

Фомичев, Ю.П., Лашин, С.А.

Fomichev, U., Laschin, S.

## ДИГИДРОКВЕРЦЕТИН – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ АНТИОКСИДАНТ ДЛЯ СПОРТИВНОГО КОНЕВОДСТВА

### РЕЗЮМЕ

*Дигидрокверцетин – биофлавоноид, обладает плейотропными эффектами: анти-оксидантными, кардиокапилляропротекторными, гепатопротекторными и другими. Применение в спортивном питании повышает выносливость, работоспособность у спортсменов. В животноводстве повышает продуктивность, сохранность, воспроизводительную способность путем профилактики и биокоррекции нарушений обмена веществ.*

*Ключевые слова: спортивные лошади, сельскохозяйственные животные, дигидрокверцетин, биологические свойства, спортивное питание, выносливость, работоспособность, пероксидное окисление липидов, биокоррекция метаболизма.*

## DIHYDROQUERCETIN – PERSPECTIVE ANTIOXIDANT FOR RACE HORSES

### RESUME

*Dihydroquercetin – bioflavonoid with wide spectrum pleiotropic effects, such as antioxidation, cardiocapillaroprotection, hepatoprotection and others. Using its in sport nourishment increased endurance and capacity for work of sportsmen. In animal husbandry its increased productivity, safety reproduction capable of animals and carry out biocorrection of metabolic disturbances.*

*Keywords: race horses, agricultural animals, dihydroquercetin, biological properties, sport nourishment, endurance, hard-working, productivity of animal, husbandry, lipids peroxide oxidation, biocorrection, metabolism.*

### ВВЕДЕНИЕ

Характерными особенностями спортивных лошадей являются высокая работоспособность, выносливость и способность максимально реализовывать физиологические ресурсы организма в течение короткого периода времени, что обусловлено как генетически, так и тренингом и питанием. В последнем важную роль играют незаменимые биологически активные вещества – биорегуляторы метаболических процессов в организме.

В период тренинга и соревнований в организме лошади происходят значительные изменения в физиологическом состоянии организма и метаболизме. У лошадей в период нагрузки учащается пульс и дыхание. В крови возрастает содержание эритроцитов, гемоглобина, глюкозы, молочной и пировиноградной кислоты. Изменяется активность ферментов, увеличивается секреция гормонов коры надпочечников, активируется глюконеогенез и свободно-радикальное окисление липидов (ПОЛ), как патогенетическая адаптивная

реакция организма (Ласков А.А., 1973, Алексеев М.Ю., 1977, Кармалиев Р.Х., 2002).

В исследованиях Антонова А.В. (2012) установлено, что хорошая работоспособность троеборных лошадей связана с пониженным содержанием в плазме крови вторичных продуктов ПОЛ (малонового диальдегида), а плохая – с уменьшением содержания в плазме крови  $\alpha$ -токоферола, повышенным уровнем малонового диальдегида и активностью церулоплазмينا.

С целью профилактики и биокоррекции ПОЛ у лошадей были изучены в качестве антиоксидантов – хлорид марганца (Singh R.K. et al., 1992), аскорбиновая, янтарная и липоевая кислоты (White A. et al., 2001, Williams C.A. et al., 2004, Шестакова А.Н., 2008, Антонов А.В., 2013), витамин Е и препарат селена (Оно К. et al., 1990) и композиция, состоящая из антиоксидантов и полиненасыщенных жирных кислот (Fraipont A. et al., 2008).

Антиоксиданты широко применяются в спорте для повышения выносливости и работоспособности спортсменов (Rokitzki L. et al., 1994, Пунякин А.К., 2001). Наиболее успешным в решении данной проблемы является применение дигидрохверцетина, который значительно повышает выносливость организма при экстремальных нагрузках (Манукян Г.Г., 2009, Левушкин С.П., Сарсания С.К., 2013).

Дигидрохверцетин (известный также, как таксифолин) – мощный природный капилляропротектор и антиоксидант; относится к биофлавоноидам с Р-витаминной активностью. Как вещество обладающее высокой степенью биологической активности, дигидрохверцетин оказывает целую гамму положительных (плейотропных) эффектов на обменные реакции и динамику различных патологических процессов, что было установлено в многочисленных исследованиях российских и зарубежных ученых, в частности, он оказывает антиоксидантное, радиопротекторное, мембранопротекторное, капилляропротекторное, ангиопротекторное, гиполипидемическое, противовоспалительное, противоаллергическое, кардиопротекторное, гепатопротекторное, дезинтоксикационное, нейропротекторное, гастропротекторное, иммуномодулирующее, ретинопротекторное, эндокринологическое действия. Предупреждает стресс и синдром хронической усталости, восстанавливает и повышает работоспособность при высоких физических и психоэмоциональных нагрузках (Плотников М.Б. и др., 2005).

Дигидрохверцетин является эталонным антиоксидантом. Его антирадикальная активность проявляется при концентрации примерно 0,0001-0,00001% при полном отсутствии мутагенной активности.

Антиоксидантная активность (ORACHidro) дигидрохверцетина 95% чистоты 19,925, 80-90% чистоты 15,155, в то время, как у других популярных антиоксидантов она равняется: у лютеолина 12,500, хверцетина 10,980, эпикатехина 8,100, витамина С 2,100 и витамина Е 1,300.

Антиоксидантная активность дигидрохверцетина возникает в результате способности гидрольных групп молекулы отдавать атом водорода, т.е. быть донором атомов водорода, превращаясь при реакции со свободными кислород-радикальными метаболитами в резонанс стабильный фенольный радикал. Дигидрохверцетин функционирует как эффективный «хелатор», связывающий ионы переходных металлов, в т.ч. стимулирующие перекисные процессы, в силу чего дигидрохверцетин является эффективным ингибитором металл катализируемого перекисного окисления липидов, белков, нуклеиновых кислот и других соединений. По такому же механизму дигидрохверцетин защищает от окисления и аскорбиновую кислоту (Плотников М.Б. и др., 2005).

Дигидрохверцетин один из наиболее эффективных капилляропротекторов. Он способствует улучшению микроциркуляции прямым воздействием на эластичность, проницаемость и стабильность сосудистой стенки капилляров. Позитивно влияет на свертываемость крови – снижая ее вязкость, облегчает

доставку кислорода к тканям путем улучшения способности эритроцитов, несущих кислород, проникать в самые отдаленные точки сосудистого русла и влияет на уровень холестерина в крови.

Дигидрохверцетин получают из комлевой части лиственницы Даурской (*L. Dahurica Turcz*) по запатентованной технологии ЗАО «Аметис». Компания производит на его основе для медицины – «Лавиокард», для пищевой промышленности и для животноводства Экостимул-1, Экостимул-2 и ЭкоКор. Лавитол-дигидрохверцетин зарегистрирован в Роспотребнадзоре (№ 77.99.26.9.У.2490.4.07), а Экостимул-1, Экостимул-2 и ЭкоКор, состоящий из Экостимул-2, Карнипаса (L-карнитина) и холинхлорида в Россельхознадзоре (№№ ПВР-2-9-9/02501, ПВР-2-9-9/02502 и ПВР-2-30-11/02791).

#### Применение в спорте

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.

Применение таксифолина (дигидрохверцетина) с целью оценки срочного и долговременного эффекта на анаэробные возможности мышц, функциональные возможности сердечно-сосудистой системы, срочное восстановление после предельных физических нагрузок спортсменов дало положительные результаты.

Прирост мощности работы на уровне аэробного порога составил - 15%, на уровне анаэробного порога - 5%.

Прирост предельного времени работы и потребления кислорода на мощности максимального потребления кислорода (МПК) до достижения дыхательного коэффициента не более 1,10 составил - 18,5% и 2,7% соответственно.

Выявлена тенденция к более экономичной работе, снижению напряжения регуляторных систем в ответ на заданную мощность физической нагрузки. При анализе долговременного эффекта использования препарата таксифолин выявлено достоверное увеличение мощности работы. Прирост мощности на уровне аэробного порога ( $p$  менее 0,05) составил 20%, прирост потребления кислорода 18%, а на уровне анаэробного порога прирост мощности составил 9,5%, прирост потребления кислорода 14,8%. Обоснование данного явления исходит из фармакологического действия препарата. Обладая сильным действием как капилляропротектор, данный препарат способен стимулировать рост и увеличивать функциональные возможности капилляров в ответ на физические нагрузки. В связи с этим увеличение потребления кислорода на уровне анаэробного порога и МПК может быть связано не только с увеличением функциональных возможностей и общего количества капиллярной сети, но и с ускорением цепи реакций окислительного фосфорилирования в митохондриях, более быстрому использованию кислорода с образованием энергии в виде АТФ для мышечного сокращения и, соответственно, повышению мощности работы за счет аэробного энергообеспечения. При долговременном эффекте наблюдается тенденция к более быстрому восстановлению после предельных физических нагрузок, что выражается в ускорении восстановления частоты сердечных сокращений (ЧСС) к исходному уровню после выполнения нагрузки, увеличению вариативности дисперсии кардиоинтервалов, что также указывает на более быстрое восстановление.

Также при долговременной адаптации наблюдается тенденция к снижению ЧСС, и увеличению вариативности дисперсии кардиоинтервалов в покое перед нагрузкой, что указывает на большее влияние парасимпатической нервной системы и более полное восстановление.

Спустя 3 недели приема препарата таксифолин, время работы на мощности МПК достоверно увеличилось на 35,3%, а потребление кислорода при достижении дыхательного коэффициента не более 1,10 на 8,3%.

В итоге сделан вывод, что при срочном эффекте приема препарата таксифолин наблюдается тенденция к росту физиологических показателей, характеризующих аэробные возможности мышц, что становится достоверным при долго-временной адаптации. При длительном приеме препарата наблюдается тенденция к более быстрому восстановлению после физических нагрузок, что выражается в ускорении восстановления ЧСС и вариативности дисперсии кардиоинтервалов к исходному уровню нагрузки.

Препарат (дигидрокверцетин) 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. Это связано с действием антиоксидантов, которые не только повышают тонус, но и влияют на процессы восстановления, особенно, при возможном проявлении у спортсменов хронического перенапряжения отдельных органов и систем. По отзывам спортсменов препарат дает повышенный тонус, желание тренироваться, уверенность в себе и хорошее самочувствие. 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 культурой с целью расширения границ адаптации к физическим нагрузкам (Левушкин С.П., Сарсания С.К., 2013).

Исследования по применению препаратов на основе дигидрокверцетина проведены в хозяйствах Брянской, Тульской и Ярославской областях, загрязненных радионуклидами в результате Чернобыльской аварии, тяжелыми металлами, оксидами и другими ксенобиотиками в результате эмиссии предприятий металлургической, нефтехимической и лакокрасочной промышленности, и относительно экологически благополучной Московской области.

- Применение «Экостимул-1» в питании коров при разведении их в Новозыбковском районе Брянской области, загрязненном радионуклидами, позволило повысить неспецифическую резистентность организма, снизить содержание  $^{137}\text{Cs}$  в молоке в 1,45 раз и повысить среднесуточный удой на 2,5 л при одновременном повышении содержания жира в молоке, что позволило получить нормативное по экологической безопасности молоко и чистый доход от реализации дополнительного надоя молока в размере 130,9% по отношению к контрольным коровам.
- На ферме Тульского НИИСХ, расположенного в Плавском районе, подвергнутого загрязнению радионуклидами и тяжелыми металлами, применение в кормлении коров «Экостимул-1» позволило снизить содержание  $^{137}\text{Cs}$  в молоке с 2,81 Бк/кг до уровня минимально детектируемой активности и содержание свинца в молоке коров и нормализовать углеводно-жировой обмен в организме (патент RU 2328132 С2).
- Включение в рацион высокопродуктивных коров «Экостимул-1» на ферме «Дубровицы» ФГУП «Кленово-Чегодаево» ВИЖ'а позволило повысить среднесуточный удой с 31,4 кг до 34,7 кг или на 10,6%, получить дополнительную прибыль по 792 руб. на корову в месяц, нормализовать углеводно-жировой обмен.

КД Экокор разработана для применения в предотельный и новотельный периоды с целью: профилактики и коррекции - нарушений углеводно-липидного обмена, клинических, субклинических ацидозов и кетозов, нарушений функции и жировой дистрофии печени; стрессов и свободнорадикального окисления липидов, нарушений сердечно-сосудистой системы и микроциркуляции ЦНС, желез, в т.ч. молочной, и тканей организма; и повышения – антиоксидантной защиты организма; воспроизводительной способности, молочной продуктивности и сроков продуктивного использования коров (патент RU 2454228 С2).

В результате профилактики и коррекции вышеуказанных нарушений и патологий в организме коров в переходный период при даче ЭкоКор у них более

полно реализуется генетически обусловленный потенциал продуктивности и улучшается продуктивное здоровье, что выражается в дополнительном получении по 500–700 кг молока натуральной жирности за 305 дней лактации, что в конечном счете способствует повышению рентабельности отрасли на 25–30%.

Применение «Экостимул-1» при выращивании телят в молочный период в условиях загрязнения среды радионуклидами и тяжелыми металлами позволило сократить степень резорбции из кишечника радионуклидов  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $\text{Pb}$  и  $\text{Cd}$  в 2, 1,9, 1,5 и в 200 раз соответственно, в результате у телят, получавших кормовую добавку, повысился уровень резистентности, что способствовало получению среднесуточного прироста в течение 6-ти месяцев по 838 г, что было выше, чем в контроле на 3%.

В опыте на телятах, проведенном в ЗАО «Красная Пойма», расположенном в Луховицком районе Московской области, при выпаивании подкисленного молока муравьиной кислотой с добавлением «Экостимул-2» повысило жизнеспособность телят и способствовало получению среднесуточного прироста за первые 50 дней по 864 г и последующие 50 дней по 1113 г, что было больше, чем в контроле на 13,1 и 10,5% соответственно.

Экономическая эффективность выращивания телят при применении Экостимул-2 составила 702,2 руб. на голову или на 11,9 руб. на 1 руб. затрат на кормовую добавку.

В исследованиях, выполненных на ферме «Дубровицы» ФГУП «Кленово-Чегодаево» ВИЖ'а, применение пробиотиков тококарина и каротинобактерина совместно с Экостимул-2 при выпойке телят подкисленным муравьиной кислотой молока был получен среднесуточный прирост 817 г, что было больше, чем в контроле на 100 г и больше в группе телят, получавших пробиотики на 26г. В результате было получено по 2,3 и 1,7 руб. прибыли на 1 руб. затрат.

Применение кормовых добавок Экостимул-1 и Экостимул-2 при выращивании подсосных поросят и отъемышей также было экономически эффективным. Исследования проводились на свиноферме ФГУП «Кленово-Чегодаево» ВИЖ'а. Дача Экостимул-1 отдельно и совместно с пробиотиками тококарина и амиловарина способствовало сокращению расстройств пищеварительного тракта в 2,5 раза при 100% сохранности поголовья, а также повышению среднесуточного прироста на 21,3 и 15,9% соответственно при совместном с пробиотиками и отдельном применении Экостимул-1. Экономический эффект от применения данной композиции составил 16,5 и 13,8% соответственно по отношению к контролю.

При выращивании поросят после отъема в возрасте 60 дней на той же свиноферме дача Экостимул-1 также была эффективной. При 100% сохранности среднесуточный прирост составил 540 г, что было выше, чем в контроле на 21,8%.

В других исследованиях на поросятах отъемышах в течение 52 дней, выращиваемых на полноценных комбикормах СК-4 и СК-5 с добавлением «Экостимул-2» отдельно и совместно с арабиногалактаном среднесуточный прирост составил 496 и 504 г соответственно при 100% сохранности, что было выше, чем в контроле на 20,6 и 22,6% соответственно при 90% сохранности.

Особо высокая эффективность применения Экостимул-2 и арабиногалактана проявилась в период действия экологической экстремальной жары – июль-август 2010 г, когда на свиноферме держалась температура в течение этого времени на уровне  $+30^{\circ}\text{C}$ , а в воздухе присутствовал «смог». В этот период среднесуточный прирост при даче Экостимул-2 и арабиногалактана составил 618 и 570 г при полной сохранности, что было выше, чем в контрольной группе на 38,8 и 28,1% соответственно и при 70% сохранности поголовья.

При применении КД Экостимул 1 и 2 и арабиногалактана в течение полного цикла выращивания и откорма живая масса 100 кг у свиней достигалась за 193 и 203 дня, что было меньше на 53 и 43 дня, чем в контроле. При этом все пока-



затели качества туши и свинины значительно превосходили контрольные. В результате экономическая эффективность при применении КД Экостимул и арабиногалактана составила 1799 и 817 руб. на голову за период выращивания и откорма.

Исследования по применению «Экостимул-2» на цыплятах-бройлерах были выполнены на экспериментальной базе Оренбургского ГАУ.

В течение 42-дневного периода выращивания среднесуточный прирост живой массы постепенно увеличивался, достигнув к шестинедельному возрасту 53,86 г, в группе цыплят получавших «Экостимул-2» и 49,75 г в контрольной группе. В результате живая масса одного бройлера в конце выращивания составила 2208 г при 93% сохранности при включении в рацион «Экостимул-2», что было больше на 8,27% по сравнению с контрольной группой при 85% сохранности.

Совместное применение «Экостимул-2» с арабиногалактаном при выращивании цыплят также было эффективным. К концу выращивания цыплята-бройлеры превосходили цыплят контрольной группы на 4,94%.

Сходные результаты получены и на цыплятах-бройлерах при определении эффективной дозировки, которая составила 75 мг/кг живой массы/день. В этой дозировке за 42 дня выращивания живая масса в конце периода цыплят-бройлеров, получавших арабиногалактан, была выше, чем в контрольной на 20,42%.

Применение КД Экостимул-2 и арабиногалактана при выращивании и промышленном использовании кур-несушек также было положительным.

Анализ продуктивности кур-несушек показал, что средняя масса яйца в группе, получавшей Экостимул-2, превосходила контрольные значения на 2,71%, кроме того, возрастает и яйценоскость птицы опытной группы на 1,37%. Вместе с этим увеличиваются затраты корма на 1 несушку за весь опытный период на 0,72%.

Распределение яиц по категориям показывает, что птица опытной группы интенсивнее наращивает продуктивность с возрастом. Уже к 26-недельному возрасту доля яиц I категории составляет более 58% от общей массы, тогда как в контрольной группе этот уровень достигался лишь к возрасту 28 недель.

В период с 25- до 43-недельного возраста от птицы опытной группы получено от 8,92 до 9,64% яиц со средней массой более 75 г, тогда как в контрольной группе яйца высшей категории по массе были лишь в период с 23- до 29-недельного возраста и в количестве не более 3,03% от общего числа яиц.

Высокая эффективность применения «Экостимул-2» была получена и в пчеловодстве. Пчелиным семьям предоставляли в поилках водный раствор Экостимул-2 в концентрации 5 мг/л в начале весны, при экспозиции ульев после зимовки за два месяца до главного медосбора, стимулировало откладывание яиц маткой, которое составило в опытной группе 1429 яиц в день, что было больше, чем в контроле на 16,0%. С плодовитостью маток положительно коррелирует медопродуктивность пчелиных семей.

Summary:

Dihydroquercetin is bioflavonoid with wide spectrum biological properties used in medicine, sport nourishment, food technology and in animal husbandry. Its base properties are antioxidativ activity, cardiocapillaroprotection and hepatoprotection. Using in sport nourishment increased endurance and capacity for work. In feeding different kind of specias of animal increase productivity, preventing action of technological and ecological stress-factors and metabolic disturbances.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев М.Ю. Влияние тренинга, характера физических нагрузок и биологически активных веществ на динамику процессов восстановления после мышечной работы у лошадей: автореф. дисс... канд. биол. наук – Борзовск, - 1977, - 24 с.

2. Антонов А.В. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная защита у спортивных лошадей: автореф. дисс... докт. биол. наук – Боровск, - 2013, - 38 с.
3. Кармалиев Р.Х. Биохимические процессы при свободнорадикальном окислении и антиоксидантной защите. Профилактика окислительного стресса у животных/ сельскохозяйственная биология. – 2002, - № 2, - с. 19-28.
4. Ласков А.А. Динамика физиологических функций и работоспособности лошадей под влиянием гипоксии: автореф. дисс... докт. биол. наук.– Ростов на Дону, - 1973, - 35 с.
5. Левушкин С.П., Сарсания С.К. Влияние препарата «Таксифолин» (ди-гидрохверцетин) на физическую работоспособность высокопрофессиональных спортсменов циклических видов спорта. – 2013, - <http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc/medicine/29799/>
6. Манукян Г.Г. Разработка специализированного продукта с использованием антиоксидантов природного происхождения для питания спортсменов, - 2009, - [http://lenokis.ru/userfiles/files/avtoreferat\\_manukyana.pdf](http://lenokis.ru/userfiles/files/avtoreferat_manukyana.pdf).
7. Плотников М.Б., Тюковнина Н.А., Плотникова Т.М. Лекарственные препараты на основе диквертина. – Томск: изд-во Томского Ун-та, - 2005, - 208 с.
8. Пунякин А.К. Биохимическая оценка применения биологически активных продуктов пчеловодства в спортивной медицине: автореф. дисс... канд. биол. наук.– Рязань, 2001, - 21 с.
9. Фомичев Ю.П., Никанова Л.А., Торшков А.А. и др. Природные кормовые добавки «Экостимул» и «Арабиногалактан» в экологии, продуктивном использовании животных и птицы и комбикормовой промышленности; - Дубровицы, - ВИЖ, - 2010, 76 с.
10. Шестакова А.Н., Копылов С.Н. Перекисное окисление липидов у спортивных лошадей./ Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, - 2008, - № 6, - с. -82-86.
11. Fraipont A., Meffarts De., Lekeux P., Art T.//Effects of fatty acid-enriched antioxidant supplement on markers of cellular damage/oxidative and inflammatory stress in endurance horses.//Proc. 10th Int. Congr. of World Equine vet. Assoc. – Moscow.- 2008, - p. 631-632.
12. Ono K., Jnui K., Hasegawa et. al. The changes of antioxidative enzyme activities in equine erythrocytes following exercise//Nippon juigaku. Zasshi... - 1990, - v.52, № 4. – p.-759 -765.
13. Rokitzki L. Lipid peroxidation and antioxidative vitamins under extreme endurance stress/ Acta Physiol. Scand.-1994, - v. 151, p. – 149 – 158.
14. Singh R.K., Koormann K.M., Babbs C.F. et al., Potential use of simple manganese salts as antioxidants during in horses/ Amer. J. Vet. Res. – 1992, - v. 53.- № 10, - p/ 1822 – 1829.
15. Williams C.A., Hoffman R.U., Kronfeld et al. Antioxidant supplementation and subsequent oxidative stress of horses during on 80-km endurance race/ J. Anim. Sci., - 2004, - v. 82, № 2, - p. -588 – 594.
16. White A., Estrada M., Walker K. et al., Role of exercise and accorbate on plasma antioxidant capacity in thoroughbred race horses/Comp. Biochem. Physiol... A. Mol. Integr. Physiol...- 2001,- v. 128, № 1, p. 99-104.