участвует в работе сетчатки глаза и необходим организму как фактор роста.

В пшеничной муке первого и высшего сорта этот нутриент отсутствует, поэтому применение жмыха амаранта положительно отразится на функциональных свойствах МКИ. Биологическое действие высокомолекулярных органических соединений (аминокислот, пептидов, жиров, углеводов, нуклеиновых кислот, сквалена) проявляется в транспорте питательных веществ, продуктов метаболизма и других процессах.

Жмых амаранта представлен витаминами, мг/100 г: Р (биофлавоноиды) – 113,00; β-каротин – 2,55; Е (токоферол) – 110,99; В₁ (тиамин) – 0,65; В₂ (рибофлавин) – 1,24; С (аскорбиновая кислота) – 45,98. Одни из важнейших витаминов – токоферолы. Общее их содержание достигает 0,12 %. Витамин Е – главный жирорастворимый природный антиоксидант, нормализует окислительно-восстановительный процесс в организме, препятствует разрушению других жирорастворимых витаминов и способствует их лучшему усвоению. Витамин Е снижает уровень холестерина в крови.

Биогенные элементы (элементы, необходимые организму для построения и жизнедеятельности клеток и органов) жмыха амаранта представлены, мг/100 г: кальцием – 46,00; селеном – 158,00; железом – 260,10; цинком – 26,95; марганцем – 39,45; кобальтом – 3,45; медью – 10,77; магнием – 33,70; фосфором – 120,70.

Биологические функции кальция разнообразны: активация ферментов, участие в реакциях свертывания крови, различных реакциях организма, связанных с изменением проницаемости мембран, участие в образовании мембранного потенциала, запуске внутренних процессов (обмен веществ, рост, развитие, сокращение, деления и секреция). Кальций обеспечивает перенос в клетках информации. Ионы Са – одни из универсальных регуляторов жизнедеятельности клеток организма.

Для белкового, углеводного и жирового обмена веществ необходимы: Fe, Co, Mn, Zn др.; в синтезе белков участвуют: Mg, Mn, Fe, Co, Cu и др.; в кроветворении – Co, Cu, Mn, Zn др.; в дыхании – Mg, Fe, Cu, Mn, Zn и Co. Микроэлементы входят в состав большого числа биорегуляторов живых систем, в основе которых лежат биоконплексы.

Селен незаменим для жизнедеятельности человека. Он входит в состав большинства гормонов и ферментов (активный центр которых состоит из 4 атомов селена) и связан со всеми органами и системами. Его поступление наряду с другими микроэлементами необходимо для поддержания нормального гомеостаза организма. Особенность электрофизических качеств селена отмечена природой, которая возложила на него часть функций по генетическому наследованию.

Биологическая роль селена связана с его антиоксидантными свойствами, обусловленными его участием в построении одного из ключевых антиоксидантных ферментов – глутатионпероксидазы. Дефицит селена ведет к усилению пероксидного окисления липидов – неферментативному цепному процессу, неадекватное развитие которого грозит необратимым повреждением мембран клеток, т.е. развитию типовых процессов поражения клетки, лежащих в основе возникновения многих патологических состояний.

Анализируя представленные данные, следует отметить, что соотношения ПНЖК ω-6 : ω-3 и белок : липиды : углеводы по рекомендациям НИИ питания РАМН должны составлять 1:(3–5) и 1:1:4, а в жмыхе они составляют 2,5:1:6,5 и 1:3. Представленные данные характеризуют жмых амаранта, как полифункциональную, биологически активную систему, обладающую биогенным потенциалом. Его целесообразно применять в качестве компонента композиций для создания продуктов питания нового поколения.

Шрот расторопши – продукт переработки плодов расторопши пятнистой – *Silybum marianum* (L.) Gaertn. (табл. 2).

Химический состав шротов масличных культур

Наименование показателей, единицы измерения	Значение показателей шрота			
	подсолнечного	соевого	хлопчатника	расторопши
Влага, %	8,0	9,0	10,0	7,2
Белок, %	39,0	48,9	52,5	21,9
Жир, %	1,5	1,0	2,0	12,9
Жирные кислоты, % к общему количеству:				
олеиновая (ω -9)	23,6	19,8	18,6	22,0
линолевая (ω -6)	52,0	50,9	50,8	61,0
линоленовая (ω -3)	-	10,3	Нет	1,5
Клетчатка, %	23,0	3,5	10,6	27,4
Зола, %	5,9	5,3	6,1	6,0
Витамины, мг/г:				
В ₁ (тиамин)	3,6	1,2	2,2	1,4
В ₂ (рибофлавин)	0,4	0,3	0,6	1,4
Е (токоферол)	45,0	63,0	42,0	47,0
β -каротин	0,2	0,1	0,1	0,2
С (аскорбиновая кислота)	-	-	0,1	0,9
Р (флавоноиды)	45,0	40,0	80,0	100,0
Минеральные вещества, мг/г:				
Fe	12,4	0,9	1,5	14,6
Mg	64,7	14,5	52,1	351,6
Ca	74,9	21,2	26,1	1120,0
P	108,1	19,8	167,7	960,0

Шрот расторопши отличается максимальным содержанием таких важнейших биогенных элементов, как Mg, Ca и P. По функциональной роли P классифицируется как органоген; Ca и Mg – элементы электролитного фона. Суточное поступление химических элементов в организм человека (для взрослого/для детей, мг): Ca – 800–1200/420; Mg – 300–400/60; Fe – 10–10/7; P – 800–1200/210. При недостаточном поступлении даже одного элемента в организм наносится существенный ущерб его росту и развитию. Это объясняется снижением активности ферментов, в состав которых входит данный элемент. При повышении дозы этого элемента ответная реакция организма возрастает, достигает нормы (биотическая концентрация элемента). Дефицит, избыток или неблагоприятное соотношение элементов наносит вред организму. Обеспечение постоянства содержания необходимых элементов свидетельствует об эффективности гомеостаза.

В шроте расторопши содержится уникальное биологически активное вещество – силимарин (2,5 % к массе СВ), обладающий гепатопротекторным эффектом, что является

отличительной особенностью расторопши от других масличных культур. Силимарин – сумма флаволигнанов трех основных изомерных соединений – силикрстина, силидианина и силибинина. Последний обладает наиболее высокой биологической активностью. Положительное воздействие силимарина при болезнях печени традиционно связывают с выраженным антиоксидантным потенциалом, а также так называемым мембранно-стабилизирующим действием. Структурная формула силимарина приведена на рис. 1.

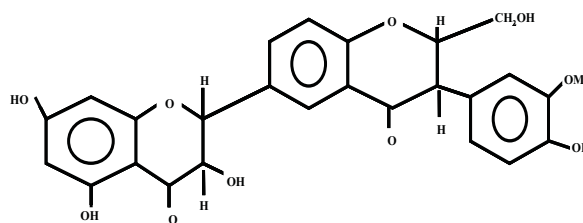


Рис. 1. Структурная формула флавоноида расторопши силимарина

Антиоксидантный эффект силимарина обусловлен его взаимодействием со свободными радикалами в печени и превращением их в менее агрессивные

соединения. Прерывается процесс пероксидного окисления липидов и не происходит дальнейшего разрушения клеточных структур. Способность взаимодействия с активными формами кислорода обусловлена наличием фенольной структуры в молекуле силибинина. Антиоксидантное действие силимарина и торможение реакций пероксидного окисления отчетливо продемонстрировано *in vitro*. Флавоноиды расторопши проявляют в 10 раз более высокую антиоксидантную активность, чем токоферол [5].

Венгерские исследователи показали, что силимарин оказывает положительный клинический эффект при алкогольной болезни печени, обусловленный антиоксидантным действием данного вещества. Назначение силимарина в суточной дозе 420 мг в течение 6 мес сопровождалось биохимическими изменениями в организме, которые свидетельствуют о нарастании антиоксидантного потенциала клеток и своротки крови [6].

При вирусном гепатите С назначение «тройной антиоксидантной схемы» (тиоктовая кислота, силимарин, селен) представляет собой достаточно эффективный метод патогенетического лечения вирусного гепатита С и торможения прогрессирования поражения печени до стадии цирроза. Антиоксидантный эффект терапии способствует подавлению воспалительно-некротической реакции в печени, торможению развития фиброза и снижает риск злокачественной трансформации гепатоцитов.

Силимарин стабилизирует мембраны гепатоцитов, снижая восприимчивость клеток к некоторым патогенным воздействиям. Силибинин обладает способностью блокировать соответствующие участки связывания на клеточной мембране и транспортные системы, способствующие переносу токсических веществ через мембрану. Это главный механизм лечебного действия силибинина при отравлении бледной поганкой (противодействие яду α -амантину). Для лечения пациентов с подобными отравлениями разработана легкорастворимая форма силибинина для внутривенного введения (дигидросукцинат натрия соль) [6].

Важным направлением метаболического действия флавоноидов расторопши также является способность стимулировать синтез белков и поддерживать процесс регенерации гепатоцитов. Препараты расторопши применяют для лечения острых и хронических гепатитов, цирроза и токсико-метаболических поражений печени. Противопоказаний и побочного действия не установлено. На основе силимарина разработано и успешно используется семейство гепа-топротекторных препаратов: «Карсил», «Силибор», «Легалон», «Флавобион» и др. Однако доступ БАВ расторопши будет более эффективен, если они будут применяться в качестве ФПП, содержащих комбинированные БАВ.

В шроте расторопши помимо силимарина содержится большое количество биологически активных веществ различных направлений воздействия. Клетчатка, содержащаяся в шроте, способствует очищению кишечника, нормализует его перистальтику, благоприятно действует на микрофлору кишечника, которая является одним из важнейших иммуномодулирующих факторов. Клетчатка способствует выводу из организма токсинов, тяжелых металлов, избыточного холестерина. При недостатке пищевых волокон в рационе значительно увеличивается риск возникновения опухолевых заболеваний кишечника.

Шрот расторопши обладает противосклеротическим действием, благодаря содержащимся в нем ПНЖК. Комплекс ПНЖК (витамин F) связывает холестерин в легко выводимую из организма форму, не давая ему оседать на стенках сосудов; стимулирует общий обмен жиров, активизируя их выход из жировых депо, из-за чего получил название «сжигатель жира». ПНЖК расторопши представлены кислотой: олеиновой ($C_{18:1}$) – 21–22 %, линолевой ($C_{18:2}$) – 61–62 %, арахидоновой ($C_{20:0}$) – 2 %, линоленовой ($C_{18:3}$) – 1,5 %. Особенно ценной является линоленовая кислота, относящаяся к семейству ПНЖК ω -3, которая в организме человека превращается в эйкозопентаеновую ($C_{20:5}$) и докозгексановую ($C_{22:6}$) – предшественники лейкотриенов с различными свойствами. Они играют важную роль в образовании иммунитета, дифференциации лимфоцитов.

Кроме того, есть сведения, что комплекс ПНЖК расторопши оказывает положительное влияние при таких заболеваниях, как псориаз.

В шроте расторопши найдены рутин и квертецин, укрепляющие сосудистую стенку. Он обладает кардиотоническим действием, подобно боярышнику. В нем содержится большое количество жирорастворимых пигментов, в основном каротиноиды и хлорофилл. Каротиноиды обладают антигистаминной (противоаллергической) активностью, стимулируют обмен веществ в печени и сердечной мышце. Некоторые из них обладают провитаминной активностью, например, β -каротин, который в организме человека превращается в ретинол, участвующий в работе сетчатки глаз, и необходим организму как фактор роста. При недостатке витамина А нарушается работа органов зрения, происходит ороговение слизистых оболочек, появляется сухость кожи, происходит выпадение волос. Хлорофилл, активизируя обменные процессы в клетках, омолаживает ткани, стимулирует процессы регенерации [7].

Шрот расторопши богат естественными антиоксидантами – токоферолами. В нем содержатся наиболее активные изомеры токоферолов – α -токоферолы. Они эффективно защищают организм от действия химических и физических факторов, провоцирующих развитие опухолей. Обладают мощными антиоксидантными и антимуtagenными свойствами, препятствуют естественному старению организма, поддерживая репродуктивные функции. При недостаточном поступлении токоферолов наблюдается поражение сосудистой и нервной систем [6].

В шроте расторопши содержатся витамины группы В, нормализующие обмен веществ, положительно влияющие на состояние кожи, слизистых оболочек, ногтей и волос, способствующие кроветворению.

Представленные данные свидетельствуют о высокой биологической активности и полифункциональности новых источников сырья для получения продуктов питания функционального назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сергеев, В.Н. Биологически активное растительное сырье в пищевой промышленности [Текст] / В.Н. Сергеев, Ю.И. Кокаев // Пищевая промышленность. – 2001. – № 6. – С. 28–31.
2. Росляков, Ю.Ф. Перспективные исследования технологий хлебобулочных изделий функционального назначения [Текст] / Ю.Ф. Росляков, О. Л. Вершинина, В.В. Гончар // Известия вузов. Пищевая технология. – 2010. – № 1. – С. 123–124.
3. Рогов, И.А. Химия пищи [Текст] : учебник для вузов в 2 кн. Книга 1. Белки: структура, функции, роль в питании / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Н.И. Дунченко, Н.А. Жеребцов. – М. : КолосС, 2005. – 384 с.
4. Камышева, И.М. Амарант – сырье для промышленной переработки [Текст] / И.М. Камышева // Масложировая промышленность. – 2007. – № 5. – С. 12–15.
5. Пашенко, Л.П. Характеристика расторопши – перспективного компонента хлебобулочных изделий [Текст] / Л. П. Пашенко, Т. В. Санина, В. Л. Пашенко, Л. А. Мирошниченко, В. А. Дьяков // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2005. – № 9. – С. 60.
6. Шульпекова, Ю.О. Флавоноиды расторопши пятнистой в лечении заболеваний печени [Текст] / Ю. О. Шульпекова // Русский медицинский журнал. – 2004. – № 5. – С. 32–38.
7. Пашенко, Л.П. Технологические аспекты применения шрота расторопши пятнистой в производстве хлебобулочных изделий [Текст] / Л.П. Пашенко, Т.В. Санина, В.Л. Пашенко, Л.А. Мирошниченко // Материалы конгресса. Часть 2. Четвертый Московский международный конгресс Биотехнология: состояние и перспективы развития. – М, 2007. – С. 213.