

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АНТИОКСИДАНТОВ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ДРУГИХ ОБЛАСТЯХ БИОЭКОНОМИКИ****Пахомова В.М., Даминова А.И.**

Реферат. Рассматривается обзор экспериментальных данных по универсальной функциональной роли антиоксидантов в клетках биосистем в стрессовых условиях существования, а также практическое применение синтетических и природных антиоксидантов в растениеводстве, животноводстве, перерабатывающей и пищевой промышленности, фармакологии и медицине и др. Особое внимание уделяется собственным исследованиям по скринингу и научному обоснованию применения соединений с антиоксидантным действием, в том числе их липосомальных форм, в растениеводстве, животноводстве и птицеводстве. Описывается разноплановое использование природного универсального антиоксиданта дигидрохверцетина в различных областях современной биоэкономики.

Ключевые слова: активные формы кислорода, оксидативный стресс, природные и синтетические антиоксиданты, защитное действие, биоэкономика.

Введение. Наличие значительной качественной аналогии в многообразии физиологических реакций биосистем на различные типы воздействий предполагает существование единого звена, общих принципов и механизмов в формировании стрессового ответа [1,2,3,4]. В качестве такого универсального компонента рассматривается окислительный (оксидативный) стресс, развитие которого к настоящему времени показано при действии на биосистемы самых разнообразных неблагоприятных факторов: засухи, засоления, гипогипертермии, низкоинтенсивном ионизирующем излучении, действии гербицидов, патогенов и др. [5]. Увеличение продукции активных форм кислорода (АФК) при окислительном стрессе в неблагоприятных условиях приводит к активации окислительных процессов, в том числе перекисного окисления липидов (ПОЛ). Интенсификация ПОЛ способна привести к изменению свойств липидного матрикса мембран и модификации метаболизма всей клетки, однако его воздействие существенно ограничивается за счет работы антиоксидантной системы (АОС), включающей ферменты и низкомолекулярные соединения [6]. К низкомолекулярным антиоксидантам относятся аскорбиновая кислота, восстановленный глутатион, витамин Е (α -токоферол), каротиноиды, хлорофиллы, полигидроксиафтохиноны, флавоноиды, полиамины, алкалоиды, стероиды (витамин D₃), моносахариды, олигосахариды, металлы переменной валентности и Ca²⁺. Антиоксидантными ферментами являются супероксиддисмутаза, каталаза, пероксидаза, глутатионтрансфераза, фосфолипидгидропероксидаза, селенсодержащая глутатионпероксидаза и др. [7].

Все вышесказанное обуславливает несомненную значимость исследований взаимосвязи изменений продукции АФК, ПОЛ, работы АОС при действии тех или иных стрессоров, а также поиска (скрининга) веществ, обладающих АО-действием.

Недостаток природных антиоксидантов приводит к интенсификации окислительных процессов в клетке и увеличению содержания

в ней АФК. Антиокислительная активность клетки способствует мобилизации защитных систем и предопределяет интенсивность ответной реакции на патогенное воздействие. Важным свойством синтетических и природных антиоксидантов, введенных в клетку извне, является их способность восполнять недостаток эндогенных (собственных) антиоксидантов. На этом и основано их практическое применение с целью лечения животных и растений, повышения продуктивности в животноводстве и растениеводстве, сохранности сельскохозяйственной продукции [7].

Целью данной работы явилось обобщение известных экспериментальных исследований по практическому применению антиоксидантов в сельском хозяйстве и других областях биоэкономики.

Анализ и обсуждение результатов. Большую роль в создании научных основ использования антиоксидантов в сельском хозяйстве сыграли фундаментальные исследования Института химической физики АН СССР (ныне РАН), проводимые под руководством д.б.н. Е.Б. Бурлаковой [8].

Методы практического использования антиоксидантов для защиты сельскохозяйственных культур от ряда заболеваний, наносящих существенный экономический ущерб, разрабатываются уже более 40 лет.

Так, распространенным вредоносным заболеванием виноградной лозы, плодовых и ягодных культур является бактериальный рак. На основе антиоксидантов созданы препараты, подавляющие развитие рака в год обработки на 70-100 % и предотвращающие его развитие в последующие 2-3 года. Развитие опухолевых заболеваний растений эффективно тормозит в том числе антиоксидант дибунол.

Предпосылкой для широких испытаний антиоксидантов на бактериальном раке растений послужили исследования, в которых было установлено, что при развитии этого заболевания содержание свободных радикалов меняется. Показано, что в фазе быстрого роста опухолей в них резко возрастает концентрация свободных радикалов. Антиоксиданты умень-

шают содержание свободных радикалов и тормозят рост опухолей. Подобные закономерности были обнаружены ранее при таких опухолевых заболеваниях растений, как рак картофеля, кила капусты.

Важно, что развитие опухолевых заболеваний человека и животных, с одной стороны, и растений – с другой, имеет много общих черт и ингибируется одними и теми же химическими препаратами. Высокую эффективность в ингибировании бактериального рака в полевых условиях проявляет антиоксидант фенозан, созданный в Институте химической физики [9] совместно со специалистами Московского перерабатывающего завода.

Открытие дешевых, легкодоступных и экологически безопасных синтетических и природных антиоксидантов дало начало многочисленным направлениям использования этих препаратов в растениеводстве и животноводстве. Основополагающий вклад в создание теоретических основ действия биоантиоксидантов внесли работы ученых школы академика Н.М. Эмануэля [10].

Одним из перспективных аспектов практического применения биоантиоксидантов является защита с их помощью урожая сельскохозяйственных культур при хранении.

Большой интерес в связи с этим представляет работа, выполненная в Институте биохимии им. А.Н. Баха совместно с рядом других учреждений. Показано, что синтетические (в частности, дилудин и сантохин) и природные антиоксиданты защищают яблоки от развития «загара» (побурения), который как полагают, инициируется сесквитерпеновым углеводородом фарнезенном.

Найдена возможность защищать антиоксидантами яблоки, груши, персики, абрикосы, а также картофель от поражения различными болезнями в период хранения, при этом потери урожая снижаются на 30-50 %, а вкусовые и технологические качества полностью сохраняются.

Важная работа выполнена также во Всесоюзном НИИ сахарной промышленности. Показано, что обработка свеклы антиоксидантами (например, гидрохиноном и пирокатехином) в период вегетации повышает устойчивость корнеплодов к гнилям, увеличивает их сахаристость, а также подавляет их прорастание.

Антиоксиданты могут быть также использованы в качестве препаратов, регулирующих рост растений. Известные в настоящее время стимуляторы роста находят ограниченное применение, так как они либо дороги, либо экологически небезопасны. Антиоксиданты, не обладая мутагенной активностью и высокой токсичностью, могут оказаться наиболее пригодными для использования в ряде областей сельскохозяйственного производства в качестве стимуляторов роста. И здесь необходимо напомнить проведенные нами исследования по антиоксидантной активности регулятора роста этаноламина [7].

В Институте химической физики синтези-

рованы малотоксичные и удобные в применении антиоксиданты из класса оксибензимидазолов и 3-оксипиридинов, проявляющие значительный эффект стимуляции. Эти соединения ускоряют рост как надземной части растений, так и корней. Эффект стимуляции показан на разных модельных объектах и сельскохозяйственных культурах (в полевых условиях). Установлена возможность использования этих соединений для повышения всхожести семян растений после длительного хранения.

Интересными в практическом и теоретическом отношении являются работы по изучению роли природных антиоксидантов в эволюции растений, в частности в процессах приспособления к неблагоприятным условиям роста. Большая работа в этом направлении была проведена в Институте ботаники Академии наук Азербайджана и Азербайджанском госуниверситете. Получены данные об устойчивости экологически различных популяций растений и редких исчезающих видов в зависимости от содержания в них природных антиоксидантов, в частности а-токоферола.

В 80-е годы 20 в. впервые появились интересные данные по использованию антиоксидантов для повышения устойчивости растений к экстремальным условиям среды: морозам, засухе, засоленности почвы. Так, было показано, что синтетические АО фенольной природы при испытании их в полевых условиях на озимой пшенице и томатах уменьшали содержание продуктов ПОЛ и повышали выживаемость растений при низких температурах. Обработка антиоксидантами посевов в неблагоприятных условиях засухи значительно повышала урожайность кукурузы.

Не вызывает сомнения, что для широкого внедрения в сельское хозяйство (в том числе растениеводство) могут быть использованы АО препараты, обладающие достаточно высокой биологической активностью, экологически безопасные, дешевые и легко доступные, а также удобные в применении. Практически всем этим требованиям соответствуют изучаемые нами и уже используемые в растениеводстве препараты ЖУСС, проявляющие выраженный антиоксидантный, стресс-лимитирующий и адаптогенный эффекты. Установлено, что это является одной из причин повышения устойчивости и урожайности сельскохозяйственных растений. Следует подчеркнуть, что препараты ЖУСС можно отнести к категории биоантиоксидантов, поскольку их компоненты не являются ксенобиотиками и входят в состав клеток и природных соединений (фосфолипидов мембран, ферментов и др.). Более того, они не только не обладают мутагенным действием, но и оказывают антимутагенный эффект [11]. Не исключено, что при действии ЖУСС проявляется синергическое антиоксидантное действие биолиганда этаноламина и микроэлементов - цинка, меди, железа и марганца, входящих в состав антиоксидантных протекторных ферментов клеток растений.

Одним из направлений практического при-

менения антиоксидантов является использование их для стимуляции роста сельскохозяйственной птицы. Добавки в комбикорма таких синтетических антиоксидантов, как сантохин, дилудин, ионол, обеспечивают высокую выживаемость цыплят - бройлеров, повышение живой массы птицы и ее яйценоскости. В качестве биостимуляторов роста сельскохозяйственных животных прошли успешную проверку в различных учреждениях страны уже упомянутые соединения класса фенозаноов.

В ООО НПЦ «Липосомальные технологии» (Татарстан) разработаны бионанокапсульные формы антиоксидантов (β -каротина, витамина Е, омега-3), представляющие собой новые многофункциональные регуляторные препараты для сельскохозяйственных птиц и обладают высокой биодоступностью (96%). Они обеспечивают увеличение яйценоскости и качества яйца на 14 – 17%, профилактику гепатозов и их устранение на 40 – 60%, снижение расходов концентратов и зерна на 15 – 20%, увеличение репродуктивной функции птиц на 60 – 70%, сохранности поголовья на 10- 50%, рентабельности предприятия на 5,6 – 10%, улучшение конверсии корма, обмена веществ и здоровья птиц, совершенствование воспроизводства и увеличение продуктивности их маточного стада, а также значительное уменьшение затрат на медикаменты [12].

Антиоксиданты перспективны и в животноводстве для профилактики ряда заболеваний крупного рогатого скота, увеличения продолжительности жизни животных при тяжелых механических травмах, для стимуляции роста телят и т.д.

В ООО НПЦ «Липосомальные технологии» также разработаны бионанокапсульные формы антиоксидантов (β -каротина, астаксантина, омега-3), представляющие собой новые многофункциональные регуляторные препараты для сельскохозяйственных животных и обладают высокой биодоступностью (96%). Они обеспечивают увеличение молочной продуктивности на 2-5 л молока от каждой коровы в сутки; улучшение параметров качества молока (массовой доли жира с содержанием полиненасыщенных жирных кислот Омега-3 и белка); увеличение приростов живой массы в овцеводстве от 100 г на 1 овцу в сутки; улучшение пищеварения рубца за счет оптимизации кислотности рубца для жизнедеятельности микробной флоры – целлюлитиков при pH 7,4; устранение ацидоза у животных; предотвращение кетоза после отела; профилактику гепатозов и их устранение; снижение расходов концентратов, зерна, шротов на 15-20 %; значительное уменьшение затрат на медикаменты; повышение оплодотворяемости животных и увеличение репродуктивной функции животных; нормализацию обмена веществ в связи с улучшением конверсии корма; повышение жизнеспособности молодняка крупного рогатого скота [13].

Особое внимание к клиническому действию антиоксидантов в последние годы обращено и в медицине. Как известно, одним из

широко применяемых медицинских препаратов – антиоксидантов является в настоящее время мексидол.

Использование антиоксидантов в качестве стабилизаторов имеет большое значение в сельскохозяйственном производстве и пищевой промышленности. Одним из таких направлений является применение антиоксидантов для стабилизации кормов, и в первую очередь для сохранности витаминов в кормах. Как известно, основной причиной потери витаминов, в частности, каротина, в процессе приготовления и хранения кормов являются окислительные процессы. Природные антиоксиданты, обеспечивающие относительно невысокий уровень этих процессов, быстро расходуются. Синтетические и природные антиоксиданты, добавленные в корма, способствуют стабилизации каротина. Для стабилизации витаминов в травяной муке перспективно применение экстрактов из хвои, содержащих природные антиоксиданты. Синтетические антиоксиданты – сантохин и ионол – снижают потери витаминов в травяной муке в 1,5 - 2 раза.

Общеизвестно, что антиоксиданты широко применяются и в консервном производстве, молочной промышленности. Они способствуют лучшей сохранности витаминов, натуральной окраски и вкуса консервной продукции, растительных масел, рыбьего жира, вин. Для этих целей успешно используются синтетические антиоксиданты и ведется поиск эффективных природных антиоксидантов. Считается, что наиболее перспективными природными препаратами являются экстракты из растительного материала, например, из дресины, коры и хвои, экстракты из подорожника и др. [14].

Инновационными разработками по этой проблеме в наше время занимается дальневосточная компания «Аметис» - крупнейшее в России высокотехнологичное наукоемкое производственное предприятие по комплексной переработке древесины даурской лиственницы с последующим извлечением уникальных природных экстрактов [15]. На предприятии, созданном в г. Благовещенске, специалисты выпускают ценнейшие продукты под торговой маркой «Лавитол». Это дигидрокверцетин и арабиногалактан. Эти вещества успешно применяются в фармацевтической, пищевой, косметической промышленности, сельском хозяйстве. Регулярные поставки этой продукции, востребованной как на отечественном, так и на зарубежном рынках, акционерное общество «Аметис» осуществляет в Японию, Германию, США, Иорданию, Сербию и многие другие страны. Установлено, что дигидрокверцетин, являясь мощнейшим природным антиоксидантом, способен заменить традиционные консерванты. С его помощью можно увеличивать сроки хранения жиросодержащих продуктов в 1,5 – 5 раз (при этом добавка дигидрокверцетина не влияет на первичные органолептические показатели).

Еще одно направление его применения в пищевой промышленности – это придание

продуктам парафармацевтических свойств без использования каких-либо ксенобиотиков. При этом низкая дозировка введения дигидрокверцетина в готовый продукт не оказывает значительного влияния на его себестоимость. В сочетании с продленным сроком хранения это значительно повышает конкурентноспособность готового продукта. В России в настоящее время зарегистрирован целый ряд продуктов, в состав которых входит дигидрокверцетин. Среди них молочные продукты, мясопродукты, кондитерские изделия, безалкогольные и алкогольные напитки.

Кроме того, дигидрокверцетин используется для производства лекарственных средств и биологически активных добавок к пище. АО «Аметис» на основе собственного сырья выпускает целую линию препаратов, которые предназначены для профилактики таких заболеваний, как диабет, атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, венозная недостаточность, снижение содержания холестерина, противоопухолевой активности.

В последнее время дигидрокверцетин широко используется в сельском хозяйстве. Компания «Аметис» совместно с ведущими специалистами ВНИИ животноводства занимается разработкой и внедрением кормовых добавок и кормовых смесей на его основе. Проведенные исследования по применению кормовых добавок в птицеводстве, свиноводстве и на крупном рогатом скоте доказали высокую эффективность их использования при одновременном существенном снижении использования антибиотиков.

Еще одно перспективное направление применения уникальной продукции, производимой компанией «Аметис», – растениеводство. На базе предприятия выпускаются биологические удобрения и регуляторы роста растений для сои и зерновых культур. Их применение обеспечивает прибавку урожайности, улучшает качество продукции, а также позволяет снизить гербицидную нагрузку в два раза.

В настоящее время использование дигидрокверцетина в качестве компонента в рационе питания спортсменов способствует повышению скоростно-силовых возможностей

нервно-мышечного аппарата и эффективно ускоряет восстановительные процессы организма после физических нагрузок.

Таким образом, высокие технологии инновационного производства АО «Аметис» позволяют максимально использовать потенциал, заложенный в древесине лиственницы. Предприятие обладает собственной запатентованной технологией получения дигидрокверцетина – Патент RU 2 330 677 С1. Торговая марка продукции зарегистрирована в России и за рубежом. Компания «Аметис» прошла сертификацию качества по стандартам серии ISO 9001: 2008 и HACCP. Это говорит о строгом соблюдении и выполнении компанией требований, определенных международными стандартами.

Продукция компании «Аметис» зарегистрирована в Международной номенклатуре косметических ингредиентов. Американское управление по контролю за качеством пищевых продуктов и лекарственных средств выдало разрешение на экспорт данной продукции. В Америке «Лавитол (дигидрокверцетин)» получил статус GRAS, то есть был признан безопасным продуктом. Также на стадии завершения регистрация дигидрокверцетина торговой марки «Лавитол» в качестве нового пищевого ингредиента в Европейском союзе.

С точки зрения продовольственной безопасности и в условиях импортозамещения особенно важно использовать товары российских производителей. Учитывая тот факт, что химические консерванты наносят значительный вред здоровью людей и животных, Российскому государству необходимо обратить внимание на ту группу товаров зарубежных и отечественных производителей, которые попадают в торговые сети, особенно в систему дошкольного, школьного питания и обеспечения продовольствием личного состава Вооруженных сил [15].

Вывод. Представленные данные свидетельствуют о необходимости продолжения исследований по проблеме применения антиоксидантов, предпочтительно природных, в сельском хозяйстве и других областях биоэкономики, а также продолжения скрининга подобных соединений.

Литература

1. Пахомова В.М. Основы фитострессологии / В.М. Пахомова. – Казань: Изд-во КГСХА, 1999 а. – 102 с.
2. Пахомова В.М. Модели стрессовых воздействий и общебиологические закономерности. Неспецифические и специфические характеристики ответной редукции клеток растений / В.М. Пахомова. – Казань: изд-во КГСХА, 1999 б. – 150 с.
3. Пахомова В.М. Неспецифический адаптационный синдром биосистем и общие закономерности реактивности клеток / В.М. Пахомова. - Казань: КГУ, 2000. - 180 с.
4. Пахомова В.М. Биология экстремального состояния растительных клеток / В.М. Пахомова. - Казань: КГУ, 2001. - 108 с.
5. Балалаева И.В. Изменение прооксидантно – антиоксидантного статуса хлоропластов гороха при действии стрессирующих факторов среды / И.В. Балалаева // Автореф. дис....канд. биол. наук. – Н. - Новгород, 2004. - 24 с.
6. Брилкина А.А. Прооксидантно – антиоксидантное равновесие у растений при воздействии гипертермии и экзогенных фитогормонов / А.А. Брилкина // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Н.-Новгород, 2002. – 22 с.
7. Пахомова В.М. Устойчивость и защита растений при оптимизации минерального питания / В.М. Пахомова, И.А. Гайсин. - Казань: Издательский дом «Меддок», 2008. - 212 с.
8. Бурлакова Е.Б. Биоантиоксиданты в лучевом поражении и злокачественном росте / Е.Б. Бурлакова, А.В. Алесенко, Е.М. Молочкина и др. – М.: Наука, 1975. - 286 с.
9. Ершов Ю.А. Роль микроэлементов в жизни человека / Ю.А. Ершов, Е.М. Второва. – М.: Знание, 1981.

– 64 с.

10. Эмануэль Н.М. Химия и пища / Н.М. Эмануэль, Г.Е. Заиков. – М.: Наука, 1986. – 173 с.
11. Гайсин И.А. Полифункциональные хелатные микроудобрения: практика применения и механизм действия / И.А. Гайсин, В.М. Пахомова. - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2016. – 316 с. 2-ое издание.
12. Ильязов Р.Г. Применение бионанокапсульных форм антиоксидантов в птицеводстве / Р.Г. Ильязов, В.М. Пахомова // Материалы международного конгресса «Биотехнология: состояние и перспективы развития». Том 2. – М.: «РЭД ГРУПП», 2017 а. - С. 104 – 105.
13. Ильязов Р.Г. Применение бионанокапсульных форм антиоксидантов в животноводстве / Р.Г. Ильязов, В.М. Пахомова // Материалы международного конгресса «Биотехнология: состояние и перспективы развития». Том 2. - М.: «РЭД ГРУПП», 2017 б. - С. 202.
14. Покровский А.Л. Метаболические аспекты фармакологии и токсикологии пищи / А.Л. Покровский. – М.: Медицина, 1979. – 280 с.
15. Удалов С. Природные консерванты против химических / С. Удалов // Президент. – 2017. – № 1 (319). – С. 12.

Сведения об авторах:

Пахомова Валентина Михайловна – доктор биологических наук, профессор, pahomovav@mail.ru
 Даминова Аниса Илдаровна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: danis14@mail.ru
 ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, Россия

SCIENTIFIC BASIS OF ANTIOXIDANTS APPLICATION IN AGRICULTURE AND OTHER SPHERA OF BIOLOGY

Pakhomova V.M., Daminova A.I.

Abstract. The article is considered a review of experimental data on the universal functional role of antioxidants in biosystems cells under stressful conditions of existence, as well as the practical application of synthetic and natural antioxidants in crop production, livestock, processing and food industries, pharmacology and medicine, etc. Particular attention is paid to own research on screening and scientific substantiation of the use of compounds with antioxidant effect, including their liposomal forms, in plant growing, livestock and and poultry farming. The diversified use of the natural universal antioxidant dihydroquercetin in various fields of modern bioeconomics is described.

Key words: active forms of oxygen, oxidative stress, natural and synthetic antioxidants, protective action, bioeconomics.

Reference

1. Pakhomova V.M. *Osnovy fitostressologii*. [Fundamentals of phytostressology]. / V.M. Pakhomova. – Kazan: Izd-vo KGSKhA, 1999 a. – P. 102.
2. Pakhomova V.M. *Modeli stressovykh vozdeystviy i obschebiologicheskie zakonomernosti. Nespetsificheskie i spetsificheskie kharakteristiki otvetnoy reduksii kletok rasteniy*. [Models of stress effects and general biological patterns. Non-specific and specific characteristics of plant cells' response reduction]. / V.M. Pakhomova. – Kazan: izd-vo KGSKhA, 1999 b. – P. 150.
3. Pakhomova V.M. *Nespetsificheskiy adaptatsionnyy sindrom biosistem i obschie zakonomernosti reaktivnosti kletok*. [Nonspecific adaptive syndrome of biosystems and general patterns of cell reactivity]. / V.M. Pakhomova. - Kazan: KGU, 2000. – P. 180.
4. Pakhomova V.M. *Biologiya ekstremalnogo sostoyaniya rastitelnykh kletok*. [Biology of extreme state of plant cells]. / V.M. Pakhomova. - Kazan: KGU, 2001. – P. 108.
5. Balalaeva I.V. *Izmenenie prooksidantno – antioksidantnogo statusa khloroplastov gorokha pri deystvii stressiruyushchikh faktorov sredy*. / I.V. Balalaeva // *Avtoref. dis...kand. biol. nauk*. (Changes in the prooxidant - antioxidant status of pea chloroplasts under the action of stressing environmental factors. // Author's abstract of thesis of Ph.D. of Biology sciences). – N. - Novgorod, 2004. – P. 24.
6. Brillkina A.A. *Prooksidantno – antioksidantnoe ravновесие u rasteniy pri vozdeystvii gipertermii i ekzogenykh fitogormonov*. / A.A. Brillkina // *Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk*. (Prooxidant - antioxidant equilibrium in plants under the influence of hyperthermia and exogenous phytohormones. // Author's abstract of thesis of Ph.D. of Biology sciences). – N. - Novgorod, 2002. – P. 22.
7. Pakhomova V.M. *Ustoychivost i zaschita rasteniy pri optimizatsii mineralnogo pitaniya*. [Stability and protection of plants when optimizing mineral nutrition]. / V.M. Pakhomova, I.A. Gaysin. - Kazan: Izdatelskiy dom “Meddok”, 2008. – P. 212.
8. Burlakova E.B. *Bioantioksidanty v luchevom porazhenii i zlokachestvennom roste*. [Bioantioxidants in radiation damage and malignant growth]. / E.B. Burlakova, A.V. Alesenko, E.M. Molochkina and others. – М.: Nauka, 1975. – P. 286.
9. Ershov Yu.A. *Rol mikroelementov v zhizni cheloveka*. [Role of microelements in human life]. / Yu.A. Ershov, E.M. Vtorova. – М.: Znanie, 1981. – P. 64.
10. Emanuel N.M. *Khimiya i pishcha*. [Chemistry and food]. / N.M. Emanuel, G.E. Zaikov. – М.: Nauka, 1986. – P. 173.
11. Gaysin I.A. *Polifunktsionalnye khelatnye mikroudobreniya: praktika primeneniya i mekhanizm deystviya*. [Polyfunctional chelate microfertilizers: practice of application and mechanism of action]. / I.A. Gaysin, V.M. Pakhomova. - Kazan: Izd-vo Kazan. un-ta, 2016. – P. 316. 2nd edition.
12. Ilyazov R.G. *Primenenie bionanokapsulnykh form antioksidantov v ptitsevodstve*. / R.G. Ilyazov, V.M. Pakhomova // *Materialy mezhdunarodnogo kongressa “Biotehnologiya: sostoyanie i perspektivy razvitiya”*. (Application of bionanocapsular forms of antioxidants in poultry farming. // Proceedings of International congress “Biotechnology: state and development prospects”). Vol. 2. – М.: “RED GRUPP”, 2017 a. - P. 104 – 105.
13. Ilyazov R.G. *Primenenie bionanokapsulnykh form antioksidantov v zhivotnovodstve*. / R.G. Ilyazov, V.M. Pakhomova // *Materialy mezhdunarodnogo kongressa “Biotehnologiya: sostoyanie i perspektivy razvitiya”*. [The use of bionanocapsular forms of antioxidants in animal husbandry. // Proceedings of International congress “Biotechnology: state and development prospects”). Vol. 2. - М.: “RED GRUPP”, 2017 b. - P. 202.
14. Pokrovskiy A.L. *Metabolicheskie aspekty farmakologii i toksikologii pishchi*. [Metabolic aspects of pharmacology and toxicology of food]. / A.L. Pokrovskiy. – М.: Meditsina, 1979. – P. 280.
15. Udalov S. *Natural preservatives against chemical*. [Prirodnye konservanty protiv khimicheskikh]. / S. Udalov // *Prezident. – President*. 2017. № 1 (319). P. 12.

Authors:

Pakhomova V.M. - Doctor of Biological sciences, Professor, e-mail: pahomovav@mail.ru
 Daminova A.I. - Ph.D. of Agricultural sciences, Associate Professor, e-mail: danis14@mail.ru
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia