

МОДЕЛЬ КОНВЕРСИИ КОРМА В ПРОДУКЦИЮ СВИНОВОДСТВА

Шацкий В.В., д.т.н.,

Коломиец С.М., к.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел. : (0619) 42-05-70

Аннотация – в статье рассмотрены вопросы моделирования конверсии корма в продукцию свиноводства с целью повышения эффективности функционирования крупно-товарного свиноводства путем оптимизации технико-технологического обеспечения.

Ключевые слова – оптимизация, параметры, технико-технологическое обеспечение, свинина, моделирование.

Постановка проблемы. Развитие функционально-качественного насыщения технико-технологического обеспечения животноводства осуществляется за счет повышения уровня механизации, автоматизации и роботизации одних элементов производства и передачи других в управление животным. Для осуществления управляемого гармонического развития всех элементов производства необходимо провести фундаментальные исследования и разработать полную модель производства животноводческой продукции с возможностью оптимизации процессов воспроизводства кормовых ресурсов.

Анализ последних исследований. Определение нужного уровня концентрации функционально-качественного насыщения технико-технологического обеспечения свиноводства на определенном этапе его развития осуществляется моделированием производства животноводческой продукции с учетом требований рынка относительно стоимости и качества производимой продукции. Моделирование осуществляется при условии наиболее полной гармонизации взаимодействия всех элементов производства и животных [1].

Формулировка целей статьи. Цель статьи – моделирование конверсии корма в продукцию свиноводства для оптимизации технико-технологического обеспечения крупно-товарного свиноводства с целью повышения эффективности его функционирования и управляемого поддержания конкурентоспособности.

Основная часть. Модель разрабатывается на основе данных зоотехнической науки [2...5] и практического опыта производства свинины по современным технологиям.

Целью создания модели является разработка инструмента оптимизации технико-технологического обеспечения крупно-товарного свиноводства для

* д.т.н.В.В.Шацкий, к.т.н. С.М. Коломиец

повышения эффективности его функционирования и управляемого поддержания конкурентоспособности для отечественного производителя.

Модель состоит из семи подмоделей конверсии корма в продукцию животного для: холостых и легкосупоросных свиноматок, тяжелосупоросных свиноматок, лактирующих свиноматок, поросят-сосунов, поросят-отъемышей, молодняка на откорме I периода (20...50 кг) и II периода (50...100 кг и более), хряков.

За основу энергетического питания животных, кроме поросят-сосунов, взяты корма растительного происхождения, скармливание которых осуществляется в виде кормовых смесей, структура которых разработана отечественной и зарубежной зоотехнической наукой [2...5].

Валовая энергия корма определяется в зависимости от количества питательных веществ [2]

$$ВЭ = 0,02395сП + 0,03977сЖ + 0,02005сК + 0,01746сБЭВ, \quad (1)$$

где сП, сЖ, сК, сБЭВ - соответственно, сырые протеин, жир, клетчатка и безазотистые экстрактивные вещества.

Переваримость питательных веществ корма зависит от их количества и соотношения в кормовой смеси. При использовании кормов растительного происхождения коэффициент переваримости определяется по выражениям [2]:

$$\begin{aligned} k_{пп} &= 8,573 + 1,099сП + 0,563сК + 0,791сБЭВ; \\ k_{пж} &= 16,154 + 0,348сП + 1,366сК + 0,225сБЭВ; \\ k_{пк} &= 24,027 + 0,836сП + 0,342сК + 0,336сБЭВ; \\ k_{пБЭВ} &= 11,270 + 0,267сП + 0,265сК + 0,972сБЭВ. \end{aligned} \quad (2)$$

Тогда количество переваримых питательных веществ пПВ_i определяется умножением количества сырого питательного вещества сПВ_i на соответствующий коэффициент k_{пi} переваримости

$$пПВ_i = 0,01 \cdot сПВ_i \cdot k_{пi}. \quad (3)$$

Обменная энергия корма для свинополовья определяется по переваримым питательным веществам [2].

Обменная энергия корма расходуется на энергию экстратеplotы и чистую энергию [3]. Ввиду малой величины экстратеplotы, возникающей при сокращении мышц животного, ее можно опустить при количественной оценке в нашей модели.

$$ОЭ_k = 0,02085пП + 0,03663пЖ + 0,01427пК + 0,01695пБЭВ, \quad (4)$$

где пП, пЖ, пК, пБЭВ - соответственно, переваримые протеин, жир, клетчатка и безазотистые экстрактивные вещества.

Продуктивность холостой и легкосупоросной свиноматок. Принимаем, что обменная энергия корма расходуется на энергию поддержания жизненных функций (преобразованную в теплоту) и энергию продуктивности (отложение протеина, жира, образование молока, яйца, шерсти и энергия воспроизводства животных).

Для холостой свиноматки обменная энергия корма расходуется на энергию поддержания жизни и энергию прироста, что можно записать как

$$ОЭ_k = ОЭ_{ж.к.} + ОЭ_{пр.с.} \quad (5)$$

Для легкосупоросной свиноматки (период 1...84 дня) обменная энергия корма также расходуется на энергию поддержания жизни и прироста.

Для холостых и супоросных свиноматок энергия поддержания жизни определяется по выражению [3] в зависимости от метаболической массы животного в МДж.

$$OЭ_{пж.с.} = 0,44M_{ж}^{0,75}, \quad (6)$$

где $M_{ж}$ - масса свиноматки, кг.

Ввиду незначительного роста приплода супоросной свиноматки I периода супоросности [3,4] массу приплода можно не определять.

Во втором периоде супоросности (85...115 дней), где идет бурное развитие плодов, масса прироста распределяется на продукты беременности (57,14% - 62,5%) и прирост тела (42,86% - 37,5%)[3].

Для расчетов принимаем: 60%– продукты беременности и 40%–прирост туши свиноматки.

Следует отметить, что при снижении температуры окружающей среды ниже 16⁰С энергия поддержания жизни увеличивается на 1,7 % на каждый градус ниже 16⁰С.

Энергия прироста холостой и супоросной свиноматки определяется как разность обменной энергии корма и энергии поддержания жизни животного.

$$OЭ_{пр.с.} = OЭ_{к} - OЭ_{пж.с.}, \quad (7)$$

где $OЭ_{к}$ – обменная энергия корма, МДж;

$OЭ_{пж.с.}$ – обменная энергия поддержания жизни свиноматки, МДж.

Ввиду вышеизложенного, суточный прирост супоросной свиноматки в I периоде будет меньше, чем во втором.

По данным академика Рядчикова В.Г. [3] супоросные свиноматки I периода супоросности имели прирост белка и жира, соответственно, 39,8 и 46,6 г/сутки, а во втором периоде – 103,4 и 121,0 г/сутки.

Это дает основание считать, что величина прироста II периода превышает аналогичный показатель I периода в 2,974 раза.

Известно, что в 1г отложившегося в теле свиньи жира содержится 0,039 МДж энергии, а в 1г протеина – 0,0296 МДж энергии [3]. Коэффициент использования обменной энергии прироста при отложении жира составляет 0,74, а при отложении протеина – 0,56 [2].

Следовательно, на образование 1г жира необходимо 0,0527 МДж энергии прироста, а на 1г белка - 0,0529 МДж обменной энергии корма.

Также известно, что содержание белка в приросте свинополовья находится в пределах 16,07%.

Тогда можно записать формулу для определения суточного прироста супоросной свиноматки I периода супоросности

$$M_{пр.с.}^I = OЭ_{пр.с.}^I / (k_б^I \cdot б \cdot 1000), \quad (8)$$

где б - доля белка в приросте животного;

$k_б^I$ - затраты энергии на отложение белка в тело животного.

Продуктивность свиноматки II периода супоросности. Для свиноматки II периода супоросности формула определения суточного прироста аналогична предыдущей (8)

$$M_{\text{пр.}}^{\text{II}} = \text{ОЭ}_{\text{пр.с}}^{\text{II}} / (k_{\delta}^{\text{II}} \cdot 6 \cdot 1000), \quad (9)$$

где k_{δ}^{II} - затраты энергии на отложение белка в тело животного.

Общий прирост за 115 дней супоросности определяется суммированием приростов за I и II периоды

$$M_{\text{пр.сви.с}} = 0,001/6(\text{ОЭ}_{\text{пр.с}}^{\text{I}} T^{\text{I}}/k_{\delta}^{\text{I}} + \text{ОЭ}_{\text{пр.с}}^{\text{II}} T^{\text{II}}/k_{\delta}^{\text{II}}), \quad (10)$$

где $T^{\text{I}}, T^{\text{II}}$ - продолжительности периодов супоросности ($T^{\text{I}}=84$ дня, $T^{\text{II}}=30$ дней).

Содержание белка в приросте свиноматки в среднем находится в пределах 11,7...17,0% [5]. Принимаем для первого периода супоросности, где развитие плодов идет медленнее, чем во втором, $k_{\delta}^{\text{I}} = 0,1225$ (как среднее значение между мясной и жирной породами). Для второго периода, где идет интенсивное развитие продуктов беременности, принимаем $k_{\delta}^{\text{II}} = 0,10$.

Такое соотношение коэффициентов принято с допущением еще и потому, что соотношение суточного прироста по второму и первому периодам по данным академика Рядчикова В.Г. [4] находится в соотношении 2,5972.

В этом случае суточный прирост свиноматки массой 200 кг в I период супоросности составляет 0,3155 кг/сут., а во 2 периоде – 0,8195 кг/сут., что находится в соотношении 2,5975.

Супоросный период свиноматки завершается рождением поросят средней массой в гнезде в лучшем случае 1...1,3 кг. Количество рожденных поросят принимаем равным 10 голов.

Значение средней массы поросят определяется согласно [3] по выражению, определенному аппроксимацией данных и расчетов. Аппроксимация табличных данных позволила построить графическую зависимость (рис. 1) и получить аналитическое выражение для определения средней массы поросят в гнезде

$$M_{\text{п}} = 8 \cdot 10^{-6} M_{\text{пр.с}}^2 + 0,0032 M_{\text{пр.с}} + 1,1123. \quad (11)$$



Рис. 1. Залежність середньої маси родившихся поросят від прироста супоросної свиноматки

Продуктивність лактуючої свиноматки. Родившіся поросята питаються молоком свиноматки втечение 21 днів. В цей період лактуюча свиноматка рахує потрєбляємий корм на підтримання життя і синтез молока.

$$OЭ_k = OЭ_{пж.с.л.} + OЭ_{м.с.л.} \quad (12)$$

де $OЭ_{м.с.л.}$ - обмінна енергія корма, направлена на утворення молока у лактуючої свиноматки, МДж.

Обмінна енергія на підтримання життя лактуючої свиноматки визначається як і супоросної $OЭ_{пж.с.л.} = 0,44 M_{ж}^{0,75}$.

Обмінна енергія, яка рахується на утворення молока, залежить від кількості поросят в гнізді і визначається за даними [3], які апроксимуються в відповідні залежності для суточної дози комбікорму з вмістом обмінної енергії 13,0 МДж і 13,5 МДж (рис.2).

Обмінна енергія молокоутворення в залежності від кількості поросят в гнізді визначається за вираженнями

$$OЭ_{м.с.л.} = -0,0064P_c^2 + 6,1959P_c + 8,91 \quad (\text{при } 13,0 \text{ МДж } OЭ/\text{кг}); \quad (13)$$

$$OЭ_{м.с.л.} = -0,0025P_c^2 + 6,45P_c + 8,17 \quad (\text{при } 13,5 \text{ МДж } OЭ/\text{кг}), \quad (14)$$

де P_c - кількість поросят в гнізді.



Рис. 2. Потреба в обмінній енергії лактуючої свиноматки в залежності від кількості поросят в гнізді

Ізвестно, що на синтез 1 кг молока свиноматки потребується 7,3 МДж ОЭ [3]. На основі цього отримана графічна залежність і вираження для визначення кількості молока, продуцируемого свиноматкою, в залежності від енергії молокообрання, які представлені на рис. 3.



Рис.3. Кількість продуцируемого молока в залежності від енергії молокообрання

Кількість продуцируемого свиноматкою молока визначається по вираженню

$$M_{ол} = 0,137 OЭ_{м.с.д.} + 5E-14. \quad (15)$$

Як слідство вищеизложенного отримана графічна залежність і вираження для визначення кількості молока, продуцируемого свиноматкою, і обмінної енергії молокообрання в залежності від кількості поросят в гнізді (рис.4).

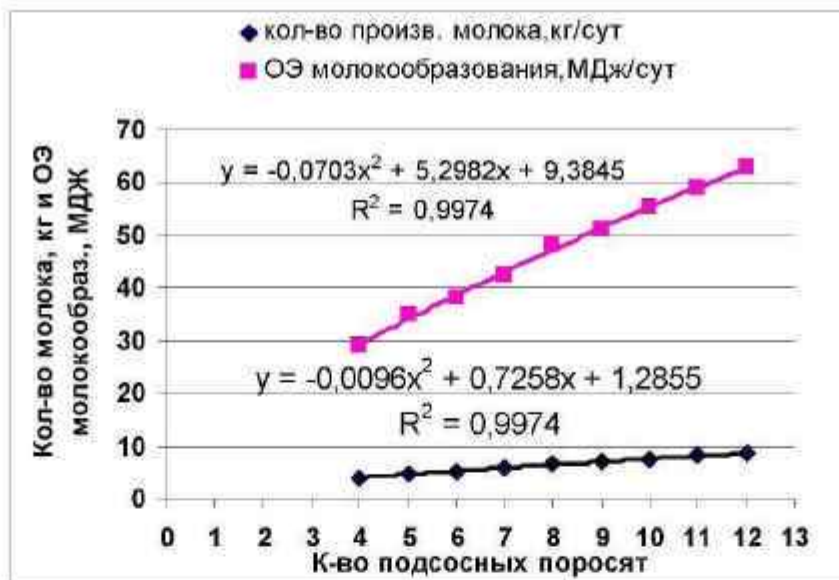


Рис.4. Зависимость количества молока, продуцируемого свиноматкой, и обменной энергии молокообразования в зависимости от количества поросят в гнезде

При недостатке корма свиноматка расходует на образование молока свои резервы. При этом потери ее массы не должны превышать 15 кг. Потери массы в сутки могут составлять 0,476...0,600кг/сут. [4]. Коэффициент конверсии тканей свиноматки в молоко составляет 0,88.

Продуктивность поросенка-сосуна. Обменная энергия молока, потребляемого поросятами-сосунами, расходуется на поддержание жизни ОЭ_{пж.п} и прирост ОЭ_{пр.п} в сутки [3]

$$ОЭ_k = ОЭ_{пж.п} + ОЭ_{пр.п} \quad (16)$$

Обменная энергия поддержания жизни определяется по выражению [3]

$$ОЭ_{пж.п.с} = (754 - 5,9M_{пс} + 0,025M_{пс}^2)M_{пс}^{0,75}/1000. \quad (17)$$

Следовательно, энергия молока, расходуемая на прирост поросят-сосунов в сутки, определяется по выражению

$$ОЭ_{пр.п.с} = ОЭ_k - (0,025M_{пс}^2 - 5,9M_{пс} + 754)M_{пс}^{0,75}/1000, \quad (18)$$

где $M_{пс}$ - масса поросенка-сосуна, кг.

Вместе с тем один килограмм молока свиньи содержит 4,686 МДж валовой энергии [4]. Эффективность конверсии одного килограмма молока, потребленного поросенком-сосуном в прирост, составляет 250 г привеса [4].

Зная суточное потребление молока поросенком, можно определить его прирост по выражению

$$П_{пс} = (0,137 ОЭ_{м.с.л} + 5E-14)/250П_c. \quad (19)$$

На 21 день происходит отъем поросят от свиноматки, кормление осуществляется кормами растительного происхождения. Обменная энергия корма расходуется на поддержание жизни ОЭ_{пж.п.о} и прирост ОЭ_{пр.п.о}.

Продуктивність поросенка-отъемыша. Обменная энергия для поддержания жизни поросенка-отъемыша определяется как и для поросят-сосунов

$$ОЭ_{пж.л.о.} = (754 - 5,9M_{п} + 0,025M_{п}^2)M_{п}^{0,75}/1000, \quad (20)$$

где $M_{п}$ - масса поросенка-отъемыша, кг.

Для обеспечения прироста в 1кг необходимо 22...25 МДж обменной энергии. При этом коэффициент использования этой энергии равен 0,7 [3]. Аппроксимация этих данных позволила построить графическую зависимость потребности в обменной энергии в зависимости от суточного прироста и живой массы поросят (рис. 5), а также получить зависимость потребности в обменной энергии в зависимости от суточного прироста и живой массы поросят

$$ОЭ_{к} = (0,0001M_{п}^2 + 0,0276M_{п} + 1,4879)0,01П_{рс} - 0,00009M_{п}^2 + 0,1335M_{п} - 0,0433, \quad (21)$$

где $П_{рс}$ - привес поросенка в сутки, г.

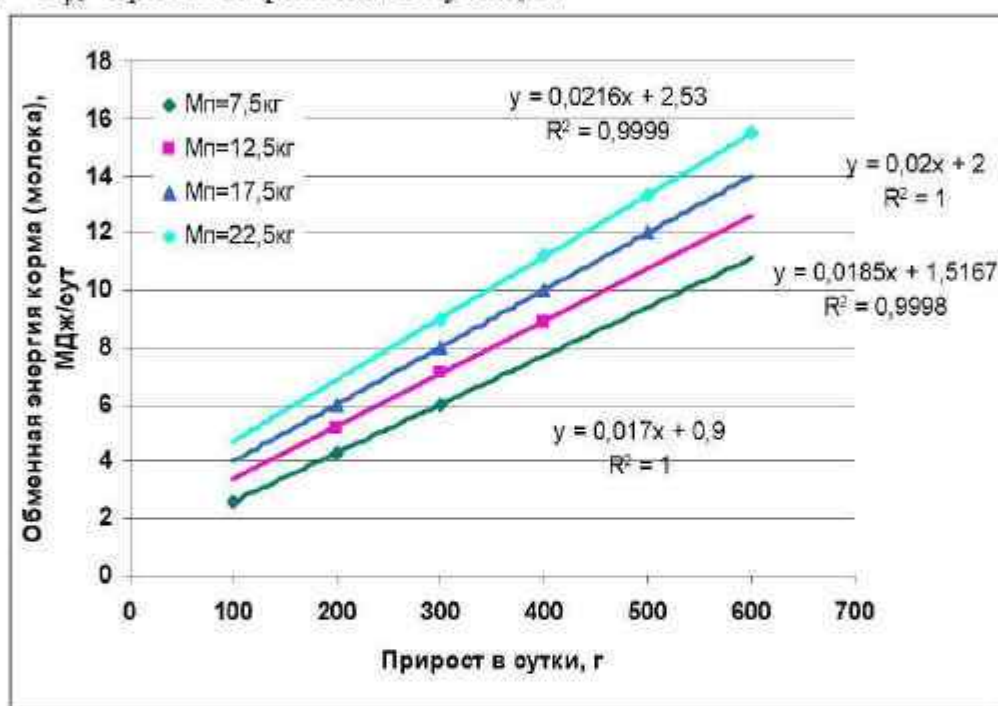


Рис. 5. Зависимость потребности в обменной энергии в зависимости от суточного прироста и живой массы поросят-отъемышей

Из выражения (21) определяем $П_{рс}$ – привес поросенка в сутки в зависимости от обменной энергии корма и массы поросенка

$$П_{рс} = 100(ОЭ_{к} + 0,00009M_{п}^2 - 0,1335M_{п} + 0,0433)/(0,0001M_{п}^2 + 0,0276M_{п} + 1,4879). \quad (22)$$

Иначе можно определить суточный привес поросенка. Известно, что для обеспечения прироста в 1кг необходимо 22...25 МДж обменной энергии. При этом коэффициент использования этой энергии равен 0,7 [3], следовательно, для прироста 1кг массы поросенка необходимо 33,57МДж обменной энергии корма.

Тогда величина прироста определяется как

$$П_{рл.о} = (ОЭ_k - ОЭ_{пж.л.о.})/33,57. \quad (23)$$

Аналитические выражения потребности в лизине определяются на основании данных [4] и на основе графического построения (рис.6); определены аналитические выражения потребности в лизине поросят в зависимости от массы и величины прироста.

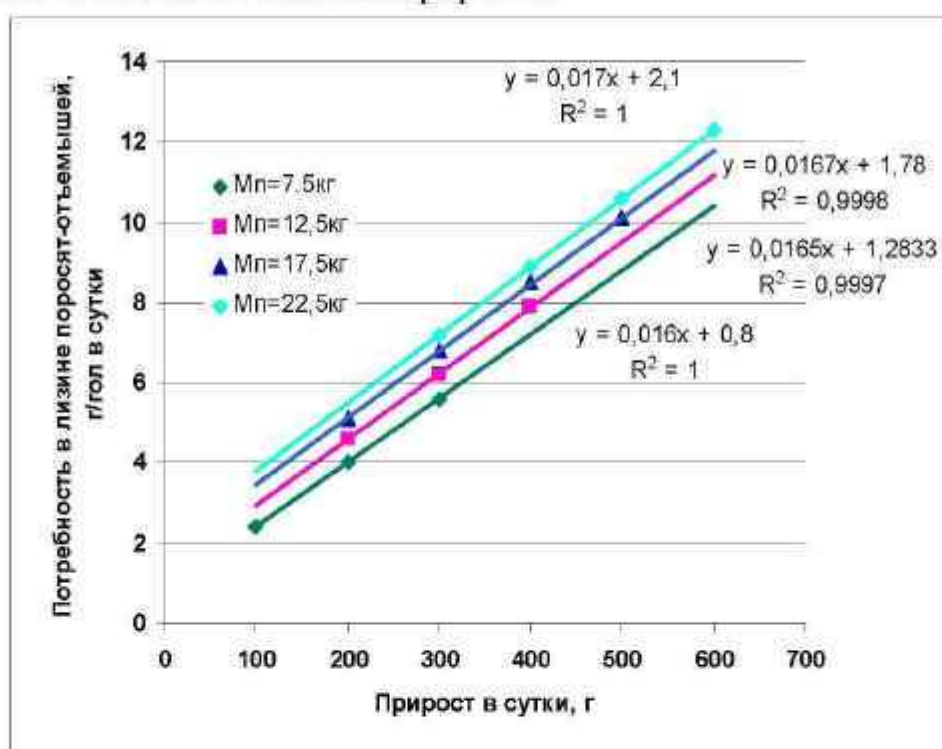


Рис. 6. Потребность поросят-отъемышей в лизине в зависимости от массы и суточного прироста

Выражение для определения суточной потребности в лизине

$$Л_{л.о.} = (-0,0002M_{п}^2 + 0,012M_{п} + 1,5203)0,01П_{рс} - 0,0016M_{п}^2 + 0,1369M_{п} - 0,1446. \quad (24)$$

Семь недель поросята находятся в производственной группе поросят-отъемышей. Затем переводятся в производственную группу – молодняк на откорме I периода.

Продуктивность свиней на откорме. Обменная энергия свиней на откорме расходуется на поддержание жизненных функций и прирост.

Обменная энергия поддержания жизни с возрастом животных уменьшается, а поэтому выражение для определения ее величины имеет вид

$$ОЭ_{пж.М} = (719M_{ж}^{0,63} \cdot 1,1)0,001 \text{ (МДж/сут.)}. \quad (25)$$

Суточный прирост определяется исходя из потребности животного в обменной энергии корма, необходимой для определенной величины прироста [3]. По этим данным получены графические зависимости потребности обменной энергии свиней на откорме в зависимости от массы животного и суточного прироста (рис. 7). Обработка этих зависимостей позволила получить аналитические выражения для определения потребности в энергии в зависимости от массы и суточного прироста животных.

Для I периода откорма (20...50кг) это выражение имеет вид

$$ОЭ_{откI} = (1E-04 \cdot M_{ж}^2 - 0,006 \cdot M_{ж} + 2,05) \cdot П_{рмI} - 0,0019 \cdot M_{ж}^2 + 0,419 \cdot M_{ж} - 5,3. \quad (28)$$

Откуда определяется выражение для прироста I периода откорма

$$П_{рмI} = (ОЭ + 0,0019 M_{ж}^2 - 0,419 \cdot M_{ж} + 5,3) / (1E-04 \cdot M_{ж}^2 - 0,006 \cdot M_{ж} + 2,05). \quad (29)$$

Для II периода откорма (50...100 кг и более)

$$ОЭ_{откII} = 0,02 П_{рмII} + (-0,0006 \cdot M_{ж}^2 + 0,312 \cdot M_{ж} - 3,1171). \quad (30)$$

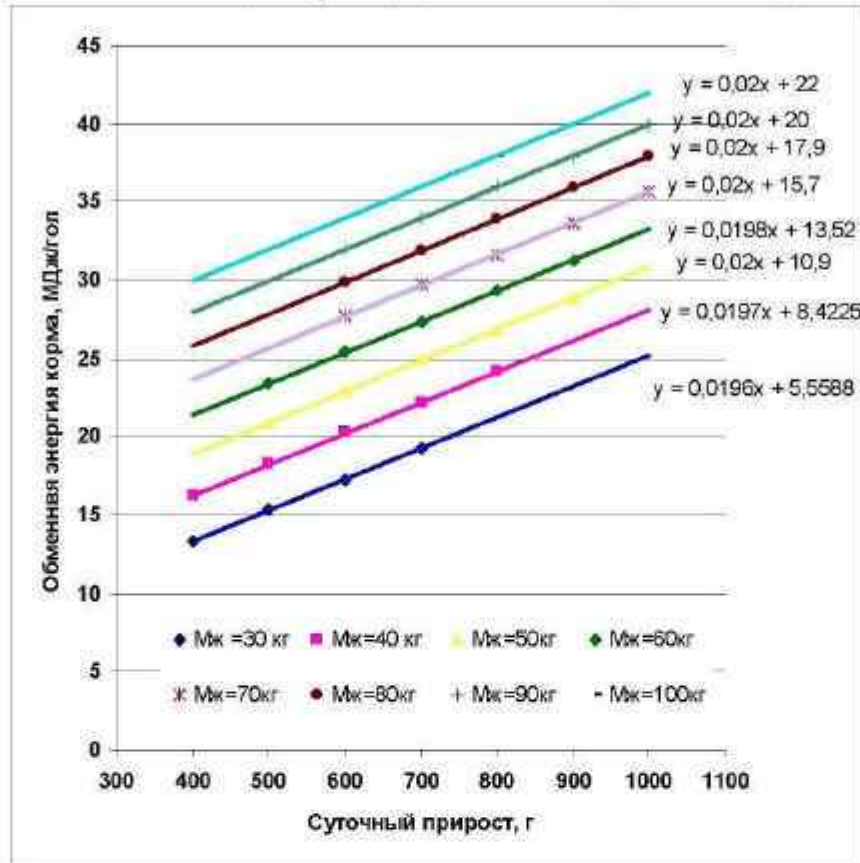


Рис. 7. Зависимость потребности обменной энергии корма от массы животных и величины суточного прироста

Из (30) определяется выражение для прироста II периода откорма

$$П_{рмII} = (ОЭ - (-0,0006 \cdot M_{ж}^2 + 0,312 \cdot M_{ж} - 3,1171)) / 0,02. \quad (31)$$

Потребность в лизине для I периода откорма определяется аппроксимацией данных потребности свиней на откорме в лизине при различной интенсивности роста [3] (рис. 8).

Из полученных графических зависимостей определяем выражения суточной потребности в лизине на 1 животное в зависимости от его массы и прироста.

Для первого периода откорма

$$L_{откI} = (0,0225 \cdot M_{ж} + 2,975) \cdot П_{рмI} + (0,0055 M_{ж} + 1,375) \cdot 0,01. \quad (32)$$

Для второго периода откорма

$$L_{откII} = (-0,0002 \cdot M_{ж}^2 + 0,022 \cdot M_{ж} + 3,5625) \cdot П_{рмII} + (-0,0002 \cdot M_{ж}^2 + 0,032 \cdot M_{ж} + 0,5913) \cdot 0,01. \quad (33)$$

Другие аминокислоты определяются в строгом соответствии для этой группы [3].

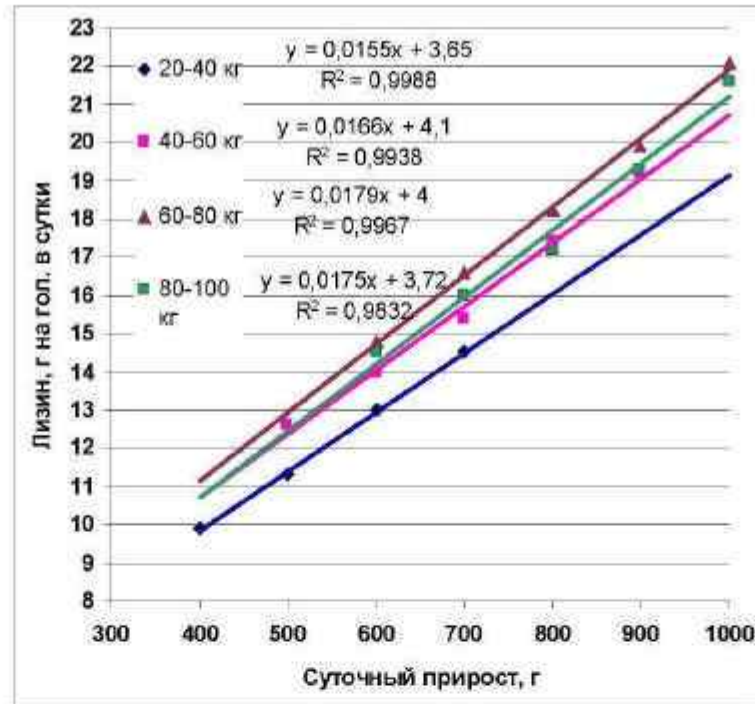


Рис. 8. Потребности свиней на откорме в лизине в зависимости от массы животного и суточного прироста

Потребность обменной энергии корма для хряков. Потребность хряков в энергии представляет собой сумму затрат энергии на поддержание, половую активность, продукцию семени и рост [4].

$$OЭ_k = OЭ_{п.ж.х.} + OЭ_{пол.а.} + OЭ_{ем.пр.} + OЭ_{пр.х.} \quad (34)$$

Затраты энергии [4]:

- на поддержание жизни – $0,4686M_{xp}^{0,75}$ (МДж/кг);

- на половую активность (одна садка на манекен) – $0,0172M_{xp}^{0,75}$

(МДж/кг);

- на продукцию семени – $0,4142$ МДж/эякулят.

Выводы. Моделирование конверсии корма в продукцию свиноводства позволит увеличить объемы производства свинины за счет повышения производительности животных, управляемого сдерживания роста себестоимости продукции путем оптимизации качества функционирования технологических процессов, оптимизации технико-технологического обеспечения производства свинины и на этой основе обеспечить население качественными продуктами питания.

Литература

1 Колумиец С.М. Методология оптимизации параметров технологических процессов производства свинины на основе моделирования / С.М. Колумиец // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. Вип. 103: Механізація

сільськогосподарського виробництва та переробки сільськогосподарської продукції.- Харків, 2010. – С. 174-180.

2 Справочник по качеству кормов /сост. В.И. Гноевой; под ред. А. А. Омеляненко. - К.: Урожай, 1985. - 192с.

3 *Дурст Л.* Кормление сельскохозяйственных животных / Л. Дурст, М. Виттман; пер. с немецкого; под ред. Ибатуллина И.И., Приваторова Г.В. – Винница: НОВАЯ КНИГА, 2003. – 384с.

4 *Рядчиков В.Г.* Нормы потребности свиней мясных пород и кроссов в энергии и переваримых аминокислотах / В.Г. Рядчиков // Научный журнал КубГАУ.- 2007.- №34 (10).- 29с. ([http:// ej.kubagro.ru/2007/10 /pdf/8.pdf](http://ej.kubagro.ru/2007/10/pdf/8.pdf)).

5 www.piginfo.ru. Пищевая ценность компонентов свинины. Перспективное свиноводство.

6 www.slidefinder.net. Свиноводство. Организация производства свинины.

МОДЕЛЬ КОНВЕРСІЇ КОРМУ В ПРОДУКЦІЮ СВИНАРСТВА

Шацький В.В., Коломієць С.М.

Анотація

У статті розглянуті питання моделювання конверсії корму в продукцію свинарства з метою підвищення ефективності функціонування крупно-товарного свинарства шляхом оптимізації техніко-технологічного забезпечення.

A MODEL OF CONVERSION OF FEED IN PRODUCTS OF PIG BREEDING

V. Shackiy, S. Kolomiyets

Summary

The questions of design of conversion of feed in the products of the pig breeding with the purpose of increase of efficiency of functioning of the large-commodity pig breeding by optimization of the technical-technological providing are considered in the article.