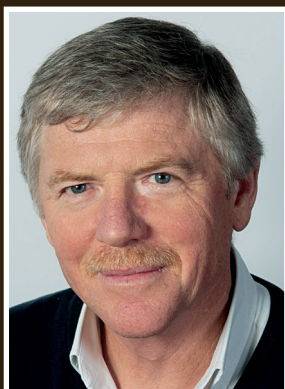


ФЕРМЕНТИРОВАННЫЙ СОЕВЫЙ ШРОТ: ПРЕИМУЩЕСТВА ДЛЯ ПРЕДСТАРТОВЫХ И СТАРТОВЫХ РАЦИОНОВ



Я. ВАН ЭЙС, доктор наук, руководитель компании GANS Inc., консультант Совета по экспорту сои США, Франция

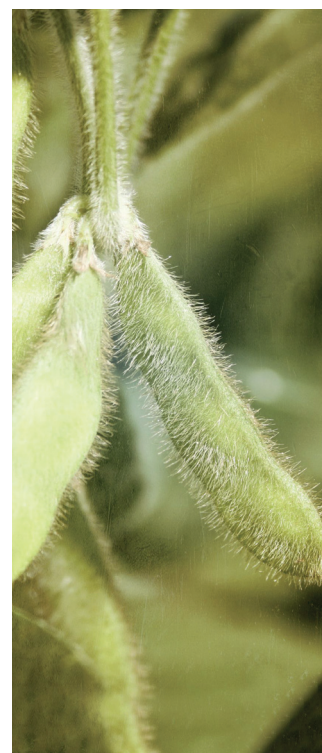
Предстартовые и стартовые комбикорма для птицы и свиней считаются специализированными продуктами. Их можно рассматривать как самые последние и наиболее сложные разработки, с их появлением производство комбикормов значительно усложнилось. Внимание к этим видам кормов за последние десятилетия существенно возросло, поскольку было признано, что развитие на ранних этапах жизни имеет решающее значение для последующей продуктивности всех видов сельскохозяйственных животных, птицы, объектов аквакультуры.

Потребление сои и соевого шрота как компонента росло почти вдвое быстрее, чем выработка комбикормов. При ежегодном производстве сои более 370 млн т соевые бобы и продукты их переработки стали основными источниками растительного белка в питании животных. После экстракции масла соевые продукты, в первую очередь шрот, в количестве более 300 млн т поставляются для комбикормовой промышленности по всему миру. В структуре комбикормов, производство которых в мире оценивается на уровне 1,18 млрд т, на долю соевых продуктов приходится более 25%, или более 50% всех белковых компонентов. Доминирующее положение сои связано в первую очередь с высоким содержанием в ней доступных аминокислот и обменной энергии по сравнению с другими растительными белками, такими как семена рапса (канола) или подсолнечный шрот.

Тем не менее соя содержит большое количество антипитательных факторов, которые в неизменной форме мешают эффективному ее использованию. Среди антипитательных факторов ингибиторы трипсина, лектины, фитиновая кислота, некрахмалистые полисахариды (НПС) и антигенные факторы (глицинин и β -конглицинин). Некоторые из них являются термолабильными, поэтому частично разрушаются или инактивируются в результате контролируемой термообработки. Это особенно характерно для ингибиторов трипсина, лектинов и антигенных факторов, которые претерпевают значительные изменения во время обычного процесса тостирования, являющегося частью типовой технологии экстракции масла растворителем и, следовательно, производства соевого шрота (Peisker, 2001;

Liener, 2000). Термостойкие антипитательные вещества остаются в соевом продукте в такой же или в более высокой концентрации, чем в исходном продукте. Это особенно касается НПС, а точнее олигосахаров раффинозы, стахиозы и верба스코зы. При тех уровнях ввода соевого шрота, которые в настоящее время применяются в полнорационных комбикормах или в рационах кормления, остаточное количество антипитательных веществ в соевом шроте не представляет серьезной проблемы для животных на откорме и взрослых животных. Однако для молодняка (цыплят или поросят) и некоторых чувствительных объектов аквакультуры остаточные антипитательные факторы могут создавать проблему, поэтому необходима дальнейшая обработка соевого шрота, которая позволит снизить их уровень и тем самым улучшить усвояемость шрота.

Добиться значительного снижения уровня или практически полного удаления антипитательных веществ возможно посредством экстракции и осаждения при



получении изолятов соевого белка или концентратов соевого белка (Peisker, 2001). Эти продукты имеют высокие уровни сырого протеина (более 65%) и соответствующих аминокислот, они содержат только остаточные концентрации антипитательных факторов (количество ингибитора трипсина — менее 1 TIU/г). Если в изолятах соевого белка сахара полностью удалены, то в концентратах соевого белка содержание некоторых сахаров снижено до менее 3%. Производство этих двух продуктов требует современного оборудования и методов контроля, что приводит к значительному увеличению их себестоимости. Использование данных продуктов оправдано только в специальных кормах — на ранних стадиях выращивания или в аквакультуре (в качестве замены рыбной муки).

Были предложены альтернативные методы снижения антипитательных факторов в соевом шроте, основными из которых являются ферментная обработка и ферментация. На самом деле ферментация соевого шрота применяется в Восточной Азии уже более 3000 лет, но в основном с получением ферментированного продукта для питания людей.

Ферментация имеет преимущество, заключающееся в удалении большей части антипитательных факторов и улучшении усвояемости белка или аминокислот путем изменения структуры белка (Hong и соавт., 2004; Chen и соавт., 2010; Оразо и соавт., 2012). Это характерно, в частности, для определенных видов ферментированного соевого шрота, которые дополнительно могут быть источником пробиотиков. Снижение антипитательных факторов, улучшенная перевариваемость аминокислот и дополнительная пробиотическая активность делают ферментированный соевый шрот отличной альтернативой для замены рыбной муки, источников белка животного происхождения, изолятов соевого белка, концентратов соевого белка в рационах молодняка животных и птицы или объектов аквакультуры, где использование соевого шрота проблематично и может привести к снижению продуктивности.

Производство и характеристики соевых продуктов с добавленной стоимостью.

Ферментированный соевый шрот

Мировое производство соевых продуктов с добавленной стоимостью (продукты глубокой переработки) оценивается в 11 млн т, из которых половина приходится на ферментированный соевый шрот. Хотя все его виды классифицируются как отдельный и уникальный класс соевых продуктов, их методы производства сильно различаются. Большинство видов получают в процессе твердофазной ферментации, проводимой при фиксированных уровнях влажности. Принято считать, что для успешного протекания этого процесса субстрат должен обладать достаточным количеством влаги, чтобы обеспечивать рост и метаболизм микроорганизмов — определенных

бактериальных и грибковых культур. Влажность соевого шрота или полножирной сои может достигать 40–50%. Взаимодействие между выбранными культурами и уровнями жидкости — одна из основ для дифференциации методов производства. В игру вступают дополнительные факторы, приводящие к широкому разнообразию процессов производства или ферментации.



В целом имеются 10 основных параметров и, следовательно, источников вариабельности характеристик ферментированного соевого шрота при его производстве с помощью твердофазной ферментации:

- выбор и подготовка субстрата (соевый шрот); тип соевого шрота для ферментации, возможное уменьшение размера частиц;
- инокулят или закваска; может варьировать от чистых штаммов бактериальных и дрожжевых культур до их смеси;
- содержание воды; в практических условиях ферментации соевого шрота влажность колеблется от 30 до 45%;
- одно- или двухстадийная ферментация (для ферментации с использованием более одного типа инокулята);
- добавки в субстрат — факторы роста и/или питательные добавки для усиления ферментации;
- температура ферментации; оптимальная температура зависит от инокулята;
- анаэробные или полуаэробные условия;
- продолжительность ферментации;
- обеспечение однородного перемешивания;
- сушка и кондиционирование ферментированного продукта — важная стадия.

Все эти факторы взаимосвязаны. Следовательно, их необходимо согласовать друг с другом, чтобы разработать стандартизированный способ ферментации в соответствии с заранее определенными целями. И, конечно же, каждый из этих факторов, как по отдельности, так и в сочетании с другими, оказывает существенное влияние на качество конечного продукта. Поэтому на рынке присутствует много различных видов ферментированного соевого шрота, каждый со своими питательными характеристиками.

Таблица 1. Характеристика состава разных соевых продуктов (van Eys u Ruiz, 2021)

Показатель	Сырые семена сои	Полножирная соя	Соевый шрот	Концентрат соевого белка	Ферментированный соевый шрот
Сухие вещества, %	88–90	87–90	88–90	92–94	89–91
Сырой протеин, %	33–37	33–37	42–50	63–67	49–54
Жир, %	17–20	17–20	0,9–3,5	0,5–3,0	1,0–2,5
Зола, %	4,5–5,5	4,5–5,5	4,5–6,5	4,8–6,0	4,5–6,5
Олигосахариды, всего, %, в том числе	14	14	15	<3,5	<3,0
стахиоза	4–4,5	4–4,5	4,5–5	1–3	0,04–0,08
раффиноза	0,8–1	0,8–1	1–1,5	<0,2	0,01–0,04
вербаскоза	—	—	0,3–0,4	—	—
Ингибиторы трипсина (TIA), мг/г	25–50	1,0–14,0	1,6–5,0	2–3	<2,5
Глицинин, мг/г	150–200	—	20–70	<0,1	<3,0
β -конглицинин, мг/г	50–100	—	3–40	<0,01	<1,0
Лектины, мкг/г	2100–3500	<1–20	20–600	<1,0	<50
Сапонины, %	0,5	0,5	0,6	—	0,2
P фитиновой кислоты, %	0,35	0,35	0,40–0,45	0,6	<0,3

Примечание: концентрат соевого белка получен по технологии спиртовой экстракции.

Содержание ингибиторов трипсина и лектинов в полножирной сое и соевом шроте приведено на основании типовых промышленных значений, а не рекомендованных показателей.

Поскольку процесс твердофазной ферментации логически связан с серийным производством, необходимы стандартизованные, а значит, подробно документированные и повторяемые технологии. Это включает в себя разработку и измерение параметров, контролируемых в процессе производства, для оценки качества конечной продукции. Ключевыми являются температура смеси, pH, концентрация олигосахаридов (например, сахарозы и раффинозы) и/или концентрация органических кислот (например, молочной кислоты). Заданные параметры качества могут быть достигнуты только при применении хорошо настроенных производственных режимов и регулярного контроля качества.

Важным источником вариативности характеристик конечного продукта является инокулят, используемый для ферментации. Выбор подходящего инокулята — это ключ к производству конкретного продукта с определенным составом, и, следовательно, он заслуживает особого внимания.

В процессе твердофазной ферментации соевого шрота используются штаммы бактерий и дрожжевых грибов, как по отдельности, так и в комбинации. Основные виды бактериальных культур — штаммы *Bacillus*, *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*. Доминирующие штаммы дрожжей — *Aspergillus (oryzae, usarii, niger)* или *awamori*, *Saccharomyces*, *Rhizopus* и *Trichosporon* (Nout и Aidoo, 2002; Mukherjee и соавт., 2016). Также успешно применяются комменсальные микроорганизмы, например, выделенные из кишечника рыб (Dan и соавт., 2017; Li и соавт., 2019). Между разными инокулятами имеются существенные различия с точки зрения ферментативных процессов, а также конечных продуктов ферментации. Помимо типа инокулята, важны начальная концентрация посевного материала и ее изменение в процессе ферментации.

Как правило, для обеспечения быстрого и эффективного процесса ферментации требуются уровни 10^6 КОЕ/г или выше, что также способствует подавлению роста любых условно-патогенных микроорганизмов, содержащихся в субстрате соевого шрота. Несмотря на большое значение выбора инокулята, мало известно научных исследований, в которых сравнивается эффективность различных штаммов микроорганизмов. Как правило, для решения широкого круга задач по достижению требуемой питательности готового продукта многие виды ферментированного соевого шрота были получены путем применения смешанной культуры или двухстадийной ферментации.

Прежде чем говорить о производстве и использовании ферментированного соевого шрота, необходимо дать четкое определение питательной ценности этого продукта. В таблице 1 представлена сравнительная характеристика состава разных соевых продуктов, в том числе ферментированного соевого шрота, дан общий обзор концентраций питательных и антипитательных веществ.

По сравнению с соевым шротом все виды ферментированного шрота значительно различаются по содержанию питательных и антипитательных веществ. Ферментация соевого шрота увеличивает уровень сырого протеина на 5–10% в основном за счет снижения концентрации ферментируемых сахаров (олигосахаридов) и некоторых антипитательных факторов. Возможно, это происходит частично за счет добавления микробного белка, но обычно он относительно небольшой. Вместе с этим может изменяться аминокислотный профиль ферментированного продукта. Обычно наблюдается повышение концентраций незаменимых аминокислот: цистина, глицина и аспарагиновой кислоты, за исключением наименее стабильных лизина и аргинина.



Наряду с изменениями в аминокислотном профиле, ферментация существенно влияет на структуру белков во фракции сырого протеина — происходит уменьшение их размеров, что приводит к увеличению содержания пептидов (Chen и соавт., 2010) и, соответственно, переваримости протеина и аминокислот.

Ферментация незначительно влияет на концентрацию эфирного экстракта (жира или масла), золы и клетчатки. Уровень золы и клетчатки имеет тенденцию к повышению, как и сырого протеина, в основном из-за потери части органических веществ. Изменения в составе клетчатки, как правило, не столь важны, хотя не исключена возможность повышения ее усвояемости в связи с тем, что многие процессы ферментации, особенно с дрожжевыми грибами, протекают с выделением гемицеллюлаз и целлюлаз. Между тем более важно то, что концентрация антипитательных факторов значительно уменьшается в процессе ферментации соевого шрота. Как упоминалось выше, это сильно зависит от ее параметров. Следует отметить, что типичное снижение уровня ингибитора трипсина и лектинов находится в диапазоне от 50 до 75%. Дальнейшее снижение возможно при условии использования определенных инокулятов (особенно *Aspergillus*). То же самое верно для фитиновой кислоты и, следовательно, для непереваримого фосфора. Дрожжевая ферментация снижает содержание фитиновой кислоты на 50–95%. Остаточная концентрация лектинов в ферментированном продукте также резко падает.

Наибольшее влияние ферментация соевого шрота оказывает на концентрацию олигосахаридов (сахароза, раффиноза, стахиоза, вербаскоза) — она снижается до чрезвычайно низкого уровня. В процессе ферментации образуются важные органические кислоты: в наибольшем количестве молочная кислота, а также уксусная и

масляная кислоты. Это зависит от типа ферментации и более всего от инокулята. Помимо органических кислот и ферментов, ферментированный соевый шрот привнесет в рацион пробиотики, особенно если ферментация проводится с бактериальным инокулятом (*Lactobacillus* или *Bacillus spp.*). Чтобы подчеркнуть этот эффект, могут быть отобраны или включены в посевной материал специальные пробиотические культуры микроорганизмов. Однако для этого требуется, чтобы процесс сушки был соответствующим образом адаптирован для обеспечения выживаемости микроорганизмов. Добавление пробиотиков в сочетании с органическими кислотами, очевидно, увеличивает положительный эффект ферментированного соевого шрота на здоровье кишечника.

Результаты использования рационов с ферментированным соевым шротом

Данный шрот был протестирован и применен в предстартовых и стартовых комбикормах для цыплят-бройлеров и поросят, а также в кормах для объектов аквакультуры. Во всех рационах он использовался в качестве замены рыбной муки или других животных белков, а также для замены соевых белков в виде соевого шрота или соевых продуктов с добавленной стоимостью, таких как концентраты соевого белка.

В предстартовых и стартовых рационах птицы ферментированный соевый шрот полностью или частично заменял рыбную муку, другие животные белки или даже соевый шрот, когда его уровни ввода были относительно высокими и продуктивность птицы снижалась. Используя соответствующий рецепт, адаптированный к типу используемой ферментации, опытный рацион продемонстрировал улучшения или сопоставимость характеристик по сравнению с контрольным рационом. Эти положительные

Таблица 2. Результаты выращивания цыплят-бройлеров (Kim и соавт., 2016)

Возраст птицы	Соевый шрот (контроль)	В-ФСШ	Л-ФСШ	КСБ	SEM	P-значение
<i>Потребление корма, г/гол.</i>						
С 1 до 21 сут	60,5	60,04	58,9	59,7	0,88	0,631
С 22 до 35 сут	132,3	140,9	130,1	137,2	2,79	0,058
С 1 до 35 сут	88,7	91,5	86,5	89,9	1,26	0,08
<i>Приросты, г/гол.</i>						
С 1 до 21 сут	39,1 ^c	42,0 ^{ab}	38,5 ^c	39,9 ^{bc}	0,78	0,006
С 22 до 35 сут	71,5 ^b	80,5 ^a	70,6 ^b	72,8 ^b	2,39	0,006
С 1 до 35 сут	52,0 ^c	57,7 ^a	52,0 ^c	53,5 ^{bc}	1,12	<0,001
<i>Коэффициент конверсии корма</i>						
С 1 до 21 сут	1,54	1,43	1,53	1,50	0,04	0,171
С 22 до 35 сут	1,85 ^{ab}	1,75 ^{bc}	1,85 ^{ab}	1,89 ^a	0,05	0,05
С 1 до 35 сут	1,70 ^a	1,58 ^{bc}	1,66 ^{ab}	1,69 ^a	0,03	0,008

Примечание: В-ФСШ — соевый шрот, ферментированный с использованием *Bacillus*;

Л-ФСШ — соевый шрот, ферментированный с использованием *Lactobacillus*; КСБ — концентрат соевого белка;

SEM — стандартная ошибка среднего.

Таблица 3. Результаты выращивания поросят (Yuan и соавт., 2017)

Показатель	Соевый шрот (контроль)	ФСШ (7,5%)	КСБ (7,5%)
<i>Показатели продуктивности</i>			
Среднесуточные привесы, г	404,51	423,18	424,38
Потребление корма, г/сут	902,1	863,3	887
Коэффициент конверсии корма	2,23 ^a	2,04 ^c	2,09 ^{b,c}
Случаи диареи, %	0,53	0,13	0,20
<i>Переваримость</i>			
Сырой протеин, %	77,4 ^d	87,4 ^a	82,8 ^{b,c}
Фосфор, %	57,8 ^b	65,8 ^a	70,9 ^a
<i>Концентрация ферментов</i>			
Протеаза, ед/г	77,4 ^d	87,4 ^a	82,8 ^{b,c}
Амилаза, ед/г	48,5 ^d	71,1 ^a	62,1 ^b
Липаза, ед/г	69,9 ^c	82,2 ^a	70,8 ^c
<i>Микробная флора</i>			
Молочнокислые бактерии, КОЕ/г	8,5 ^b	9,4 ^a	9,3 ^a
<i>E. coli</i> , КОЕ/г	7,4 ^a	6,5 ^b	7,2 ^{a,b}

^{a-d} $P < 0,05$.

результаты не ограничиваются только предстартовой и стартовой стадиями кормления. Они наиболее важны как переходящий эффект на стадию выращивания-откорма. Замена необработанного соевого шрота на ферментированный шрот дрожжевой ферментации на стадиях старта и роста значительно увеличила среднесуточные потребление корма и приросты птицы, а также способствовала улучшению здоровья кишечника с увеличением высоты ворсинок и уменьшением глубины крипт слизистой оболочки тонкой кишки. Продуцирование ферментов трипсина, липазы и протеазы также возросло (Feng и соавт., 2007a, b; Wang и соавт., 2012). Кроме того, наблюдались положительные изменения в микробиоте слепой кишки благодаря более высокому содержанию молочнокислых бактерий и *Bacillus spp.*, а также снижению количества колиформных бактерий в содержимом слепой кишки. В таблице 2 приведены показатели выращивания цыплят-бройлеров, получавших в течение первых 7 дней после инкубатора рационы с низкими уровнями (3%) ферментированного соевого шрота (ФСШ) разных видов взамен соевого шрота.



Результаты подтверждают преимущества ввода ферментированного соевого шрота, даже при относительно низком уровне замены, и подчеркивают различия между разными его видами. Потребление корма с 1 по 21 сутки практически не различалось в зависимости от рациона, а с 22 по 35 сутки птица, по-

лучавшая В-ФСШ, по этому показателю превосходила аналогов, потреблявших контрольный рацион и рацион с концентратом соевого белка. Также продемонстрировано положительное влияние В-ФСШ на продуктивность бройлеров на стадии откорма. Получая в течение первых 7 дней В-ФСШ в составе рациона, они превзошли остальных на более поздних стадиях выращивания по среднесуточным приростам и конверсии корма.

Аналогичные результаты наблюдались на поросятах. Было показано, что ввод ферментированного соевого шрота в рационы улучшает продуктивность поросят и / или снижает стоимость корма (Ao и соавт., 2010; Rojas и Stein, 2015). Среднесуточные привесы и соотношение привесов к потреблению корма увеличиваются как при непрерывном, так и при прерывистом использовании. При этом важно включать его в предстартовые рационы и в рационы сразу после отъема. Как и в случае с цыплятами-бройлерами, скармливание поросятам ферментированного соевого шрота увеличивает секрецию протеолитических ферментов в двенадцатиперстной и тонкой кишках. Улучшение переваримости протеина, несомненно, является комбинированным результатом стимулирующего эффекта ферментированного соевого шрота на секрецию эндогенных ферментов, изменений в структуре белка (увеличение содержания пептидов) и снижения уровня антипитательных факторов, сопровождающегося сокращением эндогенных потерь. Не стоит исключать и положительный эффект органических кислот и пробиотиков, что отражается в значительном увеличении уровня молочнокислых бактерий и в снижении уровня *E. coli*. Включение ферментированного соевого шрота в рацион поросят-отъемышей обеспечивает дополнительную гибкость при составлении рецепта,

то есть возможно уменьшить ввод дорогостоящей рыбной муки или других источников животного происхождения, и проявляет эффекты, выходящие далеко за рамки фазы отъема. По показателям продуктивности поросят, получавшие в составе комбикорма 7,5% ферментированного соевого шрота, превосходили поросят, получавших 7,5% концентрата соевого белка. Кроме того, отмечены преимущества ферментированного соевого шрота в отношении улучшения переваримости, продуцирования ферментов и микробной флоры (табл. 3).

Заключение

Производство предстартовых и стартовых комбикормов для молодняка птицы и свиней требует особого внимания с точки зрения наличия усвояемых питательных веществ, а также выбора компонентов. К основным критериям выбора относятся хорошая переваримость и приятный вкус. По этой причине многие рационы содержат большое количество специальных высококачественных компонентов, среди которых продукты животного происхождения, в том числе рыбная мука, или растительные белки с добавленной стоимостью. В таких рационах использование соевого шрота и многих других растительных белков ограничено из-за значительного содержания антипитательных факторов, мешающих эффективной утилизации питательных веществ цыплятами и поросятами.

Твердофазная ферментация соевого шрота является эффективным способом его модификации, позволяющим снизить уровень антипитательных факторов и увеличить переваримость питательных веществ (особенно аминокислот). При этом образуются пробиотики и органические кислоты, которые способствуют поддержанию здоровья кишечника. На характеристики ферментированного соевого шрота влияют многие параметры производства. Следовательно, важно четко представлять различия в показателях питательности (регулировать для конкретных применений) и строго соблюдать меры по контролю качества. В то же время вариативность производственных режимов и других факторов дает возможность производить ферментированные продукты с различной питательной ценностью, соответствующей особым целям и случаям. Производители и зоотехники должны критически оценить ферментированный соевый шрот и адаптировать его использование к существующим условиям или задачам по достижению необходимой продуктивности.

Многочисленные эксперименты продемонстрировали важный потенциал данного компонента для частичной или полной замены им более дорогих специальных компонентов, что в целом приводит к снижению стоимости рациона. Помимо этого, включение ферментированного соевого шрота в предстартовый и стартовый рационы позволяет улучшить здоровье и продуктивность животных и птицы на ранних стадиях, с благоприятным воздействием в более поздние сроки выращивания.

Литература

1. Effects of diet complexity and fermented soy protein on growth performance and apparent ileal amino acid digestibility in weanling pigs / X. Ao [et al.] // Asian-Aust. J. Anim. Sci. — 2010. — Vol. 23. — № 11. — P. 1496–1502.
2. Evaluating nutritional quality of single stage- and two stage-fermented soybean meal / C. C. Chen [et al.] // Asian-Aust. J. Anim. Sci. — 2010. — Vol. 23. — № 5. — P. 598–606.
3. Nutritional evaluation of soybean meal after fermentation with two fish gut bacterial strains, *Bacillus cereus* LRF5 and *Staphylococcus caprae* CCF2 in formulated diets for *Labeo rohita* fingerlings / S. K. Dan [et al.] // Journal of Fisheries. — 2017. — Vol. 5. — № 1. — P. 445–454. — DOI: 10.17017/jfish.v5i1.2017.165.
4. Effects of *Aspergillus oryzae* 3.042 fermented soybean meal on growth performance and plasma biochemical parameters in broilers / J. Feng [et al.] // Anim. Feed Sci. Tech. — 2007. — 134. — P. 235–242.
5. Hong, K.-J. *Aspergillus oryzae* GB-107 fermentation improves nutritional quality of food soybeans and feed soybean meals / K.-J. Hong, C.-H. Lee, S. W. Kim // J. of Med. Food. — 2004. — 7 (4). — P. 430–435.
6. Liener, I. E. Non-nutritive factors and bioactive compounds in soy / I. E. Liener; J. K. Drackley, ed. // Fed. Anim. Sci. Soc. — 2000. — P. 13–45.
7. Mukherjee, R. Role of fermentation in improving nutritional quality of soybean meal / R. Mukherjee, R. Chakraborty, A. Dutta // Asian Australas. J. Anim. Sci. — 2016. — Vol. 29. — № 11. — P. 1523–1529. — DOI: 10.5713/ajas.15.0627.
8. Nout, M. J. R. Asian fungal fermented food. in: industrial applications. the mycota (a comprehensive treatise on fungi as experimental systems for basic and applied research) / M. J. R. Nout, K. E. Aidoo // Springer, Berlin, Heidelberg. — 2002. — Vol. 10. — DOI: 10.1007/978-3-662-10378-4_2.
9. Reduction of soybean meal non-starch polysaccharides and α -Galactosides by solid-state fermentation using *Cellulolytic Bacteria* obtained from different environments. PLoS ONE 7(9): e44783 / R. Opazo [et al.]. — 2012. — DOI:10.1371/journal.pone.0044783.
10. Peisker, M. Manufacturing of soy protein concentrate for animal Nutrition / M. Peisker // Cahiers Options Mediterraneennes. — 2001. — 54. — P. 103–107.
11. Rojas, O. J. Effects of replacing fish, chicken, or poultry by-product meal with fermented soybean meal in diets fed to weanling pigs / O. J. Rojas, H. H. Stein // Rev Colomb Cienc Pecu. — 28. — P. 22–41.
12. Evaluation of the partial replacement of highprotein feedstuff with fermented soybean meal in broiler diets / L. C. Wang [et al.] // J. Appl. Poult. Res. — 2012. — 21. — P. 849–855. — DOI: 10.3382/japr.2012-00563.
13. Fermented soybean meal improves the growth performance, nutrient digestibility, and microbial flora in piglets. An. / Lin Yuan [et al.]. — 2017. — Nut. 3. — P. 19–24. — DOI: 10.1016/j.aninu.2016.11.003. ■