

## РАПС (*Brassica napus* L.) И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КОРМЛЕНИИ ПТИЦЫ (обзор)

Т.А. ЕГОРОВА, Т.Н. ЛЕНКОВА

В последние годы в мировом земледелии повышается интенсивность возделывания масличных культур — основного сырья для производства растительных масел и ценного источника кормового белка. Для России с ее почвенно-климатическими условиями рапс — одна из перспективных культур, которую можно возделывать практически во всех регионах страны. Содержание обменной энергии в рапсе в 1,7-2,0 раза больше, чем в зерновых, и в 1,3-1,7 раза — чем в бобовых. Белки рапса хорошо сбалансированы по аминокислотному составу, по содержанию лизина приближаются к сое, а по метионину и цистину, кальцию и фосфору значительно превосходят ее. В кормлении сельскохозяйственных животных, в том числе птицы, используются как семена рапса, так и продукты переработки — жмых, шрот и растительное масло. В семенах рапса количество жира достигает 40 %, сырого протеина — 23 %, клетчатки — 4 %, однако их включение в рационы кур ограничено в связи с плохой переваримостью оболочек семян и спецификой состава. В рапсовом масле высока концентрация ненасыщенных жирных кислот (олеиновой — 60,0-70,0 %, линолевой — 23,3 %, линоленовой — 10,5 %), которые регулируют биосинтез простагландинов и оказывают положительное влияние на воспроизводительные функции животных. Мука из семян рапса обладает высокой энергетической, протеиновой и биологической ценностью и ненамного уступает высокобелковым кормам животного происхождения. В рапсовом шроте содержится в среднем 35,5 % сырого протеина, 2,5 % сырого жира и 12,0 % клетчатки, аминокислотный состав аналогичен другим видам шротов. По количеству незаменимой аминокислоты лизина он уступает соевому, но превосходит подсолнечный. В рапсовом шроте количество холина, биотина, фолиевой кислоты, ниацина, рибофлавина и тиамина выше, чем в шроте сои. Он богаче минеральными солями, однако фитиновая кислота и клетчатка уменьшают доступность фосфора, кальция, магния, цинка и некоторых других минеральных веществ. Рапсовый жмых содержит в среднем 32,00 % протеина, 8,75 % жира и 12,00 % клетчатки. В состав протеина жмыха входит много незаменимых аминокислот. Он богат лизином (5,7 %), серосодержащими аминокислотами (5,0 %), по количеству магния, меди и марганца превосходит соевый шрот. Доступность кальция в нем составляет 68 %, фосфора — 75 %, магния — 62 %, марганца — 54 %, меди — 74 %, цинка — 44 %. Сдерживающий фактор использования семян рапса и продуктов его переработки — присутствие в них антипитательных веществ, главным образом эруковой кислоты и глюкозинолатов. В обзоре обсуждаются способы повышения питательной ценности рапса и продуктов его переработки, включающие селекцию семян, термообработку (пропаривание, проваривание, двухэтапная экстракция кипящей водой), а также использование ферментных препаратов. Рассмотрена классификация сортов и гибридов рапса по содержанию в семенах жирных кислот и глюкозинолатов. Предложен способ обогащения отечественным ферментным препаратом МЭК-КП-4 используемых для бройлеров комбикормов с рапсовым жмыхом, содержащим 0,41 % изотиоцианатов и 0,25 % эруковой кислоты. В целях повышения продуктивности птицы и эффективности применения комбикормов, содержащих 7,5; 10,0 и 15,0 % рапсового жмыха, рекомендовано обогащать их ферментным препаратом МЭК-КП-4 в количестве соответственно 500, 750 и 1000 г на 1 т корма.

Ключевые слова: рапс, комбикорма, бройлеры, здоровье и продуктивность птицы, глюкозинолаты, эруковая кислота.

Полноценное сбалансированное кормление — основа эффективного производства продуктов птицеводства (1). В настоящее время для кормления птицы, как правило, используются зерновые (кукуруза, пшеница, ячмень, овес, просо), доля которых в рационах составляет 65-80 %. По данным Всероссийского НИИ кормов (Московская обл.), на корм скоту в России расходуется свыше 70 % валового сбора зерна, причем большая часть идет на нужды птицеводства. В связи с необходимостью сократить количество зерна в составе комбикормов большое внимание уделяется применению побочных продуктов различных производств (2-4).

Использование нетрадиционных кормов — один из доступных способов укрепления кормовой базы птицеводства (5). Это особенно важно

сейчас, когда комбикормовая промышленность испытывает дефицит основного сырья, в первую очередь источников протеина. Уменьшение содержания протеина в комбикормах ниже действующих норм отрицательно сказывается на продуктивности птицы и себестоимости продукции (6, 7).

Современная ситуация в аграрном секторе страны требует научного подхода к решению проблемы белка посредством использования масличных культур, в том числе рапса и продуктов его переработки, в кормлении сельскохозяйственной птицы (8, 9). В последние годы наряду с соей и подсолнечником эта культура приобретает все большую значимость.

Рапс занимает особое место в сельскохозяйственном производстве. Он служит альтернативным источником органических удобрений. В почву возвращается 10-15 т сухого вещества корней, листьев, соломы. По данным российских ученых, на 1 га посевов рапса количество корневых остатков составляет 60 ц, что в 6-7 раз больше, чем у зерновых культур и в 2 раза больше, чем у клевера. Кроме того, возделывание этой культуры предотвращает эрозию почвы, вымывание азотных веществ в грунтовые воды и, соответственно, снижает загрязнение почвы и воды. Рапс из сельскохозяйственной культуры превращается в культуру стратегическую, позволяющую получать не только продукты питания и корма для животных, но и возобновляемое техническое сырье, широко используемое на транспорте и во многих отраслях промышленности: пищевой, металлургической, лакокрасочной, мыловаренной, кожевенной, текстильной и др. Поэтому его называют культурой будущего (10, 11).

Получаемый в результате переработки рапса жмых и шрот служат ценным белковым кормом. Его скармливание животным позволит уменьшить зависимость от импортируемых источников белка (12, 13).

Впервые результаты исследований питательной ценности рапсового шрота были опубликованы в Германии в 1872 году. Но сразу после этого появились сведения о наличии в рапсовых кормах токсических компонентов, которые нарушают обмен и усвояемость питательных и биологически активных веществ, отрицательно влияют на здоровье и воспроизводительные функции животных, способны накапливаться в их организме и получаемой продукции (мясо, молоко, яйца) (14).

Корма из рапса в зависимости от сорта, условий выращивания, фазы вегетации содержат разное количество вредных (антипитательных) веществ (15). По направленности действия их можно разделить на полифеноловые соединения, которые затрудняют переваривание и дальнейшее использование протеина; фитиновую кислоту и глюкозинолаты — соединения, снижающие растворимость или метаболизм минеральных веществ; эруковую кислоту, которая вызывает нарушение деятельности сердечно-сосудистой системы, липидную инфильтрацию скелетной мускулатуры и миокарда, цирроз печени. Глюкозинолаты и эруковая кислота в рапсе лимитируют использование белка (16-18).

Из вредных веществ рапса на первое место следует поставить глюкозинолаты, которые относятся к группе тиоглюкозидов, содержащих соединения серы (19, 20). Из них наиболее важное значение имеет прогутрин. Сами глюкозинолаты не представляют опасности как токсиканты (21, 22). Это хорошо растворимые в воде глюкозиды. При отжиме или экстракции масла из рапса они полностью остаются в жмыхе или шроте. Под действием фермента мирозиназы, содержащейся в рапсе и других растениях и некоторых микроорганизмах желудочно-кишечного тракта животных, глюкозинолаты расщепляются с освобождением тиоцианатов, изотиоцианатов, гойтрина и других веществ (21, 23).

В организме глюкозинолаты гидролизуются с образованием изотиоцианатов и нитрилов, которые токсически влияют на щитовидную железу, связывают йод, в результате чего развивается гипофункция щитовидной железы с нарушением обмена веществ, гиперплазией эпителия фолликулов, резко снижается продуктивность животных, возможно рассасывание плода, аборт, мертворожденность. Кроме того, отмечается гепатотоксический эффект с геморрагиями печени (24–27). Следует отметить, что в семенах рапса, жмыхах и шротах около 25 % глюкозинолатов представлены наиболее токсичными соединениями — изотиоцианатами. ПДК глюкозинолатов в рационах для сельскохозяйственных животных в расчете на 1 кг живой массы в кормах для свиней и птицы составляют не более 5 мг, для жвачных — не более 10 мг, в комбикормах — 50 мг/кг (24).

Второе антипитательное вещество рапса — синапин, который под воздействием микроорганизмов кишечника превращается в холин. В кишечнике птицы он может трансформироваться в другое вредное вещество — триметиламин, придающий яйцам рыбный вкус. Кроме того, при наличии синапина образовавшийся триметиламин не распадается, так как синапин ингибирует фермент триметилоксидазу, которая катализирует разложение триметиламина. Семена рапса, как и других крестоцветных растений (горчица, сурепка, редька), содержит гликозиды — синигрин, синальбин, гликонопин и неоглюкобрассин, разрушающие слизистую оболочку желудочно-кишечного тракта и легочную ткань (при вдыхании паров). При резорбтивном действии они возбуждают центральную нервную систему, нарушают работу сердца и почек (24, 25, 28).

В масле неокультурных сортов рапса может содержаться до 42 % полиненасыщенной жирной эруковой кислоты ( $C_{22}$ ), которая относится к вредным веществам (29). Она вызывает жировую инфильтрацию скелетной и сердечной мускулатуры, кровоизлияния в печень и снижает окислительные процессы в митохондриях сердечной мышцы (21). В поздних сортах рапса, рекомендованных для использования в кормлении свиней и птицы, присутствует незначительное количество эруковой кислоты.

Содержание антипитательных веществ в рапсе и продуктах его переработки необходимо контролировать (30).

Наиболее широкое применение нашли термические методы уменьшения доли токсических веществ в рапсовых кормах — пропаривание и проваривание, в результате чего фермент мирозиназа теряет активность. Весьма эффективный способ обезвреживания рапсового жмыха — двухэтапная экстракция кипящей водой. При этом значительно снижается содержание токсических веществ без отрицательного влияния на протеиновую питательность корма (31). Еще один метод обезвреживания рапсовых кормов, доступный для любого хозяйства, — микробиологический. Он заключается в силосовании рапсового жмыха с кормами, богатыми углеводами (картофелем, свеклой, зеленой массой, кукурузой). В результате молочнокислого брожения содержание антипитательных веществ уменьшается на 60–90 % (31).

Однако ни одна из указанных мер не поставлена на промышленную основу, поэтому необходима дальнейшая разработка методов инактивации глюкозинолатов.

Наиболее простой способ снижения эффекта антипитательных факторов — селекционный поиск генотипов рапса с уменьшенным содержанием глюкозинолатов (32). Так, еще в 1967 году среди растений ярового рапса сорта Бронковский (Польша) были выявлены генотипы с 10-кратным снижением количества глюкозинолатов в семенах по сравне-

нию с таковым у других известных сортов. Это позволило создать большее число высокоурожайных сортов рапса с низким (до 30 мкмоль/г) и средним (до 60 мкмоль/г) содержанием этих веществ (33).

В последние годы благодаря успехам селекционеров и совершенствованию технологии производства рапсовый жмых и шрот стал конкурировать с соевым в рационах сельскохозяйственных животных (34-37).

Селекционные разработки по улучшению масличных культур начаты в 1970-х годах в Канаде, затем во Франции, ФРГ, Швеции. В дальнейшем они были продолжены в ГДР, ПНР, Дании, СССР, ВНР, ЧССР, Бельгии. Первоначально создавались высокоурожайные сорта рапса с повышенным содержанием масла в семенах и морозоустойчивые озимые формы. На втором этапе селекции основное внимание было сосредоточено на снижении содержания в семенах эруковой кислоты и глюкозинолатов.

Количество эруковой кислоты оценивают в процентах к общему содержанию жирных кислот в масле семян. Содержание глюкозинолатов (% , мг/г или мкмоль/г) определяют в сухом обезжиренном веществе. Установлено, что количество глюкозинолатов в семенах рапса варьирует в зависимости от погодных условий, места выращивания и других факторов (21). По содержанию жирных кислот и глюкозинолатов в семенах в настоящее время на мировом рынке различают четыре типа сортов и гибридов рапса.

Традиционные сорта («+++») характеризуются высоким содержанием эруковой кислоты (45-55 %) и глюкозинолатов (100-200 мкмоль/г). Их используют на зеленое удобрение и для производства биотоплива, но полученный жмых нельзя скармливать животным. Сорта с низкой долей эруковой кислоты (менее 5 %) и высоким содержанием глюкозинолатов (80-95 мкмоль/г) первоначально получили название низкоэруковых, или сортов с одним нулем («0+»). В дальнейшем этот предел был изменен и к «0+» сортам стали относить те, в семенах которых содержится менее 2 % эруковой кислоты. Их используют для получения высокоценного пищевого масла; шрот и жмых можно ограниченно скармливать животным. Сорта рапса «+0» с высоким содержанием эруковой кислоты (47 %) и низким — глюкозинолатов (менее 20 мкмоль/г) служат только для производства технических масел и биологического дизельного топлива, а их жмых и шрот используются в качестве высокобелкового корма. Сорта рапса с малым количеством эруковой кислоты (0-2 %) и глюкозинолатов (менее 20 мкмоль/г) называют двунулевыми («00»). Их используют для производства качественного масла и высокобелковых кормов (38). В семенах отечественных «00» сортов массовая доля глюкозинолатов не превышает 1 %.

Современные исследования направлены на дальнейшее повышение качества семян рапса, создание сортов и гибридов рапса с содержанием олеиновой кислоты до 85 %, пальмитиновой кислоты до 10-20 %, а также с очень низкой долей олеиновой кислоты. Это позволит шире использовать рапсовое масло не только для пищевых целей, но и в производстве моющих, лакокрасочных, косметических средств, горюче-смазочных материалов и гидравлических масел.

Создание «000» сортов рапса с желтыми семенами (с низким содержанием не только эруковой кислоты, глюкозинолатов, но и клетчатки) будет способствовать улучшению качества жмыхов и шротов, применяемых для кормления сельскохозяйственных животных и птицы (21).

На 2006 год к использованию в России допущены 53 «двунулевых» сорта ярового и 20 — озимого рапса, в том числе 11 и 14 иностранных. Качество определяется в соответствии с принятым в 2006 году новым стандартом на посевной материал рапса — ГОСТ Р 52325-2005 «Семена

сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия», в котором жестко регламентировано содержание антипитательных веществ в семенах высших репродукций. Так, количество эруковой кислоты в оригинальных и элитных семенах не должно превышать 1 % (вместо 3 % по старому ГОСТ), а глюкозинолатов — 15 мкмоль/г (вместо 2 %, соответствующих для рапса показателю 46 мкмоль/г, и 3 %, или 75 мкмоль/г, — для сурепицы).

Рапс — перспективный и реальный источник пополнения ресурсов кормового белка. По выходу питательных веществ с единицы площади, пищевым и кормовым достоинствам рапс превосходит многие культуры (39). Содержание обменной энергии в нем в 1,7-2,0 раза больше, чем в зерновых, и в 1,3-1,7 раза больше, чем в бобовых (горох, соя). Белки рапса хорошо сбалансированы по аминокислотному составу, по содержанию лизина приближаются к сое, а по метионину и цистину, кальцию и фосфору значительно превосходят ее. Однако переваримость питательных веществ рапса по сравнению с другими кормами ниже (40-42).

Корма из рапса позволяют сбалансировать рационы скота и птицы по протеину и обменной энергии. Белок рапса, как и белок сои, близок по составу к белкам животных, но себестоимость 1 т белка из семян рапса в 5-10 раз ниже, чем белка животного происхождения (10, 43).

В кормлении сельскохозяйственных животных и птицы используются как сами семена рапса, так и продукты их переработки — жмых, шрот и растительное масло (8, 44). Жмых получают после отжима масла шнековыми прессами, шрот — посредством экстракции масла соответствующими растворителями.

В семенах рапса количество жира достигает 40 %, сырого протеина — 23 %, клетчатки — 4 % (45). Результаты химического анализа свидетельствуют о высокой энергетической ценности этого продукта, однако его включение в рационы кур ограничено в связи с плохой перевариваемостью оболочек семян и спецификой их состава (46, 47). Семена рапса используются в основном для промышленного получения масла. В них присутствуют белки, углеводы, минеральные вещества, витамины, фосфорсодержащие соединения, наличие которых определяет ценность получаемых после извлечения масла остатков — жмыхов и шротов (8).

Считается, что рапсовое масло — одно из лучших растительных масел (48). В нем высока концентрация ненасыщенных жирных кислот (олеиновой — 60,0-70,0 %, линолевой — 23,3 %, линоленовой — 10,5 %), которые регулируют биосинтез простагландинов и оказывают положительное влияние на воспроизводительные функции животных.

Мука из семян рапса обладает высокой энергетической, протеиновой и биологической ценностью и ненамного уступает высокобелковым кормам животного происхождения. В ней содержится меньше лизина, однако она значительно богаче цистином и метионином, содержит больше холина, тиамина, микроэлементов по сравнению с соевым шротом.

Введение муки из рапсовых семян, жмыха и шрота в состав зерносмеси существенно повышает ее питательность и позволяет более рационально использовать концентрированные корма (8, 14, 39). Кормовая ценность продуктов, получаемых из семян рапса, зависит от вида самого продукта, технологии его производства, химического состава, количества антипитательных веществ (49).

В рапсовом шроте содержится в среднем 35,5 % сырого протеина, 2,5 % сырого жира и 12,0 % клетчатки, аминокислотный состав аналогичен таковому у других шротов растительного происхождения. По содержа-

нию незаменимой аминокислоты лизина он уступает соевому, но превосходит подсолнечный. В сравнении с другими видами шротов в рапсовом меньше аргинина и тирозина (41, 45). В 100 г рапсового шрота содержится 200-225 ккал обменной энергии (в зависимости от количества сахара, крахмала, остаточного жира) (50).

Рапсовый шрот обычно не рассматривается как источник витаминов при составлении рационов, однако в нем больше холина, биотина, фолиевой кислоты, ниацина, рибофлавина и тиамина, чем в шроте сои.

Рапсовый шрот содержит на 10-20 % меньше обменной энергии, чем соевый. Эта разница объясняется наличием большого количества клетчатки. Он богаче минеральными солями, однако фитиновая кислота и клетчатка уменьшают доступность фосфора, кальция, магния, цинка и некоторых других минеральных веществ при кормлении птицы. Кроме того, сырая клетчатка снижает доступность меди и марганца. Несмотря на это рапсовый шрот может быть лучшим источником доступного кальция, железа и марганца, фосфора, селена и магния, чем соевый, в то время как в последнем больше меди, цинка и калия (49).

За рубежом включение рапсового шрота с низким содержанием глюкозинолатов в комбикорма сельскохозяйственных животных и птицы служит одним из ключевых факторов интенсификации животноводства и птицеводства (51-53).

Рапсовый жмых по питательности не уступает подсолнечному, а по доле отдельных незаменимых аминокислот превосходит его (13). Он содержит в среднем 32,00 % протеина, 8,75 % жира и 12,00 % клетчатки (45). Кормовая ценность рапсового жмыха на 30 % превышает ценность шрота вследствие большего содержания жира (на 8 %) и лучшей переваримости органического вещества (72,5 против 66,2 %). Из минеральных веществ в жмыхе больше железа, меди и кобальта, но меньше натрия и марганца. Жмых более богат витаминами E, D и B<sub>5</sub>.

Жмых рапса содержит меньше протеина, чем жмыхи других культур. По количеству целлюлозы его превосходит только жмых подсолнечника. В состав протеина в жмыхе рапса входит много незаменимых аминокислот. Он богат лизином (5,7 % против 6,5 % в сое), серосодержащими аминокислотами (5,0 %) (14).

Рапсовый жмых — хороший поставщик минеральных веществ. По содержанию магния, меди и марганца он превосходит соевый шрот. Доступность кальция при этом составляет 68 %, фосфора — 75 %, магния — 62 %, марганца — 54 %, меди — 74 %, цинка — 44 %.

Добавление 1 т рапсового шрота позволяет сбалансировать по белку 7-8 т зернофуража (54). В настоящее время в России относительная дешевизна рапсового шрота и жмыха по сравнению с другими традиционными растительными белковыми кормами (соевые и подсолнечные жмыхи и шроты) делает его привлекательным для снижения стоимости рационов.

Доказано, что корма из рапса можно скармливать всем видам и возрастным группам сельскохозяйственных животных и птицы. При этом корма из рапса характеризуются высокой переваримостью питательных веществ (55, 56).

Имеющиеся в источниках литературы данные о применении рапса в птицеводстве часто противоречивы (57-60), так как результаты исследований зависят от множества факторов, а именно от сорта растений, вида птицы, условий ее выращивания, кормового фона и т.д. (61). Оптимальные дозировки, предложенные зарубежными исследователями, не гарантируют положительных результатов в условиях выращивания птицы на

отечественных предприятиях (62-64).

Один из способов увеличения переваримости и использования питательных веществ комбикормов, в том числе нетрадиционных, — применение ферментных препаратов (65-69). Установлено, что действие ферментных препаратов заключается в создании в пищеварительном тракте птицы специфической ферментативной активности, благодаря чему усиливается гидролиз белков, жиров и углеводов (70, 71).

С учетом актуальной для России проблемы замещения кукурузы и сои на местные корма Научно-технологическим центром «Лекбиотех» (Россия) был создан новый мультиэнзимный комплекс МЭК-КП-4, который обладает протеазной, ксиналазной,  $\beta$ -глюканазной, пектин-лиазной и  $\alpha$ -галактозидазной активностью.

Наши исследования показали, что максимально возможными дозировками рапсового жмыха на протяжении всего периода выращивания цыплят-бройлеров могут быть 7,5-10,0 % (72-74). Обогащение комбикормов с рапсовым жмыхом ферментным препаратом позволяет улучшить использование питательных веществ корма и повысить продуктивные качества бройлеров (75, 76). При этом энзим, не оказывая прямого воздействия на антипитательные вещества, способствует, тем не менее, нивелированию их отрицательного влияния на организм цыплят. Для повышения продуктивности бройлеров и эффективности использования комбикормов с 7,5; 10,0 и 15,0 % рапсового жмыха мы рекомендуем обогащать их ферментным препаратом МЭК-КП-4 в количестве соответственно 500, 750 и 1000 г на 1 т корма.

Таким образом, хотя за рубежом имеется большой опыт по применению рапсовых продуктов в животноводстве, в нашей стране научных исследований по этой теме крайне мало. Рапс — перспективный и реальный источник пополнения ресурсов кормового белка, ценная кормовая культура с высоким содержанием протеина, углеводов и жира. По выходу питательных веществ с единицы площади рапс, возделываемый на зерно, превосходит зерновые культуры. Основным сдерживающим фактором использования семян рапса в кормлении птицы — содержание в них глюкозинолатов и эруковой кислоты. Допустимое количество семян рапса и продуктов их переработки в рационе кур промышленного стада и цыплят-бройлеров составляет до 5 % от массы корма. Способы повышения питательной ценности рапса включают селекцию, термообработку семян (пропаривание, пропаривание, двухэтапная экстракция горячей водой и пр.), а также использование ферментных препаратов. Наиболее перспективны «00» сорта, в которых количество эруковой кислоты в масле не превышает 2 %, а массовая доля глюкозинолатов — 1 %. В этом случае положительный результат дает применение ферментных препаратов. Мы показали, что при включении в комбикорма для бройлеров 7,5 % рапсового жмыха необходимо использовать ферментный препарат МЭК-КП-4 в дозе 500 г/т, при 10 % дозировка увеличивается до 750 г/т, при 15 % — до 1000 г/т корма. Проведенные исследования способствуют расширению применения рапсового жмыха в комбикормах для птицы, что позволит укрепить кормовую базу отрасли.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пономаренко Ю.А., Фисинин В.И., Егоров И.А. Корма, биологически активные вещества, безопасность. Минск-М., 2014.
2. Фисинин В.И., Калашников В.В., Драганов И.Ф., Амерханов Х.А., Дегтярев В.П. Новое в кормлении бройлеров. М., 2012.

3. Фисинин В.И., Егоров И.А., Драганов И.Ф. Кормление сельскохозяйственной птицы. М., 2011.
4. Чиков А.Е., Кононенко С.И. Пути решения проблемы протеинового питания животных. Краснодар, 2009.
5. Егоров И.А., Ленкова Т.Н., Розанов Б.Л., Андрианова Е.Н., Окоелова Т.М., Егорова Т.В., Игнатова Г.В., Харламов К.В., Присяжная Л.М., Гулюшин С.Ю., Соколова Т.Н., Рысева Н.П., Елизарова Е.В., Верещагина Е.Н., Меньшенин И.А., Егорова Т.А., Зевакова В.К., Лычак А.В., Гребнева И.В., Игнатович Л.С. Наставления по использованию нетрадиционных кормов в рационах птицы. Сергиев Посад, 2010: 45.
6. Фисинин В., Егоров И. Современные подходы к кормлению птицы. Птицеводство, 2011, 3: 7-9.
7. Фисинин В.И. Инновации в промышленном птицеводстве России. Вестник РАСХН, 2010, 1: 9-12.
8. Лисицын А.Н., Григорьева В.Н., Лишаева Л.Н. Рапс — высокоценная масличная культура многоцелевого назначения. Вестник Всероссийского научно-исследовательского института жиров (СПб), 2013, 1: 5-12.
9. Артемьев И.В., Карпачев В.В. Рапс — масличная и кормовая культура. Аграрная наука, 2006, 4: 18.
10. Курбанов С., Исмаилов И., Ниматулаев Н. Рапс — ценнейшая сельскохозяйственная культура. Аграрная наука, 2009, 2: 27-31.
11. Курбанов С.А. Рапс — культура больших возможностей. Проблемы развития АПК региона, 2010, 1(1): 33-36.
12. Пономаренко Ю. Рапс и продукты его переработки для птицеводства. Комбикорма, 2013, 4: 57-59.
13. Егорова Т.А. МЭК-КП-4 в комбикормах для бройлеров, содержащих рапсовый жмых. Канд. дис. Сергиев Посад, 2011.
14. Новое в кормлении сельскохозяйственных животных /Под ред. М.Ф. Томмэ. М., 1956: 75-80.
15. Ciska E., Kozłowska H. Glucosinolates of cruciferous vegetables. Polish J. Food Nutr. Sci., 1998, 48: 5-22.
16. Guilhermet R. Utilization du tourteau de colza a faible teneur eu glucosinolates par le veau serve pecocement. Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix. INRA, 1986, 64: 21-23.
17. Симова J. Glukosinolaty repke a toxicita jejich stepnyck produktu. Postl. Vyroba, 1984, 30(4): 399-404.
18. Шпаков А.С., Фирцев А.И., Гаганов А.П. Использование рапса в кормлении сельскохозяйственных животных (рекомендации). М., 2004: 10-33.
19. Tripathi M.K., Mishra A.S. Glucosinolates in animal nutrition: a review. Anim. Feed Sci. Technol., 2007, 132: 1-37 (doi: 10.1016/j.anifeedsci.2006.03.003).
20. Mawson R., Heany K., Zdunczyk Z., Kozłowska H. Rapeseed meal glucosinolates and their antinutritional effects. 2. Flavor and palatability. Die Nahrung, 1993, 37: 336-344.
21. Демьянчук Г.Т. Определение токсина в рапсовых семенах, жмыхе и шроте. Птицеводство, 2002, 8: 10-12.
22. Jonsson R., Uppstom B. Quality breeding in rapeseed. In: Research and results in plant breeding. Stockholm, 1986: 173-184.
23. Александров Ю.А. Кормовые токсикозы сельскохозяйственных животных. Йошкар-Ола, 2000: 88.
24. Sorensen H. New methods of quantitative analysis of glucosinolates. Series: World crops: production, utilization, description. Springer, 1981, V. 5: 107-126.
25. Underhill F.W., Wetter L.R., Chisholm M.D. Biosynthesis of glucosinolates. Biochem. Soc. Sump., 1973, 38: 303-326.
26. Кожемяка Н. Нетрадиционные корма — возможная причина отравления птицы. Птицеводство, 1992, 5: 20.
27. Campbell L.D., Słominski B.A. Feeding quality of very low glucosinolate canola. Proc. 12<sup>th</sup> Western Nutrition Congr. Winnipeg, Manitoba, 1991: 245-252.
28. Khagali F., Słominski B. Factors that affect the nutritive value of canola meal for poultry. Poult. Sci., 2012, 91: 2564-2575 (doi: 10.3382/ps.2012-02332).
29. Thanaseelaan V., Niswanathan K., Chandrasekaran D., Prabakaran R., Chellapandian M. Chemical composition, amino acids, minerals and anti nutritional factors of rapeseed meal. Journal of Veterinary and Animal Science, 2007, 3: 101-105.
30. Cladinin T. The effects of high- and low-erucic acid rapeseed oil on energy metabolism in chicks. Proc. 5<sup>th</sup> Int. Rapeseed Conf. Malmö, 1979, V. 2: 279-283.
31. Гареев Р.Г. Рапс — культура высокого экономического потенциала. Казань, 1996.
32. Robbelin G. Variation in rapeseed glucosinolates and breeding for improved meal quality. In: Brassica crops and wild allies: biology and breeding. Tokyo, 1980: 285-299.



33. Милашенко Н.З., Абрамов В.Ф. Технология выращивания и использования рапса и сурепицы. М., 1989: 223.
34. Ленкова Т.Н., Егорова Т.А. Мультиэнзимная композиция в комбикормах для бройлеров, содержащих рапсовый жмых. Мат. XVII Межд. конф. ВНАП «Инновационные разработки и их освоение в промышленном производстве». Сергиев Посад, 2012: 222-223.
35. Ленкова Т., Егорова Т. Рапсовый жмых: сколько нужно бройлерам. Комбикорма, 2011, 2: 68-70.
36. Фалалеева Е.В., Лошкомойников И.А. Выращивание пыплат-бройлеров при использовании в кормосмесях рапсового жмыха и соевого шрота. В сб.: Кормовые ресурсы Западной Сибири и их рациональное использование. Омск, 2005: 151-162.
37. Шамаков П., Фалалеева Е., Мальцева Н., Лошкомойников И. Рапсовый жмых и соевый шрот в кормлении бройлеров. Птицеводство, 2007, 8: 14-15.
38. Faruga A. Zum einsatz von rapsextraktionsschrot der wintertraps — doppelqualitätssorte «Start» in der ernährung von schweine. Getreidewirtschaft, 1984, 11: 248-249.
39. Janocha A., Kłosek B., Osek M. Evaluation of diets for broilers containing different levels of seeds of double low oilseed rape. Rośliny Oleiste, 1994, 15: 199-206.
40. Ciurescu G. Efficiency of soybean meal replacement by rapeseed meal and/or canola seeds in commercial layer diets. Archive Zootechnica, 2009, 12: 27-33.
41. Rezvani M., Kluth H., Bulang M., Rodehutschord M. Variation in amino acid digestibility of rapeseed meal studied in caecetomised laying hens and relationship with chemical constituents. Br. Poult. Sci., 2012, 53: 665-647 (doi: 10.1080/00071668.2012.729130).
42. Toghyani M., Mohammad Salehi A., Gheisari A., Tabeidian S. The effect of low-glucosinolate rapeseed meal in diets with multi-enzyme supplement on performance and protein digestibility in broiler chicks. J. Anim. Feed Sci., 2009, 18: 313-321.
43. Talebali H., Farzinpour A. Effect of different levels of full-fat canola seed as a replacement for soybean meal on the performance of broiler chickens. Int. J. Poultry Sci., 2005, 4: 982-985.
44. Szymeczko R., Topolinski T., Burlikovska K., Piotrowska A., Boguslawska-Tryk M., Blaszyku J. Effects of different levels of rape seeds in the diet on performance, blood and bone parameters of broiler chickens. J. Cent. Eur. Agr., 2010, 11(4): 393-400.
45. Фисинин В.И., Егоров И.А., Ленкова Т.Н., Околелова Т.М., Игнатов Г.В., Манукян В.А., Шевяков А.Н., Егорова Т.В., Андрианова Е.Н., Егорова Т.А., Панин И.Г., Гречишников В.В., Панин А.И., Сергачев П.А., Рясной П.В., Афанасьев В.А. Руководство по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственной птицы. Сергиев Посад, 2014: 151.
46. Roth-Maier D.A., Kirchgessner M. Feeding of 00-rape seed to fattening chickens and laying hens. Archiv für Geflügelkunde, 1995, 59: 241-246.
47. Akkulic M. Etlik civiciv rasyonlarina degisik duzey lerde katilan colza tohumu kuspesi ile ham ve rafine kolza yagimin candi agireik artisti, yem turetimi uzerine etkisi. Ankar. Univ. veter. fak. Derg, 1982, 29(1/2): 23-40.
48. Banaszkiwicz T. Nutritive value of rapeseed 00 and oil for chickens. Biul. Nauk. Przem. Pasz., 1995, 1: 43-54.
49. Лошкомойников И.А. Состав и питательность жмыхов масличных культур, полученных из сортов сибирской селекции. В сб.: Кормовые ресурсы Западной Сибири и их рациональное использование. Омск, 2005: 146-150.
50. Лошкомойников И.А. Химический состав и питательность полножирных семян масличных культур сибирской селекции. В сб.: Рациональное использование кормовых ресурсов и генетического потенциала сельскохозяйственных животных. Омск, 2004: 79-83.
51. Gheisari A., Ghayor P. Different dietary levels of rapeseed meal effects on egg quality characteristics in indigenous breeding hens. Journal of Farm Animal Nutrition and Physiology, 2014, 9/1(1): 1-8.
52. Taraz Z., Jalali S.M.A., Rafeie F. Effects of replacement of soybean meal with rapeseed meal on organs weight, some blood biochemical parameters and performance of broiler chicks. Int. J. Poult. Sci., 2006, 5: 1110-1115.
53. Tadelle D., Alemu Y., Moges H.M., Fasil K. Effect of level of rapeseed (*Brassica carinata*) cake in rations on broiler performance. Livestock Research for Rural Development, 2003, 15(4): 1-5.
54. Использование рапсовых кормов в птицеводстве: Методические рекомендации /Под ред. В.И. Фисинина, И.А. Егорова. Загорск, 1990: 23.
55. Riyazi S., Ebrahimnezhad Y., Nazeradl K., Maheri-Sis N., Salamatusdust R., Vahdatpour T. The effects of replacing soybean meal with different levels of rapeseed meal on egg quality characteristics of commercial laying hens. Asian Journal of Animal and Veterinary Advances, 2009, 4: 337-341 (doi: 10.3923/ajava.2009.337.341).
56. Banaszkiwicz T. Effect of xylanase application to rapeseed cake diet on digestibility and deposition of nutrients and energy in young broiler chickens. World Journal of Veterinary Sci-

- ence, 2013, 1: 18-24 (doi: 10.12970/2310-0796.2013.01.01.4).
57. Шпаков А.С., Фирцев А.И., Гаганов А.П. Использование рапса в кормлении сельскохозяйственных животных: Рекомендации. М., 2004: 10-33.
  58. Фалалеева Е.В. Выращивание цыплят-бройлеров при использовании в кормосмесях рапсового жмыха. Автореф. канд. дис. Омск, 2005.
  59. Ленкова Т.Н., Егорова Т.А. Новые возможности использования рапсового жмыха в комбикормах для бройлеров. В сб.: Научные труды ВНИТИП. Сергиев Посад, 2012: 49-55.
  60. Karosius M., Danus S., Gruzauskas R., Sasyte V. Rapsu ir ju produktu kokybe bei naudojimas visciuku-broileriu mitybai. Veterinarija ir zootechnika, 2001, 13(35): 71-74.
  61. Bell J.M. Factors affecting the nutritional value of canola meal: a review. Can. J. Anim. Sci., 1993, 73: 679-697.
  62. Kermanshahi H., Abbasi Pour A.R. Replacement value of soybean meal with rapeseed meal supplemented with or without a dietary NSP-degrading enzyme on performance, carcass traits and thyroid hormones of broiler chickens. Int. J. Poult. Sci., 2006, 5: 932-937.
  63. Zeb A., Sattar A., Meulen U. Effect of feeding different levels of rapeseed meal on the performance of broiler chicks. Arch. Geflugelk., 1999, 63: 77-81.
  64. Janjecic Z., Grbeša D., Muzic S., Curic S., Rupic V., Liker B., Dikic M., Antunovic B., Zupanic D. Influence of rapeseed meal on productivity and health of broiler chicks. Acta Vet. Hung., 2002, 50: 37-50.
  65. Choct M. Enzymes for the feed industry: past, present and future. World's Poult. Sci. J., 2006, 62(1): 5-15 (doi: 10.1079/WPS200480).
  66. Kocher A., Choct M., Porter M.D., Broz J. The effect of enzyme addition to broiler diets containing high concentrations of canola or sunflower meal. Poult. Sci., 2000, 79: 1767-1774.
  67. Banaszkiwicz T., Borkowska K., Kot B. Effect of high rape cake content supplemented in enzymes on the nutritional value of a broiler diet and intestinal lactic acid bacteria number. Acta Veterinaria, 2009, (5-6): 535-545 (doi: 10.2298/AVB0906535B).
  68. Ленкова Т., Егорова Т., Свиткин В., Меньшинин И., Курманаева В. Энзим для ввода в комбикорма пониженной питательности. Комбикорма, 2013, 6: 86-88.
  69. Lenkova T.N., Svitkin V.S., Egorova T.A. Combined feeds for broilers containing triticale grain. Vestnik OrelGau, 2013, 6: 76-80.
  70. Chesson A. Non-starch polysaccharide degrading enzymes in poultry diets: influence of ingredients on the selection of activities. World's Poult. Sci. J., 2001, 57(3): 251-263 (doi: 10.1079/WPS20010018).
  71. Kocher A., Choct M., Morrisroe L., Broz J. Effect of enzyme supplementation on the replacement value of canola meal for soybean meal in broiler diets. Aust. J. Agric. Res., 2001, 52: 447-452.
  72. Ленкова Т.Н., Егорова Т.А. Продуктивность бройлеров при использовании в комбикормах рапсового жмыха. Птахівництво (Межвідомчий тематичний науковий збірник). Алушта, 2012, вып. 68: 281-283.
  73. Titov V., Lenkova T., Egorova T., Antipov A. Influence of 00-rape seed cake on broiler productivity and the thyroid gland condition. Proc. XIV Eur. Poultry Conf. Stavanger, Norway, 2014: 534.
  74. Ленкова Т., Егорова Т. Рапсовый жмых в комбикормах для бройлеров. Птица и птицепродукты, 2011, 2: 49-51.
  75. Ленкова Т.Н., Егорова Т.А. Новая мультиэнзимная композиция с рапсовым жмыхом. Птицеводство, 2011, 4: 37-40.
  76. Ленкова Т.Н., Егорова Т.А. Рапсовый жмых — компонент комбикорма для бройлеров. Мат. меж. конф. «Комбикорма-2012: Современное производство комбикормов». М., 2012: 145-146.

*ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский  
и технологический институт птицеводства,  
141311 Россия, Московская обл., г. Сергиев Посад-11,  
ул. Птицеградская, 10,  
e-mail: eta164@yandex.ru, dissovnet@vnitip.ru, vnitip@vnitip.ru*

*Поступила в редакцию  
19 августа 2014 года*

*Sel'skokhozyaistvennaya biologiya/Agricultural Biology, 2015, V. 50, № 2, pp. 172-182*

## RAPESEED (*Brassica napus* L.) AND ITS PROSPECTIVE USEAGE IN POULTRY DIET (review)

*T.A. Egorova, T.N. Lenkova*

*All-Russian Research and Technological Poultry Institute, Federal Agency of Scientific Organizations, 10, ul. Ptitsegradskaya,*

## Abstract

A recent trend in the world's crop production is an intensified cultivation of oil-yielding crops, particularly rape (*Brassica napus*), as a source of vegetable oils and valuable protein for animal nutrition. Rape is especially promising crop for climatic and soil conditions of the Russian Federation as it can be grown almost all over the country. Energy content in rape is 1.7 to 2.0 times as much as in cereals, and 1.3 to 1.7 times as much as in legumes. Amino acid composition in rape proteins is well-balanced, and the lysine level is almost similar to that in soy, while the methionine, cystine, Ca and P levels are much higher. In animal farming and poultry the rape seeds, as well as rape oilcake, meal and oil are used. In rape seeds the fat content is 40 %, the protein level reaches 23 % and cellulose amounts to 4 %. However, their use in hen's feeding is limited due to poor digestibility of seed shells and specific composition. In rape oil the level of unsaturated fat acids is high, i.e. 60.0-70.0 % for oleic acid, 23.3 % for linoleic acid and 10.5 % for linolenic acid which can regulate biosynthesis of prostaglandins thus effecting positively the reproductive function. Biological, energy and protein value of rape seed meal is high and similar to that of high-protein feed-stuff of animal origin. The rape meal is rich in choline, biotin, folic acid, riboflavin, thiamin and minerals compared to soy though some of these elements are less available. The rape oilcake contains fats at 8.75 %, cellulose at 12.0 % and proteins at 32.0 % on the average. These proteins are enriched with irreplaceable amino acids, and the lysine and S-containing amino acids levels amount to 5.7 and 5.0 %, respectively. Anti-nutritive compounds including erucic acid and glucosinolates are the factors limiting use of rapeseed and related products in animal nutrition. In the article the methods for improving nutritive value of rapeseed products are discussed, including genetic selection of rape, thermal processing and supplementation of diets with enzyme preparations. Classification of rape cultivars is considered with regard to fatty acids and glucosinolates content in seeds («++», «0+», «+0», «00», «000»). Supplementation of broiler diets with rapeseed cake containing 0.41 % of isothiocyanates and 0.25 % of erucic acid together with a designed enzyme preparation MEC-CP-4 (Russia) is proposed as an effective feeding technology. In poultry this additive allows to use fodder containing 7.5; 10.0 and 15.0 % of rapeseed oilcake in case it is supplemented with 500, 750 and 1000 ppm MEC-CP-4, respectively.

Keywords: rape, mixed feeds, broilers, health and productivity of poultry, glucosinolates, erucic acid.

### Научные собрания

#### «ИННОВАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЯИЧНОГО И МЯСНОГО ПТИЦЕВОДСТВА РОССИИ»

XVIII Международная конференция  
Российского отделения Всемирной  
научной ассоциации по птицеводству (ВНАП)

(19-21 мая 2015 года, Всероссийский научно-  
исследовательский и технологический институт  
птицеводства, г. Сергиев Посад, Московская обл.)



#### Организаторы конференции:

Российское отделение Всемирной научной ассоциации по птицеводству (ВНАП) — НП «Научный центр по птицеводству», Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства (ВНИТИП),  
Российский птицеводческий союз (РПС)  
Немецкое сельскохозяйственное общество (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft — DLG e.V.)

#### Тематика:

- ✓ Генетика и селекция сельскохозяйственной птицы
- ✓ Кормление сельскохозяйственной птицы
- ✓ Технология производства яиц и мяса птицы
- ✓ Технология переработки мяса птицы и яиц
- ✓ Ветеринарно-санитарные проблемы в птицеводстве
- ✓ Экономические аспекты развития отрасли

Ожидается участие ведущих российских и зарубежных ученых, специалистов птицеводческих предприятий и племенных хозяйств, отечественных и зарубежных производителей оборудования, кормов и кормовых добавок, ветеринарных препаратов, руководителей национальных и международных организаций.

Контакты и информация: <http://www.vnitip.ru/new15.shtml>, [vasilievatv@gmail.com](mailto:vasilievatv@gmail.com)