

ЭФФЕКТИВНОЕ ЖИВОТНОВОДСТВО

ТЕМАТИЧЕСКИЙ НОМЕР
"ПТИЦЕВОДСТВО"

Май 2021 г.

Яркий желток
может получиться
ТОЛЬКО
от здоровой
курицы

carophyll[®]
yellow



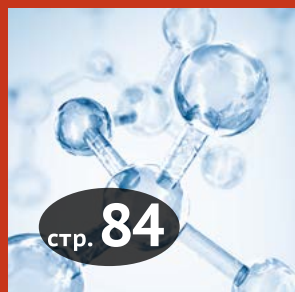
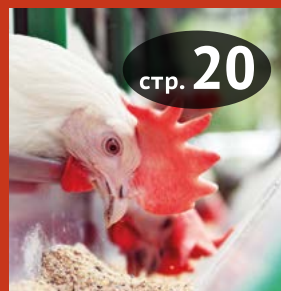
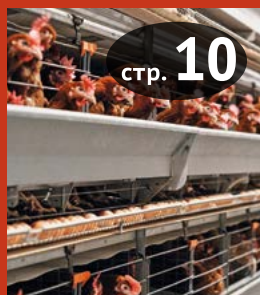
DSM

BRIGHT SCIENCE. BRIGHTER LIVING.

Многолетний опыт работы с каротиноидами позволил DSM получить продукты CAROPHYLL высокого европейского качества

- Уникальная рецептура продукта с отличными технологическими свойствами (смешиваемость, термостабильность).
- В сочетании с ROVIMIX[®] Ну·D[®] в составе MaxiChick[®] положительное влияние на выводимость, выход молодняка и качество цыплят.
- Мы с гордостью представляем новый 16-балльный веер **DSM Yolk Fan™**. **DSM YolkFan™** - простое средство измерения цвета желтка (подробнее спрашивайте у вашего менеджера DSM).





СОДЕРЖАНИЕ

Элита птицеводства	10-13
ПАО «Птицефабрика Боровская:	
яйцо – венец творения природы	10-13
Гость редакции	14-17
Как сохранить высокую продуктивность	
и снизить стоимость рациона	14-17
Актуально	18-19
Чума птиц в XXI веке	18-19
Птицеводство	20-75
Бутираты: важные и ценные кормовые	
добавки	20-25
Здоровая курица – яркий желток	26-31
«Карофорте желтый 10%» – другой	
альтернативы нет	32-33
Снижение последствий теплового стресса	
с помощью синбиотиков	38-40
Мясная продуктивность фазанов при интенсивном	
выращивании в вольерах и клетках	41-43
Увеличение аминокислот в рационе	
перепелов	44-45
Белковые кормовые добавки в рационах	
цыплят-бройлеров	46-47
Валидация анализа илеальной усвояемости	
аминокислот у бройлеров	48-49
Наступает сезон соблазна включения	
свежего зерна в рационы птицы	50-1
Горячий фронт борьбы с зоонозами	52-55
Прививка для кур: особенности вакцинации	
в птицеводстве	56-61
Стружка безопасности	62-63
X-Streamer™: Новый инкубатор, превращающий	
данные в максимальную производительность	
инкубатория	64-65
Что выбирают отечественные производители?	66-72
Современные промышленные	
инкубаторы АМС-МЗМО	73-75
Ветеринария	76-81
Эпизоотическая ситуация по высокопатогенному	
гриппу птиц и болезни Ньюкасла в Российской	
Федерации в 2016-2020 годах	76-78
Сальмонеллезы основных видов	
сельскохозяйственных продуктивных животных	79-81
Свиноводство	82-83
Три причины использовать Витацид на откорме	82-83
СПОНСОР РАЗДЕЛА	
	Feed Safety for Food Safety®
Корма и кормление	84-99
Бетаин – кормовая добавка, которую	
часто недооценивают	84-86
Подкислители кормов: применять или нет?	87-89
Устранение микотоксинов в кормах	
с помощью адсорбента Новазил	90-92
Повышение качества пастбищных кормов	
в горах РСО-Алании	93-95
О матрицах кормовых ферментных	
препаратов	96-100
Овцеводство	102-105
Современное состояние овцеводства	
в России	102-105
Выставки	106-108

Директор, главный редактор,
кандидат биологических наук
З. Н. Хализова

Заместитель директора, руководитель отдела
научно-производственных связей, доктор
сельскохозяйственных наук
Г.А. Симонов

Шеф-редактор
Ирина Ильченко

Отдел маркетинга и рекламы
Елена Шейберова, Виктория Степанова,
Наталья Кобзева, Екатерина Царева,
Нина Вирец, Светлана Швецова

Отдел специальных проектов
Анна Соловьева

Отдел продвижения
и стратегического маркетинга
Ирина Куликова

Отдел развития
Мария Жутяева

Пресс-служба
Юлия Лысенко

Дизайн, верстка
Татьяна Шеховцова

Контент-менеджер
Наталья Машковская

Бухгалтерия
Татьяна Ковтун

Представительство г. Москва:
ООО «Элит СМ» (495) 785-1595,
(968) 404-2307

Зарегистрирован Федеральной службой по
надзору за соблюдением законодательства
в сфере массовых коммуникаций и охране
культурного наследия. Регистрационный номер
ПИ №ФС77-30274 от 08.09.2007 г.

Журнал включен в Российский индекс научного
цитирования (РИНЦ).

Издатель:

Институт развития сельского хозяйства.

Учредитель: З. Н. Хализова

Адрес редакции и издателя:

350089, г. Краснодар,
Бульварное Кольцо, 17.

Тел.: (861) 278-31-80, 8-938-478-73-88,
8-938-866-10-11, 8-928-272-52-60,
8-960-472-13-22.

E-mail: agroforum@mail.ru,
agroredaktor@mail.ru, sinagro@mail.ru,
shel.agroforum@mail.ru,
sinagro5@mail.ru, agro77.5@mail.ru.

www.agroyug.ru

Тираж отпечатан в ООО «Аркол»,
г. Ростов-на-Дону.

Подписано в печать 30.05.2021 г.

Тираж 15 000 экз.

Заказ № 1917110.

Цена свободная.

Редакция не несет ответственности
за содержание рекламной информации.

Перепечатка материалов
без разрешения редакции
запрещена. Мнение
редакции не всегда
совпадает с мнением
авторов статей.

Претензии принимаются
в течение двух недель
после выхода номера.



РЕДАКЦИОННО-ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ

Донник И.М. академик РАН, доктор биологических наук, профессор, Вице-президент Российской академии наук

Дунин И. М. академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Дорожкин В. И. академик РАН, доктор биологических наук, профессор, директор Всероссийского научно-исследовательского института ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН

Джавадов Э. Д. академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор кафедры эпизоотологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»

Егоров И. А. академик РАН, доктор биологических наук, руководитель научного направления – питание сельскохозяйственной птицы ФНЦ «ВНИТИП» РАН

Сложенкина М.И. член-корр. РАН, доктор биологических наук, профессор РАН, директор ФГБНУ «Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции»

Позянин С. В. доктор ветеринарных наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина»

Стекольников А.А. академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор

Уша Б.В. академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор, директор Института ветеринарно-санитарной экспертизы, биологической и пищевой безопасности ФГБОУ ВО «МГУПП»

Прохоренко П.Н. академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий отделом генетики и разведения молочного скота ВНИИ генетики и разведения сельскохозяйственных животных, филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста

Кочиш И.И. академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой зооигиены и птицеводства им. А.К. Даниловой МВА имени К.И. Скрябина

Солошенко В.А. академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, руководитель научного направления Сибирского научно-исследовательского и проектно-технологического института животноводства СФНЦА РАН

Косолапов В.М. академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

Шабунин С.В. академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор, директор Всероссийского научно-исследовательского ветеринарного института патологии, фармакологии и терапии

Гущин В.В. член-корр. РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, научный руководитель «Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности» – филиал ФНЦ «ВНИТИП» РАН (ВНИИПП)

Шичкин Г.И. доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зам. директора Департамента животноводства и племенного дела Министерства сельского хозяйства Российской Федерации

Зотеев В.С. доктор биологических наук, профессор кафедры разведения и кормления сельскохозяйственных животных Самарской ГСХА

Багров А.М. член-корр. РАН, доктор биологических наук, профессор

Симонов Г.А. доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник «Северо-Западный НИИ молочного и лугопастбищного хозяйства»

Родин И.А. доктор ветеринарных наук, профессор кафедры анатомии, ветеринарного акушерства и хирургии КубГАУ

Лебедько Е.Я. доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор Института повышения квалификации, международных связей и культуры Брянского ГАУ

Тараторкин В.М. профессор, генеральный директор ООО СКК «Виктория-Агро»

Храброва Л.А. доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории генетики ВНИИ коневодства

Подобед Л.И. доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. лабораторией технологии и селекции в животноводстве Института животноводства Национальной академии наук Украины

Каюмов Ф.Г. доктор сельскохозяйственных наук, профессор, руководитель научного направления ВНИИ мясного скотоводства

Фролов В.Ю. доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой механизации животноводства и БЖД КубГАУ

Мамиконян М.Л. Председатель Попечительского совета Фонда имени Петра Столыпина

Ирза В.Н. доктор ветеринарных наук, главный эксперт Федерального центра охраны здоровья животных

Околелова Т.М. доктор биологических наук, профессор, главный специалист по кормлению НВЦ «Агроветзащита»

Селионова М.И. доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой разведения, генетики и биотехнологии животных ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева

Двалишвили В.Г. доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий лабораторией разведения и кормления овец ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста

Лукьянов П.Б. доктор экономических наук, профессор, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации

Семенов В.В. доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»

Бауэр Н.Д. доктор альтернативной медицины (PhD), ветеринарный врач, стратегический менеджер, эксперт по инновациям в АПК

Новопашина С.И. доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник ФГБНУ ВНИИПлем, секретарь Ассоциации промышленного козоводства

Забережный А.Д. член-корр. РАН, доктор биологических наук, профессор, директор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности»

Свинарев И.Ю. доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры частной зоотехнии и кормления с-х животных Донского ГАУ

Симонов А.Г. кандидат экономических наук, научный сотрудник Национального исследовательского университета «Высшей школы экономики»

DOI 10.24412/cl-33489-2021-4-96-100

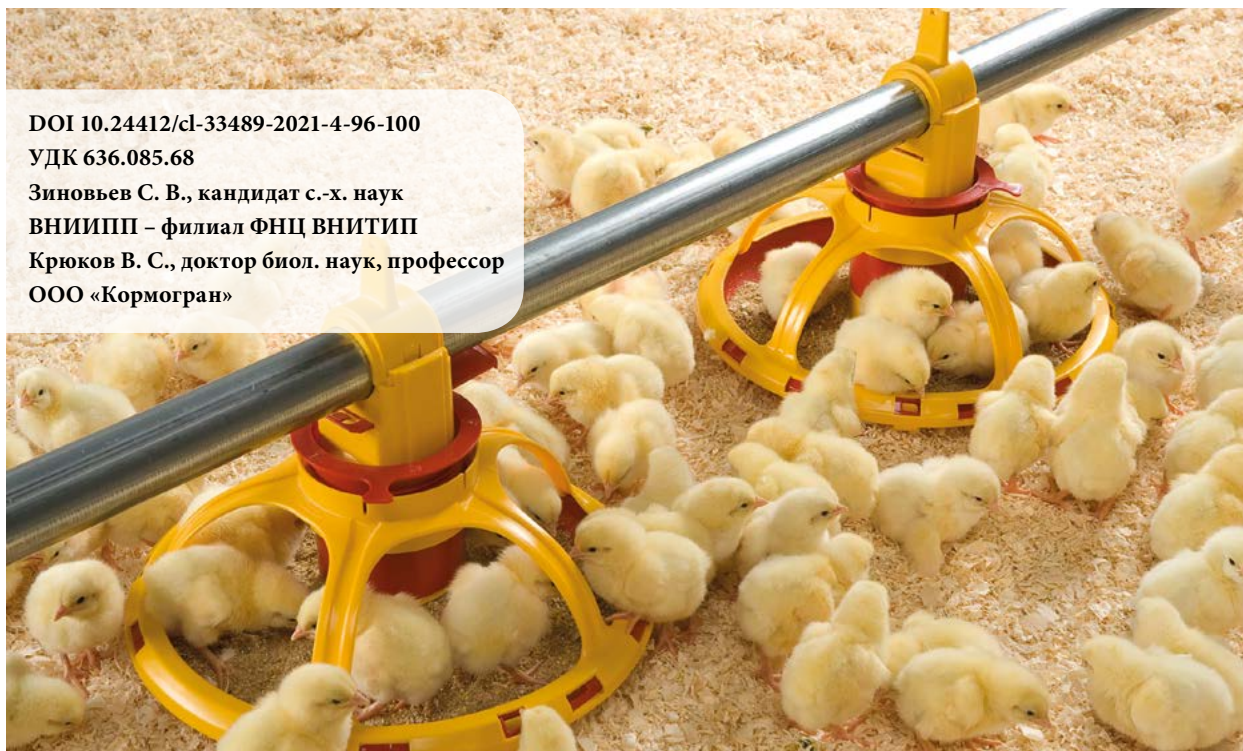
УДК 636.085.68

Зиновьев С. В., кандидат с.-х. наук

ВНИИПП – филиал ФНЦ ВНИТИП

Крюков В. С., доктор биол. наук, профессор

ООО «Кормогран»



О МАТРИЦАХ КОРМОВЫХ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Резюме. Понятие «матрицы кормовых ферментов» широко распространилось последние 10 лет. Его используют для количественной оценки повышения использования питательных веществ корма под действием кормовых ферментов. Для учёта дополнительно высвобождающихся питательных веществ ферментам присваивают численные значения, называемые матрицами. Приведены факторы, изменяющие матричные значения ферментов. В связи с невозможностью обосновать стабильные значения матриц, в официальных инструкциях значения матриц виртуальные, поэтому они не подвержены контролю. В инструкциях по применению ферментных препаратов, одобренных Россельхознадзором, не приведены матричные значения ферментов, потому что они не отвечают требованиям контролирующего органа.

Ключевые слова: корма, питательность, матрицы кормов, ферменты.

Abstract. The concept of a "feed enzyme matrix" has become widespread over the past 10 years. It is used to quantify the increase in nutrient utilization of a feed by the action of feed enzymes. The factors that change the matrix values of enzymes are given. Due to the impossibility of substantiating stable values of matrices, in official instructions the values of matrices are virtual, therefore they are not subject to control. In the instructions for the use of enzyme preparations approved by the Rosselkhoznadzor, matrix values of enzymes are not given, because they do not meet the requirements of the regulatory organization.

Key words: feed, nutritional value, feed matrices, enzymes.

Корма содержат известные питательные вещества, потребность в которых установлена, поэтому их концентрацию в кормовом сырье постоянно контролируют. Однако при этом совершенно не обращают внимания, на то, что они присутствуют в сырье не в чистом виде, а в составе сложных структур. Научные данные указывают на важность структуры пищевых продуктов, которая в значительной мере влияет на их питательные свойства, а также и здоровье (Raeuber and Nikolaus, 1980; Aguilera, 2019). С этим часто связана различная продуктивность животных, потребляющих корма с одинаковым содержанием контролируемых питательных веществ. Изучение структуры пищи получило развитие в

области переработки сырья и питания человека, но мало внимания уделяют её влиянию на продуктивность животных. В базы данных компьютерных программ, используемых для разработки рецептов комбикормов, включают информацию о содержании обменной энергии (ОЭ) и переваримых веществ в отдельных ингредиентах. Однако в этих базах отсутствуют данные о содержании неперевариваемых фракций ингредиентов, хотя именно они являются основой для обоснования выбора и применения экзогенных ферментов. В результате содержание непереваримых веществ, среди которых находятся субстраты экзогенных ферментов, не учитывается, что ведёт к их не достаточно обоснованному



выбору. В среднем в кормах не переваривается 20-30% веществ. При удачном выборе экзогенных ферментов из этой части можно повысить переваримость не более чем на одну треть. Несмотря на прогресс в создании современных кормовых ферментов, около 70-80% из части непереваренных веществ остаётся недоступными для расщепления. На современном уровне развития науки повысить гидролиз непереваренных веществ даже до 50% невозможно. Причины этой недоступности остаются не ясными, выдвигаемые при этом объяснения обоснованы на предположениях, которые не подтверждены экспериментально.

При попытке учёта неперевашиваемых соединений, которые были бы доступны для действия экзогенных ферментов, возникают ограничения. Во-первых: данные о коэффициентах переваримости многих субстратов не включены в традиционные таблицы состава кормового сырья. Во-вторых: многие субстраты кормов, не могут быть определены в большинстве лабораторий. Так, не подвергают анализу фракцию некрахмальных полисахаридов (НПС), содержание которых сильно варьирует в кормовых ингредиентах (Choct and Anison, 1990).

При изучении связи питательности пищи с её структурными особенностями в науке о питании используют понятие «пищевая матрица» (Saripano et al., 2018; Zou et al., 2015). Были предприняты попытки классифицировать матрицы, характеризующие пищевые продукты, основываясь на макро- и микроструктуре, и их физических свойствах, однако чёткости в этом направлении не достигнуто. В животноводстве интерес к изучению структуры кормов остаётся низким.

В толковом словаре русского языка С. И. Ожегова слово «матрица» описано в связи с несколькими понятиями, – наиболее близкое к предмету настоящей статьи «матрица» определяется как «таблица математических элементов, состоящая из строк и столбцов». В справочниках состава кормового сырья приведены таблицы, отражающие содержание питательных веществ, то есть эти таблицы являются матрицами питательности. Рацион – это тоже таблица, отражающая требование к составу корма, который предназначен для скормливания животным. Таким образом, таблицы питательности кормов, потребности в питательных веществах и рационы представляют собой матрицы, которыми пользуются специалисты, не задумываясь, что они являются матрицами питательности. Действие любого биологически активного вещества можно выразить матрицей, в которой будет отражены величины влияния на использование энергии, протеина (аминокислот), минеральных веществ, однако этот подход не получил распространения. В начале в 80-х годов во время активного распространения ферментных препаратов понятием «матрица» не пользовались, хотя их действие отражали в таблицах, отражающих влияние на продуктивность, то есть в матрицах.

Среди специалистов, занимающихся кормлением животных, понятие матрица начало использоваться поставщиками ферментов, которые ввели его в среду разработчиков рационов. В дальнейшем рынок ферментных препаратов превратился в «борьбу матричных значений и цифр» (Редкозубов, 2014).

Матрицы устанавливают с помощью различных методов. Чаще используют данные, полученные при изучении влияния ферментов на переваримость питательных веществ и реже – на продуктивность. У каждого метода есть свои ограничения, так, если для разработки матрицы использовали только данные изучения переваримости, то остаётся не учтённым действие дополнительно всосавшихся веществ на обмен веществ. Ферменты проявляют активность в отношении конкретных доступных субстратов. Однако в инструкциях по применению ферментов указывают только тип рациона, не проводя концентрации субстратов, на фоне которых будет проявляться действие ферментов. Это приводит к неустойчивым результатам эффективности их применения, так как их действие зависит от концентрации субстрата, его доступности для фермента и дозы последнего. Кормовые ферменты улучшают переваримость питательных веществ напрямую или за счет разрушения тех веществ, которые снижают переваривание питательных веществ или обоими методами (Крюков и др. 2021). Эффективность действия экзогенных ферментов зависит от компонентов и исходной питательности корма, соответственно эти факторы влияют на величину цифровых значений матриц. Сложно прогнозировать эффективность действия ферментов при выращивании молодняка в связи с активным формированием пищеварительной системы в раннем возрасте. Поставщики ферментов при выращивании бройлеров обычно предлагают пользоваться одной матрицей, которую рекомендуют для определённого типа рационов независимо от возраста. Однако даже в течение короткого периода жизни бройлеров доступность питательных веществ корма существенно возрастает, соответственно отдача от экзогенных ферментов будет снижаться. Так, установлено, что доступность ОЭ из пшеницы у 7-дневных цыплят составляла 2637 ккал/кг, в 21-дневном возрасте – 2748 ккал/кг, в 35-дневном – 2933 ккал/кг (Bedford, 1996). То есть ОЭ пшеницы в стартере на 11% ниже, чем при скормливания её в составе финишера. Величина довольно значительная, если учесть, что под влиянием экзогенных ферментов максимально достигаемое увеличение суммарной обменной энергии редко превышает 120 ккал/кг.

В справочниках обычно приводят значения ОЭ и доступных аминокислот, установленные в опытах по изучению переваримости питательных на цыплятах какого-то одного возраста. Аналогичный подход используют и при определении матричных величин действия ферментов. Упущение из вида возрастных особенностей пищеварения снижает достоверность значений питательности, разрабатываемых рационов, а с другой стороны компрометирует эффективность действия ферментов и характеризующие их матрицы (Olukosi et al., 2007; Babatunde et al., 2019). На примере фитазы было показано, что при её включении в корм для просят в дозах 125-2000 ед./кг повышение доступности фосфора в изученных компонентах существенно различалось (Almeida et al., 2017).

Анализ представленных данных позволяет отметить, что при более высокой исходной переваримости фосфора в пшенице по сравнению с кукурузой, увеличение доступности фосфора под действием максимальной дозы фитазы, было выше в кукурузе.

Переваримость фосфора пшеницы практически достигала максимума при дозе фитазы 500 ед./кг, тогда как из кукурузы – при дозе 2000 ед./кг. При одинаковой исходной переваримости фосфора шротов, его максимальная доступность из соевого шрота отмечена при включении в рацион 250 ед./кг фитазы, тогда как из подсолнечного и канолового шротов – при дозе 2000 ед./кг. Из этого следует, что в практических условиях доза фитазы, обеспечивающая максимальную доступность фосфора из рациона, зависит от его состава. Важно заметить, что максимальная доза фитазы снижала доступность фосфора из соевого шрота по сравнению с дозой 250 ед./кг.

Поставщики ферментов рекомендуют применять матричные значения ферментов ко всему рациону, то есть смеси компонентов – это облегчает проведение расчётов при оптимизации рационов. Данные таблицы 1 показывают, что разные сырьевые компоненты не одинаково подвержены действию фермента и его разных доз, то есть матрицы фитазы по отношению к различным компонентам должны выражаться различными величинами. Поэтому для более надёжных расчётов следует учитывать действие ферментов на отдельные компоненты и полученные данные суммировать, однако методика суммирования не разработана.

На птицефабриках и свинофермах неписаным правилом является контроль содержания основных питательных веществ в каждой партии приобретаемого сырья, чтобы использовать установленные параметры для разработки рецептов, отражающих реальную питательность комбикормов. При включении в рационы ферментов их влияние на питательность выражают матрицами, предоставляемыми поставщиками фермента. Обычно поставщики предлагают для конкретного фермента матрицу с постоянными значениями независимо от возраста и различий в составе стартера и финишера. Ведущие мировые специалисты в области изучения действия кормовых ферментов указывают, что поставщики ферментов должны предоставлять четкие и прозрачные рекомендации по использованию ферментов. (Cowieson, 2010). Так, если корм содержит 1,4% общего лизина из них 1,25% переваримого, то содержание непереваренного лизина составит 0,15%, и воздействие экзогенного фермента на эту часть может дать прирост переваримого лизина. Дополнительный гидролиз субстратов, экзогенными ферментами зависит от содержания субстратов, которые проходят через ЖКТ, оставаясь не переваренными.

В практических условиях в рационы могут включать 2-3 и более ферментов, действие каждого из

них отражается своей матрицей, однако матрица финального действия ферментов остаётся неизвестной. Для достижения максимальной эффективности включаемые в корм ферменты должны иметь разные механизмы действия, направленные на расщепление разных субстратов, кроме того необходимо убедиться, что их матрицы аддитивны. Фитазы применяют для более эффективного использования фосфора из растительных кормов, тогда как ксиланазы – для повышения доступности энергии. Однако энергия не является веществом и её изменение (увеличение) связано с увеличением переваримости и всасывания углеводов, протеина и жира, которые в процессе обмена веществ освобождают заключённую в них энергию. При использовании одновременно фитазы и ксиланазы повышается доступность аминокислот кормов, хотя они не обладают протеолитическим действием. Предполагаемые механизмы их действия в этом направлении не изучены. Однако при характеристике этих ферментов в их матрицы включают повышение использования аминокислот. В программах оптимизации рационов базы данных кормового сырья включает матрицы ряда ферментов с учётом их действия на полный рацион независимо друг от друга, то есть без учёта их взаимодействия. В экспериментах установлено, что переваримость отдельных аминокислот под влиянием фитазы и ксиланазы при их совместном применении была ниже, чем сумма величин, установленных при их индивидуальном использовании (Cowieson and Bedford, 2009, табл. 2).

Фитаза более активно повышала переваримость аминокислот по сравнению с ксиланазой. Фактическая переваримость изученных аминокислот под влиянием ферментов изменялась не пропорционально их содержанию в рационе. Кроме того, если фитаза повышала доступность метионина, то её применение совместно с ксиланазой угнетало этот процесс. Ксиланазы снижали влияние фитазы на доступность триптофана и аспарагиновой кислоты. Отмеченный факт не находит объяснения: обусловлен ли он угнетающим действием ксиланазы или одновременным снижением действия каждого фермента. Тем не менее, в матрицах действия каждого фермента в отдельности приведены данные по повышению переваримости протеина, который распространяется на все аминокислоты, что приводит к заблуждениям. Надо учесть, что при этом изменяется соотношение переваримых аминокислот, по которым балансируют рацион. Эта проблема в научной литературе не получила достаточного освещения, что ограничивает принятие оценки действия ферментов на основании матриц. Увеличение переваримости питательных веществ корма

Таблица 1.

Влияние различных доз фитазы на стандартизированную переваримость фосфора в ЖКТ из различных видов сырья, %.

Фитаза, ед./кг	Кукуруза	Пшеница	Каноловый шрот	Подсолнечный шрот	Соевый шрот
0	37,6±2,1	55,1±1,4	37,6±0,9	37,6±0,9	36,7±1,9
125	37,0±3,0	50,9±1,5	46,1±1,2	46,1±1,2	51,0±5,0
250	47,9±2,3	56,4±2,6	52,6±2,0	52,6±2,0	64,8±5,1
500	68,0±2,6	64,4±1,8	63,3±0,7	63,3±0,7	54,3±3,2
1000	62,6±2,8	63,8±4,3	63,4±1,8	63,4±1,8	59,9±3,7
2000	73,9±3,7	66,6±3,9	69,0±2,7	69,0±2,7	55,1±5,1

**Таблица 2.**

Перевариваемость некоторых аминокислот в подвздошной кишке под влиянием фитазы и ксиланазы.

Аминокислоты	Ксиланаза, %, (1)	Фитаза, %, (2)	Расчетная сумма теоретическая (1+2), %	Фактическая переваримость, %, (1+2)
Лизин	2,93	3,80	6,73	4,66
Метионин	-0,39	1,69	1,30	-1,37
Цистин	0,14	0,47	0,61	0,47
Треонин	2,01	3,75	5,77	4,36
Лейцин	2,29	3,21	5,50	3,80
Изолейцин	2,88	3,51	6,39	3,96
Триптофан	0,51	5,28	5,77	4,36
Аргинин	1,67	2,67	4,35	4,34
Гистидин	2,82	2,53	5,35	4,78
Валин	3,07	4,33	7,40	5,23
Фенил-аланин	3,23	3,80	7,02	4,04
Глицин	4,54	4,78	9,31	7,57
Аспарагин. к-та	4,95	5,34	10,29	4,68
Серин	4,16	5,04	9,20	4,99

под действием экзогенных ферментов зависит от их исходной переваримости под влиянием собственных ферментов. Это обусловлено тем, что добавленные ферменты будут действовать на непереваримую фракцию. Чем она выше - тем выше ожидаемый эффект от добавленных ферментов. Обобщение результатов 19 исследований показало, что под влиянием ксиланазы доступность не переваренной фракции протеина повышается на 16%. Из этого следует, что если переваримость протеина составляла 70%, то под действием экзогенных ферментов она возрастёт на 4,8% ($30\% \times 16\% / 100\%$), достигнув 74,8%. Однако если переваримость до включения ферментов составляла 90%, то переваримость возрастёт всего на 1,6%, составив 91,6%. Из этого следует, что применение фермента с одними и теми же величинами матрицы на фоне рационов с разной переваримостью будет сопровождаться различной эффективностью.

Определение матриц полиферментных препаратов представляет наибольшую сложность, так как надо рассчитать насколько дополнительное поступление питательных веществ, обеспечиваемое одним ферментом, дополняется применением второго и третьего ферментов и иногда четвертого. Напомним, что ферменты добавляют в корма для переваривания той части питательных веществ, которые не перевариваются собственными ферментами. Например, в корме, содержащем 3733 ккал/кг валовой энергии, содержание ОЭ составляет 75% или 2800 ккал/кг, при этом на долю непереваримой энергии придётся 933 ккал/кг. В матрице 1-го фермента указано, что его включение в корм повысит доступность ОЭ энергии на 110 ккал/кг (или на

3,9%). В матрице 2-го указано повышение ОЭ составит 95 ккал/кг (3,4%), в матрице 3-го повышение ОЭ составит 72 ккал/кг (2,6%) и 4-го – 120 ккал/кг (4,3%). Подчеркнём, что приведенные величины относятся к тому случаю, когда в корм добавляется какой-либо один из четырёх ферментов. Если суммировать действие 4 ферментов, то калорийность корма должна повыситься до $110+95+72+120 = 397$ ккал/кг. Однако этот расчёт не верный, так как каждый фермент действует на оставшуюся часть не переваримой энергии. После действия 1-го фермента останется $933-110=823$ ккал/кг – из неё под действием второго фермента переварится $823 \times 95 / 933 = 83,8$ ккал/кг, – в результате непереваримой энергии останется $823-83,8 = 739,2$ ккал. На эту часть будет действовать 3-й фермент. Под его влиянием дополнительно переварится $739,2 \times 72 / 933 = 57$ ккал/кг. В результате действия третьего фермента останется количество непереваренной энергии $739,2-57 = 682,2$ ккал/кг. Под действием 4-го фермента переварится 87,7 ккал/кг. Под действием четырёх ферментов может дополнительно перевариться корма, который обеспечит $110+83,8+57+87,7 = 338,5$ ккал/кг. Приведенный расчёт весьма упрощённый и представляет схему, поскольку в организме добавленные ферменты действуют не по очереди, а одновременно и в разных сочетаниях в зависимости от среды, в которой проявляется их действие. Не учтены другие малоизвестные факторы взаимодействия между ферментами. Цель настоящего примера заключается в доказательстве, что действие каждого одного фермента в отдельности выше, чем в присутствии других ферментов. Это чётко демонстрируется данными таблицы 2, подтверждающей, что сумма переваримости аминокислот под действием ферментов в отдельности выше, чем при их одновременном использовании. В вышеприведенном расчёте условно принято, что каждый последующий фермент действует на исходную непереваренную часть, однако первый фермент подвергнет расщеплению наиболее доступную часть веществ, и для второго и последующих ферментов будут оставаться менее доступные субстраты. Как изменится эффективность их действия? В научном плане вопрос пока не получил ответа. По-видимому, в полиферментных препаратах наиболее эффективным сочетанием будет одновременное применение карбогидраз и фитазы (табл. 3).

Кукурузно-соевый рацион группы положительно контроля был сбалансирован по содержанию питательных веществ в соответствии с рекомендациями. Комбикорм для цыплят негативного контроля содержал менее питательные компоненты, поэтому уровень ОЭ и доступного фосфора был понижен, что привело к существенному снижению роста цыплят. Включение в состав корма 3-й группы карбогидраз и протеазы, не изменило переваримости протеина, фосфора и ОЭ, но повысило живую массу и эффективность использования корма по сравнению с результатами негативного контроля. Однако только одна фитаза также повышала рост цыплят, как и карбогидразы+протеаза, хотя при этом снизился уровень ОЭ в корме. Одновременное включение в корм карбогидраз, протеазы и фитазы не повлияло на ОЭ корма, по сравнению с негативным контролем, но при этом отмечен максимальный рост цыплят и снижение расхода корма на прирост по

Таблица 3.

Влияние карбогидраз, протеазы и фитазы на переваримость питательных веществ и рост цыплят-бройлеров.

№	Добавлено в корм	Илеальная переваримость			28 дней	
		ОЭ, ккал/кг	Протеин, %	Фосфор, %	Живая масса, г	Корма на 1 кг проста, кг
1	Положительный контроль	2875	79,6	64,6	1078	1,447
2	Негативный контроль (НК)	2712	77,2	60,2	878	1,742
3	НК +100 мг/кг КАП*	2731	77,6	60,6	939	1,596
4	НК +100 мг/кг фитаза**	2649	77,1	64,1	932	1,614
5	НК +100 мг/кг КАП+ фитаза	2716	78,1	62,7	1000	1,561

*КАП – 1 г КАП содержал: 1500 ед. ксиланазы, 2000 ед. амилазы, 20000 ед. протеазы.

**Фитаза – 1 г содержал: 5000 ед. фитазы. Положительный контроль:

ОЭ – 3050 ккал/кг; сырой протеин -21,5%; не фитатный фосфор – 0,40%;

НК: ОЭ – 2870 ккал/кг; сырой протеин -21,5%; не фитатный фосфор – 0,24%.

сравнению с цыплятами 2, 3 и 4-й групп (Cowieson and Adeola, 2005) Представленные данные свидетельствуют, что показатели влияния различных ферментов на переваримость питательных веществ не всегда согласуются с их влиянием на рост и эффективность использования корма. Действие экзогенных ферментов в организме не ограничивается их влиянием на переваримость питательных веществ, поэтому обоснование эффективности ферментов с разными активностями в одном препарате является трудно решаемой задачей. При отсутствии результатов, подтверждающих необходимость каждого компонента в составе полиферментного комплекса, нет доказательств, подтверждающих их необходимость в составе препарата (Masey O'Neill et al., 2014), то есть рекомендации по одновременному использованию нескольких ферментов должны сопровождаться экспериментальным подтверждением. Для обоснования эффективности применения ферментов поставщики должны предоставлять четкие рекомендации по использованию предлагаемых продуктов. Матрица фермента, предложенная без обоснования, будет выглядеть как таблица случайного набора цифр. Необходимо обращаться к протоколам испытаний, в которых были установлены матричные значения фермента. Исследования должны отражать не только наиболее успешные результаты, но менее удачные, с объяснением причин их расхождения. Кроме того, должны быть изложены стратегии, гарантирующие, что использование ферментов не вызовет нежелательных последствий (Bedford and Cowieson, 2020). Удачно подобранные ферменты повышают переваримость питательных веществ (Cowieson et al., 2017; Wu et al., 2019; Ravindran et al., 2017), на результатах которых рассчитывают матричные значения ферментов. Однако данные по переваримости питательных веществ являются вторичным метаболическим показателем возможного повышения продуктивности (Bedford, 2008). В связи с тем, что на эффективность применения ферментов в практических условиях влияет много факторов, о части которых специалисты знают, но не могут их контролировать или управлять ими, поэтому решение о применении кормовых ферментов должно быть подтверждено в конкретных производственных испытаниях.

В заключение отметим, что термин «матрица» связан с несколькими понятиями. В области кормления животных, термин матрица применяется при

описании структурной характеристики кормовых средств, таблиц, отражающих потребность в питательных веществах, питательность сырья и полнорационных комбикормов. Понятие «матрица в отношении свойств ферментов, начали применять позднее. Ферменты не содержат питательных веществ, указанных в матрицах, – они являются виртуальными, поэтому их невозможно контролировать. На информационном портале Федеральной службы ветеринарного и фитосанитарного надзора (Россельхознадзор) «Ирена» (<https://galen.vetrif.ru>), где размещены характеристики одобренных для применения ферментных препаратов, ни в одной инструкции не приведены их матричные значения, – это означает, что матрицы не валидированы, потому что не соответствуют требованиям регулятора.

ЛИТЕРАТУРА

(полный список литературы находится в редакции)

1. Крюков В.С., Зиновьев С.В., Некрасов Р.В. Протеазы в питании моногастричных животных. Аграрная наука. 2021. Т. 334:30-38.
2. Редкозубов, О. Фитаза. Что изменилось за последние 15 лет. Ж. Комбикорма, 2014 – №12. – С. 71–74.
3. Adeola O., Cowieson A.J. Board-invited review: Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve non-ruminant animal production. Journal of Animal Science. 2011, 89: 3189-3218.
4. Aguilera J. M. The food matrix: implications in processing, nutrition and health, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2019, 59 (22): 3612-3629.
5. Almeida F. N., Vazquez-Añón M. and Escobar J.. Dose-dependent effects of a microbial phytase on phosphorus digestibility of common feedstuffs in pigs. Asian-Australas J Anim Sci. 2017. 30: 985-993.
6. Babatunde O. O., Cowieson A. J., Wilson J. W. and Adeola O. The impact of age and feeding length on phytase efficacy during the starter phase of broiler chickens. Poult. Sci. 2019. 98:6742–6750.
7. Bedford, M. R. Pitfalls in digestibility techniques for evaluation of phytases. Proc. 13th Worlds Poult. Congress 2008. 76–85.
8. Bedford M.R. The effect of enzymes on digestion. J. Appl. Poult. Res. 1996. 5: 370–378.
9. Bedford M. R. and Cowieson A. J. Matrix values for exogenous enzymes and their application in the real world. J. Appl. Poult. Res. 2020. 29:15–22.
10. Capuano E., Oliviero T., and van Boekel M..A..J.,S. Modeling food matrix effects on chemical reactivity: Challenges and perspectives. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2018. 58: 2814-2828.