

УДК 636.087.73 + 636.086.78 + 664

**ДИГИДРОКВЕРЦЕ ИЛИ АРАБИНОГАЛАКТА – ПРИРОДНЫЕ БИОРЕГУЛЯТОРЫ,
ПРИМЕНЕНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Ю.П. Фомичев, Л.А. Никанова

ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им Л.К. Эрнста, Подольск, Россия

Дигидрокверцетин (ДКВ) относится к биофлавоноидам, которые представляют разнообразную группу растительных полифенольных соединений, в основе структуры которых лежит дифенилпропановый углеродный скелет. ДКВ обладает плеотропными свойствами, регулирует метаболические процессы, оказывает положительное влияние на функциональное состояние внутренних органов организма, создает механизмы защиты здоровых клеток организма от патологий, вызываемых химическими отравлениями, воздействием электромагнитного излучения и радиации, способствует нейтрализации радикальной активности, процессов вирусной и бактериальной природы. Он нетоксичен, безвреден, обладает высокой активностью при небольших концентрациях, устойчив к тепловым и механическим воздействиям. Признак эталонного антиоксиданта и широко применяется в медицине и пищевой промышленности [1, 2]. ДКВ в настоящее время используется

более чем в 100 биологически активных добавках к пище и лекарственных средств, а также в продуктах питания и косметической продукции, которая подвержена процессам окисления. Он также необходим для животных, особенно при их разведении и производстве продукции животноводства в техногенных по тяжелым металлам (Pb, Cd, As, Hg и др.) и радионуклидам (^{90}Sr , ^{137}Cs), территориях, а также подверженных загрязнениям промышленных предприятий химической, металлургической, нефтехимической и других видов промышленности. На основе ДКВ разработаны кормовые добавки «Экостимул-1» и «Экостимул-2» предназначенные для повышения продуктивности и сохранности сельскохозяйственных животных и птицы. «Экостимул-1» содержит 1,0–2,0 % ДКВ и в качестве носителя разнородную древесную массу комлевой части лиственницы. «Экостимул-2» содержит от 77 до 88 % ДКВ и около 10 % сопутствующих биофлавоноидов (аромандрин 2,0–4,0 %, эриодиктиол 0,3–0,7 %, кверцетин 0,5–1,0 %, нарингинин 0,6–0,9 %, кемпферол 0,3–0,7 %, пиноцембрин 1,2–1,7 %). Введение в рацион сельскохозяйственных животных и птицы «Экостимул-2» оказывает положительный эффект при иммунодефицитном состоянии, бронхолегочной патологии и нарушении функционального состояния печени и др., которое является, как правило, следствием воздействия на организм неблагоприятных факторов среды и технологий, неадекватных физиологии сельскохозяйственных животных. В настоящее время проведены широкие исследования эффективности применения ДКВ в молочном скотоводстве, свиноводстве, птицеводстве, пчеловодстве, кролиководстве и звероводстве. Эффективность его применения в зонах, загрязненных радионуклидами и тяжелыми металлами, на дойных коровах и телятах проявилась в повышении выведения из организма поллюантов, резистентности и продуктивности животных. Положительное влияние ДКВ на организм животных проявляется как в период действия неблагоприятных факторов среды, так и в период действия технологических факторов [3]. Уникальные свойства ДКВ позволяют широко использовать его в пищевой промышленности для увеличения сроков хранения исходного сырья для производства пищевых продуктов и самих продуктов, содержащих жиры; придания пищевым продуктам лечебно-профилактических свойств; увеличения сроков годности жиров и растительных масел; увеличения сроков годности сухого, сгущенного молока и других молочных продуктов; в частности, сливок, мороженого, сметаны, йогуртов, а также предохраняет овощи, фрукты и продукты их переработки от потемнения и преждевременного гниения. Введение ДКВ в жиродержащие продукты питания продлевает срок их годности в несколько раз и придает им ярко выраженные оздоровительные свойства, потребление таких продуктов мягко повышает активность иммунной системы организма естественным и физиологичным путем. ДКВ, введенный в состав пищевых продуктов, особенно необходим для населения, проживающего в экологически неблагополучных районах. При регулярном потреблении продуктов с ДКВ предохраняется печень от разрушения вирусами и различными токсичными веществами, выводятся токсины, радионуклиды и соли тяжелых металлов естественным путем. В настоящее время разработан ГОСТ 33504–2015, Дигидрокверцетин, ТУ, введен с 01.01.2017 г.

В пищевой промышленности ДКВ широко используют в качестве антиокислителя, позволяющего увеличить срок годности продукта. Применение ДКВ в молочной промышленности обусловлено тем, что он предотвращает процесс самоокисления продуктов питания и увеличивает продолжительность срока их хранения в 1,5 – 4 раза, сохраняет первоначальные органолептические показатели более длительное время. Так, например, срок годности йогурта увеличивает до 60 суток, майонеза до 30 суток, мороженого в 2–3 раза, сметаны до 40 суток сыра плавленого до 120 суток, продуктов, изготовленных из сухого молока жирностью 25 % в 1,5 – 2 раза, сухого молока, сухого цельного молока до 2 лет, соево-молочного концентрата – до 12 месяцев, творога сублимационной сушки – в 2 раза. ДКВ способствует торможению процесса развития микроорганизмов в готовой продукции. В частности, оказывает ингибирующее действие на золотистый стафилококк (*S.aureus*) на 90 %; липолитических микроорганизмов от 44 до 88 %; бактерий *L.monocytogenes* на 30 %, *E.coli* на 12 %. угнетает дикие дрожжи рода *Rhodotorula*, молочнокислые бактерии и бактерии группы *Acidobacillus acidoterrestris* [4,5,]. В настоящее время комиссия Совета Европы приняла решение о применении в пищевой промышленности дигидрокверцетина (таксифолина) в качестве нового пищевого ингредиента в странах ЕС. (Official Journal of the European Union. L 295/1. EN.14.11.2017).

Арабиногалактан – комплексный природный водорастворимый полисахарид, экстрагируемый из древесины лиственницы разных видов. Представляет собой аморфный порошок белого, или бледно-серого, или бледно-кремового цвета, без вкуса и запаха. [6]. Арабиногалактан (АГ) относится к группе гидрокарбонатных соединений. Состоит из цепочечных соединений галактозы и арабинозы,

соединенных между собой бета-гликозидными связями. Содержится в ряде фруктов, моркови, редисе, пшенице, зернах кофе, эхинаеце. Однако уникальным источником АГ является лиственница. Именно она дает возможность получить АГ с наиболее полезными свойствами. По физико-химическим свойствам АГ характеризуется низкой вязкостью, высокой клейкостью, отсутствием острой и хронической токсичности, влагоудерживающим эффектом, биоразлагаемостью, устойчивостью в кислой среде и при температурной обработке. АГ обладает широким спектром биологических свойств, включающих: иммунобиологическую, гепатопротекторную, гастропротекторную, митогенную (стимулирует размножение клеток селезенки и костного мозга) и мембранотропную активность; микогенные, пребиотические, гиполипидемические свойства; способность активации окислительного метаболизма клетки и диспергирующего действия; является источником пищевой клетчатки. АГ повышает синтез жирных кислот с короткой цепью, что делает клетки толстой кишки более устойчивыми к опухолевому росту и заболеваниям кишечника. Уменьшает клетки метастаза. Обладает противоопухолевой активностью. Он ферментируется в толстом кишечнике с образованием короткоцепочечных кислот, которые укрепляют защитные силы слизистой кишечника против ряда заболеваний и воздействия канцерогенов. Стимулирует цитоксичность клеток против опухолевых клеток, поддерживает дружественную микрофлору.

Применение АГ в ветеринарии в настоящее время особо актуально, в связи с запретом использования в животноводстве ряда антибиотиков. Испытаниями на телятах, поросятах и бройлерах установлено, что АГ поддерживает в желудочно-кишечном тракте животных уровень бифидобактерий и лактобацилл, за счет чего улучшается эффективность питания, повышаются привесы, снижается потребность в обычных антибиотиках. При суточной дозе 6 г наблюдалось повышение привесов у телят на 5 % без случаев диареи. По данным J. Richards (2001) применение 5 %-го раствора экстракта из древесины лиственницы Даурской в обработке мяса и тушек бройлеров оказывало супрессивное действие на рост *salmonella* и *E.coli* на уровне 30–70 % в зависимости от условий применения. Предполагается, что механизм действия связан с эмульгирующим и стабилизирующим свойствами, которые делают поверхность бактериальных клеток более чувствительными к действию второго компонента экстракта полифенолов. Являясь источником растворимых диетических волокон, АГ улучшает питание, всасывание и сохранение в здоровом состоянии желудочно-кишечного тракта и может рекомендоваться как нутрицевтик или функциональная добавка к пище в ежедневной диете. С клинической точки зрения это очень привлекательный продукт; регулярный прием его может поддерживать нормальный иммунитет не только через прямое воздействие, но и через эффекты на бактерии кишечника, которые, в свою очередь, помогают сложной иммунной системе человека функционировать более надежно. Благодаря диспергирующей хорошей способности АГ может использоваться для приготовления пищевых продуктов (йогурт, соки, напитки, сухое молоко, кондитерские изделия), обогащенных минеральными добавками (йодид калияфосфат или карбонат кальция, соединения железа, цинка, селена) и витаминами (А, С, D, Е, комплекс витаминов В). Эти продукты являются источником растворимых диетических волокон, а также биодоступных витаминов и микроэлементов, с сохранением вкусовых качеств. Показана перспективность использования АГ с добавками известных антиоксидантов ДКВ и кверцетина для увеличения сроков хранения продуктов питания. Всестороннее изучение воздействия средств химической защиты не только на сорные растения, но и на культуру, включающее познание стратегий развития и выживания видов возделываемых растений, должно помочь выбору химических препаратов и технологий их применения. Перспективное направление в защите сельскохозяйственных культур – использование «растительных» препаратов, созданных на основе тритерпеновых и других органических кислот, полученных из хвойных растений.

Эти препараты обладают четко выраженными ростостимулирующим иммунизирующим эффектами. Применение хвойных экстрактов стимулирует устойчивость картофеля к абиотическим стрессорам и грибным заболеваниям. К данной группе веществ с ростомодулирующими свойствами относятся полисахариды. Одним из перспективных веществ этой группы является АГ. Благодаря значительному содержанию в растительном сырье и уникальным свойствам водорастворимый АГ занимает особое место среди полисахаридов. АГ в пищевой промышленности применяется благодаря высокой растворимости, водоудерживающей и жиросвязывающей способности. АГ хорошо растворим как в горячей, так и в холодной воде. В течение 15 минут можно растворить от 14 до 50 г. АГ в 100 мл. воды при температуре от 0 до 90° С. АГ также растворим в водно-этиловой среде, но он не растворим в маслах и практически не растворим в чистом этиловом спирте. Водоудерживающая способность

АГ особенно важна при производстве мучных кондитерских изделий диетического назначения. Жиросвязывающая способность АГ составляет в среднем 85 %. Ряд исследований показали, что высокоочищенный АГ обладает бактерицидными свойствами. АГ стимулирует фагоцитарную активность макрофагов в отношении псевдотуберкулезных микробов штамма *Yersinia pseudotuberculosis* И-716, оказывает выраженное ингибирующее действие на размножение псевдотуберкулезных микробов внутри макрофагов, повышает активность НАДФН – оксидазы и супероксиддисмутазы, активирует окислительный метаболизм клетки и тем самым усиливает бактерицидный эффект в отношении поглощенных микроорганизмов. Обладая свойствами пребиотика АГ поддерживает баланс микрофлоры желудочно-кишечного тракта. Являясь источником растворимых диетических волокон, АГ улучшает питание, всасывание и сохранение в здоровом состоянии ЖКТ и может рекомендоваться как нутрицевтик или функциональная добавка к пище в ежедневной диете, способствует образованию короткоцепочечных жирных кислот, чрезвычайно важных для нормальной работы организма. Физико-химические и биологические свойства АГ во многом определили сферы использования его в пищевой промышленности, в которой он используется в трех направлениях: в качестве загустителя, желатирующего агента и стабилизатора. АГ используют как источник пищевой клетчатки. Обладая гигроскопичностью, АГ благоприятно влияет на перевариваемую пищу, что помогает избежать некоторых заболеваний толстой кишки. Пищевые волокна способствуют созданию благоприятных условия для развития полезных лактобактерий. В качестве пищевой добавки при создании продуктов с парафармацевтическими свойствами. АГ применяют в хлебопекарной и кондитерской промышленности и при производстве безалкогольных напитков.

Функциональное питание Одним из биологических свойств ДКВ является снятие утомления после физических нагрузок. Оптимальное сочетание утомления и восстановления – физиологическая основа тренировки, главное условие адаптации организма к физическим нагрузкам и повышения спортивной работоспособности. Составной частью системы восстановления является спортивная фармакология. Препарат ДКВ при курсовом применении (на лыжниках высшей квалификации) в течение 4-х месяцев поддерживал общую и спортивную работоспособность, позитивно влиял на факторы лимитирующие необходимые физические нагрузки. Препарат позволяет сохранить массу тела при высоких физических нагрузках без применения стероидных препаратов, запрещенных МК МОК. Препарат не содержит допинговых компонентов и может быть рекомендован для широкого применения в спортивной медицине, а также при занятиях физической культуры с целью расширения границ адаптации к физическим нагрузкам В НИИ Спорта РГУФКСМИТ было изучено влияние препарата ДКВ на физическую работоспособность высокопрофессиональных спортсменов циклических видов спорта» По результатам исследования были сделаны рекомендации [7,8]. Применение ДКВ длительностью 2–3 недели способствует увеличению аэробных возможностей мышц спортсменов высокой квалификации циклических видов спорта, а также скорости восстановления после интенсивных физических нагрузок. Рекомендуется использовать ДКВ, как эффективного природного и безопасного антиоксиданта, капилляропротектора и иммуномодулятора в видах спорта, связанных с проявлением как локальной, так и глобальной мышечной выносливости в периоды интенсивных тренировок, направленных на увеличение аэробных возможностей мышц.

Растениеводство. На основе ДКВ разработан регулятор роста растений «Лариксин», ДКВ и АГ в сочетании 1: 3 – регулятор роста с фунгицидным действием «Эко-Ларикс», АГи гербицидов – гербецидные составы.

Лариксин благодаря основному действующему веществу ДКВ, оказывает комплексное положительное воздействие на растения: ускоряет прорастание семян и повышает их всхожесть и активность начального роста, ускоряет рост корневой системы и увеличивает ее массу в 1,5–2 раза, ускоряет созревание, наступление биологической и технологической зрелости, увеличивает устойчивость к заморозкам до 3–6° С., снижает грибковую и бактериальную заболеваемость растений в 3–5 раз, увеличивает урожайность на 12–35 %, способствует уменьшению потерь при хранении. Лариксин оказывает положительные действия при его применении на посевах сои, сахарной свеклы, подсолнечника, ячменя, пшеницы, картофеля, льна-долгунца, винограда, кукурузы, томатов, огурцов, фасоли. Установлено, что Лариксин повышает (индуцирует) у культурных растений экспрессию (активность) генов защиты. Воздействуя на растения биологически активным веществом, повышает активность генов стрессоустойчивости, тем самым синтезирует специальные вещества, функцией которых является организация связи между факторами внешней среды и активностью отдельных генов

или их блоков. Лариксин зарегистрирован МСХ РФ, Госхимкомиссией РФ за № 09–00632–0063(0680) – 0 и внесен в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации.

«Эко-Ларикс». усиливает устойчивость культурных растений к болезням и неблагоприятным климатическим условиям, оказывает стимулирующее действие на иммунную систему растений, предотвращая и снижая в значительной степени поражение растений грибковыми и бактериальными болезнями. Его применение на сельскохозяйственных культурах увеличивает урожайность, улучшает качество продукции, увеличивает полевую всхожесть и сохранность растений к моменту уборки. Результаты полевых испытаний показали, что применение Эко-Ларикса на сорте сои Даурия была получена достоверная прибавка урожайности семян по сравнению с контролем на 3,6 ц/га. Обработка также способствовала повышению содержания в семенах белка на 5,9 % и жира на 8,0 %. (№ Госрегистрации 253–07–331–0; ТУ 2449–022–70692152–2013.)

Гербицидные составы с – лавитол-арабиногалактаном (пивот + пульсар + АГ, фабиан + базагран + АГ, хармони + галаксиТОП + АГ, галаксиТОП + арама + пульсар + АГ, глифосат + АГ и дикват + АГ) : применяются для лечения заболеваний:

– пшеницы (озимая и яровая), ячменя ярового, картофеля, льна-долгунца, свеклы сахарной.

Микробиологическое удобрение «БиоБестА» – инокулят., представляет собой жидкость с содержанием азот – фиксирующих бактерий *Sinorhizobium fredii*, которые обладают высокой адаптационной возможностью, и способностью быстрому наращиванию биомассы в условиях отличных от оптимальных и активной фиксации атмосферного азота, что может обеспечивать биологическим азотом растения на 65–80 % от общей потребности. (№ Госрегистрации 253–19–318–1, ТУ 9291–026–70692152).

Дигидрокверцетин и арабиногалактан – природные биорегуляторы при применении в различных отраслях АПК оказывают положительное влияние на сохранность, продуктивность и безопасность продукции животноводства и растениеводства, увеличивают сроки годности продукции пищевой промышленности, являются ценными ингредиентами в разработке и производстве продукции с парафармацевтическими свойствами [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабкин, В.А. Биомасса лиственницы: от химического состава до инновационных продуктов. / Бабкин, В.А., Остроухова, А.А., Трофимова, Н.Н. Отв.ред. Семенов А.А.; Рос.акад. наук, Сиб. отд-ние, Иркутский ин-т химии им. Фаворского А.Е. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. – 236 с.
2. Даурский А.М., Колесник Ю.А., Руленко И.А., и др. Использование дигидрокверцетина как антиоксидантной пищевой добавки для получения кондитерских изделий лечебно-профилактического назначения // 3-й Международный симпозиум «Экология человека: проблемы и состояние лечебно-профилактического питания», – Москва, 1994, – С. 189–192.
3. Фомичев Ю.П., Никанова Л.А., Торшков А.А. Природные кормовые добавки «Экостимул» и «Арабиногалактан» в экологии, продуктивном использовании животных и птицы в комбикормовой промышленности. Практическое наставление. Из-во ВИЖ. 2010. 76 с.
4. Решетник Е.И. Обоснование и разработку технологии производства пищевых продуктов с применением дигидрокверцетина // Вестник Даль-ГАУ, 2007, Вып.1, С. 135–137.
5. Семенова А.А., Антиокислители нового поколения для мясной промышленности / А.А. Семенова, В.В. Насонова // Мясная индустрия. – 2006. – № 3, с. 47–50.
6. Медведев Е.Н., Бабкин В.А., Остроухова Л.А. Арабиногалактан лиственницы – свойства и перспективы использования (обзор). // Химия растительного сырья. – 20–3, – № 1, – С. 27–37.
7. Вальтер Г.Ф., Лисин П.А. Функциональные продукты питания: теоретические и практические аспекты развития // Современные технологии продуктов питания: теория и практика производства, // Материалы международного научно-практического семинара – Омск, Вариант-Омск. -2010, 336 с.
8. Левушкин С.П., Сарсания С.К. Влияние препарата «Таксифолин» (дигидрокверцетин) на физическую работоспособность высокопрофессиональных спортсменов циклических видов спорта. -2013 http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_medicine / 29799/1
9. Фомичев Ю.П., Никанова Л.А., Дорожкин В.И. и др. Дигидрокверцетин и арабиногалактан – природные биорегуляторы в жизнедеятельности человека и животных, применение в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. М.: Издательский дом «Научная библиотека» 2017, 701 с.