

ОРГАНИЧЕСКИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПТИЦУ: ОТ РОДИТЕЛЬСКОГО СТАДА ДО КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

А. БЫКОВА, технический специалист, компания Alltech Россия

Микроэлементы, наряду с витаминами и незаменимыми аминокислотами, являются биологическими значимыми веществами, необходимыми для нормальной жизнедеятельности организма. При недостаточном поступлении или усваивании микроэлементов невозможно реализовать генетический потенциал сельскохозяйственных животных и птицы, получить высокую продуктивность. Традиционные неорганические источники микроэлементов, используемые в составе комбикормов, обладают рядом существенных недостатков и не отличаются высокой биологической доступностью для птицы. Этой теме была посвящена наша статья «Почти забытые микроэлементы...» (№10'2020). Органические формы микроэлементов были разработаны в качестве альтернативы традиционным неорганическим формам и могут обладать более высокой биологической ценностью для организма. Обзор последних научных публикаций о разных формах органических микроэлементов, их преимуществах и недостатках был представлен в другой статье под названием «Органические микроэлементы: как разобраться в критериях, определяющих их эффективность?» (№11'2020).

Цель настоящей статьи — ознакомить читателей журнала с результатами некоторых научных исследований, в которых изучалось влияние органических микроэлементов в форме Биоплекс® на сельскохозяйственную птицу.

Как известно, наиболее интенсивно развивающейся отраслью сельского хозяйства сегодня является птицеводство. Это во многом обусловлено достижениями многолетней селекции. В 1976 г. средняя яйценоскость на начальную несушку не превышала 230 яиц, а сейчас она составляет 330 яиц при значительном прогрессе, достигнутом в отношении эффективности использования корма. «Эволюция» бройлеров выглядит более впечатляюще: с 1,7 кг в 70-е годы при убое в возрасте 7 недель до 2,4 кг в 5–6 недель сегодня. При этом эффективность конверсии прогрессировала от 2,15 до 1,6.

Отдавая должное генетикам, следует признать, что развитие науки и практики кормления сельскохозяйственной птицы также достигло значимого прогресса. Например, концепция «идеального протеина» уже давно перекочевала из сферы сугубо научных интересов в повседневную практику подавляющего большинства специалистов птицеводческих предприятий. И подобных примеров можно привести множество. В то же время очевидно и то, что для широкой адаптации на практике того или иного «кормленческого» подхода, доказавшего свою состоятельность и эффективность научно, требуется немало времени. В качестве примера уместно привести концепцию «органических микроэлементов». Ведь, несмотря на достаточно внушительное количество научных данных, красноречиво свидетельствующих о разнообразных преимуществах этого подхода, он пока еще не успел стать общепринятым.

Интересно и то, что если даже обратиться к официальным рекомендациям по работе с тем или иным кросом, можно обнаружить, что за последние 15–20 лет нормативы по содержанию микроэлементов в рационах практически не изменились. И действительно, существует немало данных, наглядно демонстрирующих, что увеличение нормы ввода какого-либо микроэлемента сверх стандартов не только не приводит к положительному ответу, а, наоборот, влечет к ухудшению показателей продуктивности (Appleby и Leeson, 2005). Объяснение подобной закономерности довольно прозаично и сводится к негативным особенностям неорганических форм, подробно освещенных в предыдущих публикациях.

ВЛИЯНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ БИОПЛЕКС НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ

С микроэлементами компании Alltech проведено более 1120 опытов, из которых 192 — *in vivo* на различных видах сельскохозяйственных животных и птицы. При этом микроэлементы в форме Биоплекс в этих *in vivo* экспериментах являлись единственными источниками микроэлементов, а неорганические формы были полностью исключены.

В последние годы опубликовано множество результатов исследований, демонстрирующих высокую биодоступность Биоплексов по сравнению с неорганическими аналогами (G. Lin, 2020; Li и соавт., 2004; Ao и соавт., 2006, 2008, 2011). По мнению ученых, существует несколько основных факторов, обуславливающих это, в том числе наибольшая эффективность всасывания органических микроэлементов. Другое важное их преимущество — предотвращение антагонизма, характерного для неор-

ганических форм. Классический пример — антагонизм между железом, медью и цинком (Miles и Henry, 1999; Ao и соавт., 2011). Благодаря высокой биодоступности микроэлементы в органической форме используются в рационах птицы в меньшем количестве, при этом обеспечиваются аналогичные или лучшие показатели продуктивности по сравнению с применением стандартных уровней неорганических форм микроэлементов.

♦ Репродуктивные качества кур родительского стада бройлеров

Обеспечение потребностей родительского стада в микроэлементах напрямую влияет на его продуктивные и репродуктивные качества, как и на качество инкубационного яйца и получаемого из него потомства. Многие исследования показывают, что птица родительского стада особенно чувствительна к форме, в которой микроэлементы включены в рацион и которая может оказывать существенное влияние на ключевые показатели продуктивности.

Различия в биодоступности неорганических и органических форм были наглядно продемонстрированы в исследованиях G. Wang и соавт. (2019). Так, при использовании микроэлементов Биоплекс в количестве 50% от стандартов NRC у кур родительского стада бройлеров отмечались достоверно более высокая яйценоскость (на 9,56%), большее количество кондиционного яйца (на 18,33%) и лучшая конверсия корма (на 7,83%) по сравнению с птицей, получавшей аналогичные уровни неорганических микроэлементов. Ранее этой же группой ученых было показано, что благодаря более высокой биодоступности микроэлементы в форме Биоплекс эффективнее используются организмом птицы родительского стада, в результате чего их транзитное прохождение через кишечник и выделение с пометом снижается ($P < 0,05$) (G. Wang и соавт., 2018). Следует отметить, что проблема выбросов в окружающую среду микроэлементов с пометом сельскохозяйственных животных и птицы уже достаточно остро стоит во многих европейских странах.

Более высокая биодоступность органических микроэлементов способствует более эффективному переходу их в инкубационное яйцо и последующему использованию развивающимся эмбрионом. С этим ассоциировано положительное влияние Биоплексов на инкубационные качества яиц. В таблице 1 приведены данные производственного эксперимента, проведенного на базе одного из крупных птицеводческих предприятий Бразилии (F. Rutz, 2005). В результате замены неорганических микроэлементов микроэлементами в форме Биоплекс вывод цыплят увеличился на 3,4%, а количество неоплодотворенных яиц снизилось на 1,69%.

Улучшение показателей оплодотворяемости и выводимости в результате использования органических микроэлементов, в частности, в форме Биоплекс в рационах бройлеров родительского стада позволяет получать до-

Таблица 1. Влияние формы микроэлементов на качество инкубационных яиц

Показатель	Неорганические микроэлементы	Микроэлементы Биоплекс	Разница
Количество инкубационных яиц, шт.	8640	9792	1152
Количество отбракованных яиц, %	2,44	2,63	0,19
Выход цыплят, %	80,5	83,9	3,4
Количество неоплодотворенных яиц, %	5,96	4,27	-1,69
Эмбриональная смертность, %			
1–7 дней	4,0	4,16	0,16
8–14 дней	0,6	0,5	-0,1
15–18 дней	2,2	1,63	-0,57
19–21 день	2,2	1,76	-0,44
Количество яиц с проклевом, %	1,33	1,15	-0,18
Неправильная позиция эмбрионов, %	0,87	0,47	-0,4
Недостаточный рост эмбрионов, %	0,42	0,16	-0,26
Количество случаев аномалий, %	0,19	0,18	-0,01

Данные F. Rutz, 2005.

Таблица 2. Влияние формы микроэлементов на продуктивность родительского стада бройлеров

Показатель	Неорганические микроэлементы	Микроэлементы Биоплекс	Разница
Численность поголовья	129 828	129 619	
Количество цыплят на начальную несушку (25–55 недель), голов	113,95	117,62	+3,67

Данные F. Rutz, 2006.

полнительное количество цыплят на начальную несушку. Например, в другом практическом эксперименте их было получено больше на 3,67 голов (табл. 2).

В одном из исследований (O. Chaves и R. Dela Piedra, 2013) установлено, что при потреблении птицей родительского стада микроэлементов Биоплекс с 40 по 50 неделю жизни оплодотворяемость яиц увеличилась в среднем на 0,6%, выводимость — на 1,6%. В рамках данного исследования также определялась выводимость инкубационных яиц после 10 дней хранения при температуре 16°C: этот показатель был на 2,4% выше у кур, получавших Биоплексы, по сравнению с контролем (неорганическая форма микроэлементов). Некоторое положительное влияние формы Биоплекс проявлялось и после вывода цыплят, что выражалось в меньшем (на 0,26%) их отходе в первую неделю после заселения.

Недавние исследования M. Paul и соавт. (2019) предлагают взглянуть на вопрос микроэлементного питания родительского стада бройлеров через призму последующей продуктивности его потомства. Так, авторам удалось установить влияние различных источников цинка в рационе на качество костяка получаемого от родительского стада молодняка. Замена неорганического цинка органическим в форме Биоплекс® Цинк обеспечила более высокое качество костяка у суточных цыплят, которое оценивали по высоте зоны роста и зоны гипертрофии в эпифизарной пластинке большеберцовой и бедренной костей. А хорошее качество костяка — это одно из важных условий достижения современными кроссами бройлеров максимальной продуктивности. При этом многие исследования указывают на то, что роль цинка для формирования и роста костной ткани не менее значима, чем кальция, фосфора и витамина D. Цинк регулирует метаболизм в ростовой пластинке костей у цыплят (Kirsch и соавт., 2000; Litchfield и соавт., 1997). Вместе с тем особенности кормления родительского стада напрямую отражаются на содержании микроэлементов в инкубационном яйце (Richards, 1997). В зависимости от источника и усвояемости цинка может изменяться и его накопление в яйце (Favero и соавт., 2013). Развивающиеся эмбрионы используют цинк из желтка на протяжении всего периода инкубации (Yair и Uni, 2011).

Таким образом, препараты Биоплекс не только положительно влияют на репродуктивные качества родительского стада, но и могут улучшать качество потомства.

♦ Продуктивность и здоровье цыплят-бройлеров

В условиях промышленного производства существует огромное количество стресс-факторов, оказывающих негативное влияние на птицу. Использование в рационах бройлеров высокодоступных источников микроэлементов, даже в меньшем количестве, чем неорганические формы, положительно воздействует на иммунитет и продуктивность.

Отдельного внимания заслуживают результаты исследований R. Vieira и соавт., опубликованные в 2020 г. в журнале «British Poultry Science». Авторы эксперимента изучали влияние на бройлеров разных уровней ввода микроэлементов (12,5; 25,0; 37,5; 50,0 и 100% от норм NRC) в неорганической (сульфаты) и органической (Биоплекс) формах. Органические микроэлементы достоверно повышали живую массу птицы к убою в 48 дней (3,941 против 3,881 кг, $P < 0,05$) по сравнению с неорганическими аналогами. Бройлеры, потреблявшие с кормом органические микроэлементы, имели лучшую конверсию корма (1,754 против 1,783, $P < 0,05$) и сохранность (95,8% против 93,6%, $P < 0,05$) по сравнению с получавшими неорганические микроэлементы. Препараты Биоплекс способствовали лучшему накоплению золы в большеберцовых костях к убою (51,25% против 49,5%, $P < 0,05$). Примечательно, что увеличилось содержание кальция и фосфора — оно составляло соответственно 18,7% против 17,4% и 9,4% против 8,8%. Органические

микроэлементы в форме Биоплекс оказали статистически значимое влияние на показатель pH грудных мышц, уменьшив его, а также положительно повлияли на влагоудерживающую способность мяса.

Эти выводы согласуются с данными более ранних исследований, показавших снижение потери влаги и улучшение качества мяса как у свиней (D'souza и Mullan, 2001), так и у птицы (Wang и соавт., 2018) вследствие использования Биоплексов. Улучшение депонирования микроэлементов в тканях, повышение антиоксидантного статуса и сохранение целостности клеток в тканях — основные причины, обусловливающие положительное влияние органических микроэлементов на качество мяса и его влагоудерживающую способность.

По заключению авторов, благодаря более высокой биодоступности даже очень низкий уровень ввода микроэлементов в форме Биоплекс ($\text{Cu} = 1,5 \text{ мг}$; $\text{Fe} = 7,5 \text{ мг}$; $\text{Mn} = 12,5 \text{ мг}$; $\text{Zn} = 10 \text{ мг}$ на 1 кг) позволяет сохранять высокие показатели продуктивности.

Кроме зоотехнических показателей, для бройлеров большое значение имеет поддержание естественных защитных барьеров и высокого статуса здоровья. Цикл исследований C. Bortoluzzi и соавт. (2017–2019) был посвящен влиянию цинка на здоровье и продуктивные качества бройлеров на фоне некротического энтерита, развитие которого провоцировали экспериментальным их заражением кокцидиями *Eimeria maxima* и бактериями *Clostridium perfringens*. Цинк является микроэлементом, необходимым для роста и нормального развития птицы, известна его роль в поддержании иммунитета, состояния кожи, заживлении ран и царапин. Некротический энтерит представляет собой весьма актуальную проблему, приводящую к большим экономическим потерям в птицеводстве из-за ухудшения продуктивности и увеличения падежа птицы. В исследовании, опубликованном в 2017 г., авторами было показано, что замена неорганического цинка органической его формой Биоплекс позволяет уменьшать негативное влияние некротического энтерита на бройлеров: они превосходили аналогов из контрольной группы, получавших неорганический цинк, по живой массе, конверсии корма и высоте ворсинок кишечника.

Позже авторы установили потенциальные механизмы, благодаря которым цинк в органической форме облегчает течение некротического энтерита и обусловленный им падеж: Биоплекс Цинк способствовал укреплению барьерной функции кишечника, уменьшая воспалительные процессы в нем, что, в частности, выражалось в снижении экспрессии провоспалительных цитокинов IL-8 (Интерлейклин 8) и INF- γ (Интерферон гамма).

♦ Роль микроэлементов в повышении качества скорлупы

Микроэлементы особенно важны для оптимального формирования яичной скорлупы, в частности ее ор-

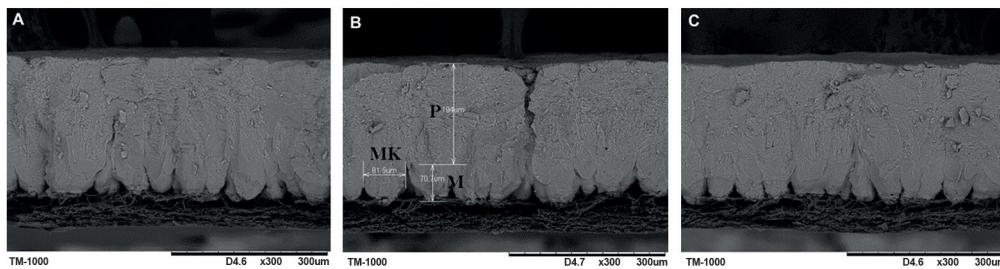


Рис. 1. Микроструктура яичной скорлупы (электронная микроскопия):

А — неорганические микроэлементы, по нормам NRC; В — неорганические микроэлементы, 1/3 от норм NRC; С — органические микроэлементы в форме Биоплекс, 1/3 от норм NRC
(Р — толщина палисадного слоя, М — толщина мамиллярного слоя, МК — сосочки мамиллярного слоя)

ганической матрицы. Результаты многих исследований подтверждают, что по сравнению с неорганическими микроэлементами органические их источники, оптимизируя микроструктуру яичной скорлупы, улучшают ее качество. В недавних исследованиях (2019), проведенных на курах-несушках, J. Qiu и соавт. установили, что замена неорганических микроэлементов органическими в форме Биоплекс в количестве 1/3 от рекомендованных уровней NRC оказывает положительное влияние на микроструктуру яичной скорлупы. В то же время аналогичные уровни микроэлементов в неорганической форме существенно уменьшают толщину палисадного слоя ($P < 0,05$), а также увеличивают маммиллярный слой ($P < 0,05$) относительно контрольной группы птицы, получавшей стандартные уровни микроэлементов в неорганической форме (рис. 1). Следует отметить, что уменьшение количества неорганических микроэлементов в рационе негативно отражалось на качестве скорлупы — на микрофотографиях поверхности скорлупы яиц от птицы этой группы видны трещины (рис. 2, В). Однако этого не наблюдалось, когда меньшие по сравнению с контролем уровни микроэлементов обеспечивались в форме Биоплекс (рис. 2, С).

В скорлупе яиц от несушек, потреблявших Биоплексы, было отмечено достоверное уменьшение ($P < 0,05$) количества структурных элементов в маммиллярном слое — маммиллярных сосочков вследствие их слияния и увеличения в размерах, что повышает прочность скорлупы. Более ранние исследования (Stefanello и соавт., 2014; Li и соавт., 2018) также показали, что использование Биоплексов в качестве источника микроэлементов улучшает микроструктуру яичной скорлупы, при этом содержание микроэлементов в рационах было существенно ниже стандартов, принятых в производственной практике.

Z. Janjescic и соавт. (2018) изучали влияние замены в рационах кур-несушек в возрасте 35–50 недель неорганических микроэлементов органическими в форме Биоплекс в более низких дозировках. Как показали результаты, содержание кальция в большеберцовой кости увеличилось (184,48 г против 179,77 г в 1 кг в контроле), как и прочность костей (155,9 против 108,66

Ньютон). Таким образом, авторы подтвердили гипотезу о том, что использование органических форм микроэлементов уменьшает негативные возрастные последствия для костяка яичной птицы. К похожим выводам пришли L. Nolan и соавт. (2019), установив, что замена неорганического цинка органическим в форме Биоплекс Цинк снижает частоту возникновения деформации кильевой кости у кур-несушек.

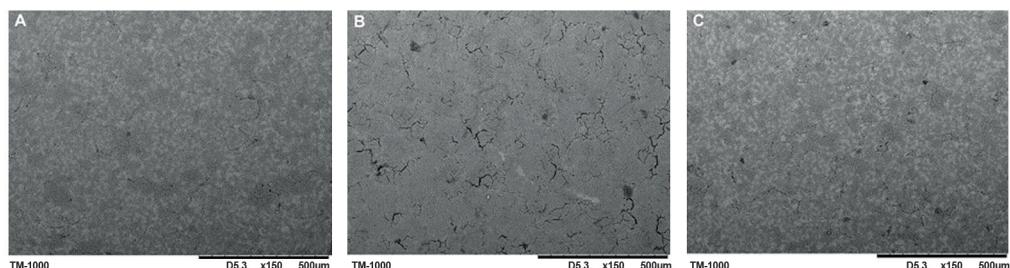


Рис. 2. Наружная поверхность яичной скорлупы (электронная микроскопия):

А — неорганические микроэлементы, по нормам NRC; В — неорганические микроэлементы, 1/3 от норм NRC; С — органические микроэлементы в форме Биоплекс, 1/3 от норм NRC

Исследования J. Qiu и соавт. (2019) в очередной раз продемонстрировали, что применение органических микроэлементов сопряжено с уменьшением их выделения с пометом в окружающую среду. При этом от группы, птица которой получала Биоплексы в количестве 1/3 от норм NRC, оно было ниже не только в сравнении с контролем (неорганические микроэлементы по рекомендациям NRC), но и в сравнении с группой, получавшей аналогичные уровни микроэлементов в неорганической форме ($P < 0,05$).

В заключение хотелось бы отметить, что публикациями цикла статей мы стремились помочь читателю разобраться в такой непростой теме, как микроэлементное питание птицы. Органические микроэлементы — перспективный инструмент в руках специалистов птицеводческих предприятий. В условиях непрекращающейся гонки за генетическим прогрессом востребованность в подобных инструментах будет возрастать. Новые более глубокие и детальные исследования лишь укрепляют уверенность в этом. ■