

Динамика углеводного, минерального и пигментного обменов у откормочных свинок при разном уровне протеинового питания

Л.Г. Кислинская, к.в.н., В.М. Мешков, д.в.н., профессор, А.П. Жуков, д.в.н., профессор, ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ

Сведения о влиянии разного уровня протеинового питания на углеводный, минеральный и пигментный обмены у откормочных свинок многочисленны и фрагментарны [1–3]. Между тем они представляют интерес для науки и практики. Именно поэтому мы поставили перед собой **цель** – изучить показатели углеводного, минерального и пигментного обменов у свинок, в кормлении которых на заключительном этапе откорма применяли рационы с повышенным и пониженным на 8,2% уровнями протеинового питания.

Материал и методы исследования. Под опыт в ООО «Оренбургский бекон» в 2014 г. были взяты помесные свинки первого поколения породы йоркшир × ландрас. В 115-суточном возрасте проведены фоновые исследования биохимических показателей сыворотки крови животных (табл. 1). После чего сформировали две группы свинок по 13 гол. в каждой. Представители I гр. продолжали получать гроуер, т.е. рационы с повышенным уровнем переваримого протеина, а II – финишные корма, содержащие уменьшенное количество переваримого протеина. В 122-, 136- и 145-суточном возрасте у

пяти особей каждой группы, отобранных методом случайной выборки, получали сыворотку крови для определения биохимических показателей.

Исследование проводили в комплексной аналитической лаборатории Оренбургского ГАУ по общепринятым методам. Полученные результаты подвергнуты математической обработке и статистическому анализу. При этом определяли среднюю арифметическую (\bar{X}) и её ошибку ($S_{\bar{X}}$), достоверность разницы между показателями животных разного возраста (t_d) и уровень вероятности (P).

Результаты исследования. Полученные за всё время наблюдения результаты сведены в таблицы 1 и 2. По данным таблиц, содержание глюкозы (сахара) в сыворотке крови свинок обеих групп было самым высоким при фоновых исследованиях. С возрастом оно уменьшалось. Причём этот процесс шёл активнее у свинок, уровень кормления которых был высоким. Так, существенное снижение количества глюкозы у них отмечено уже через неделю ($P \leq 0,05$), в то время как у особей II гр. оно произошло лишь через три недели ($P \leq 0,05$). Есть основание полагать, что образование сахара посредством глюконеогенеза в условиях повышенного уровня протеинового питания становится проблематичным.

1. Возрастные изменения изучаемых показателей у свинок при повышенном уровне протеинового питания

| Показатель | Возраст животных, сут. ($X \pm Sx$) | | | | Достоверность разницы между показателями у животных разного возраста | | | Среднее |
|-----------------------------|--|-----------|-----------|-----------|--|-----------|-----------|---------|
| | 115 | 122 | 136 | 145 | 115 и 122 | 122 и 136 | 136 и 145 | |
| Глюкоза, мМ/л | 4,1±0,35 | 2,7±0,38 | 2,9±0,47 | 2,2±0,14 | 2,710 | 2,931 | 5,040 | 2,975 |
| Фосфор неорганический, мМ/л | 2,4±0,20 | 2,3±0,10 | 2,5±0,16 | 2,2±0,23 | | | | |
| Кальций, мМ/л | 2,2±0,58 | 2,4±0,05 | 2,5±0,20 | 2,7±0,16 | 4,307 | | | 2,45 |
| Железо, мМ/л | 12,1±0,38 | 13,5±0,46 | 24,0±4,59 | 16,9±3,84 | | | | |
| Общий билирубин, мМ/л | 6,9±1,21 | 9,5±1,40 | 6,6±0,95 | 7,2±0,75 | | | 2,615 | 7,55 |
| Щелочная фосфатаза, ЕД/л | 418,4± | 168,5± | 179,5± | 120,6± | | | | |
| | 113,61 | 38,51 | 27,00 | 7,97 | | | | 221,75 |
| α -амилаза, ЕД/л | 299,1± | 534,1± | 808,6± | 426,2± | | | | |
| | 27,39 | 47,19 | 280,38 | 149,77 | | | | 517,0 |

2. Возрастные изменения изучаемых показателей у свинок при пониженном уровне протеинового питания

| Показатель | Возраст животных, сут. ($X \pm Sx$) | | | | Достоверность разницы между показателями у животных разного возраста | | | Среднее |
|-----------------------------|--|----------|-----------|----------|--|-----------|-----------|---------|
| | 115 | 122 | 136 | 145 | 115 и 122 | 122 и 136 | 136 и 145 | |
| Глюкоза, мМ/л | 4,1±0,35 | 3,1±0,42 | 3,1±0,26 | 2,1±0,13 | 2,653 | 2,294 | 3,436 | 3,10 |
| Фосфор неорганический, мМ/л | 2,4±0,20 | 2,6±0,18 | 2,2±0,21 | 2,0±0,20 | | | | |
| Кальций, мМ/л | 2,2±0,58 | 1,6±0,11 | 2,3±0,21 | 2,1±0,09 | | | 3,519 | 2,05 |
| Железо, мМ/л | 12,1±0,38 | 9,6±1,04 | 18,0±6,71 | 9,2±1,38 | | | | |
| Общий билирубин, мМ/л | 6,9±1,21 | 7,0±0,88 | 6,4±0,73 | 6,2±0,53 | | | 2,380 | 6,63 |
| Щелочная фосфатаза, ЕД/л | 418,4± | 116,7± | 110,1± | 145,1± | | | | |
| | 113,61 | 5,34 | 7,44 | 16,91 | | | | 197,58 |
| α -амилаза, ЕД/л | 299,1± | 397,9± | 793,5± | 745,5± | | | | |
| | 27,39 | 53,37 | 190,46 | 201,26 | | | | 559,0 |

На конец наблюдения уровень сахара в сыворотке крови свинок обеих групп оказался почти одинаковым – $2,2 \pm 0,14$ и $2,0 \pm 0,13$ мМ/л, что было существенно меньше, чем во время фоновых исследований ($P \leq 0,001$), и ниже нормы для данного вида животных. Это таит в себе опасность активизации гемолитических штаммов кишечной палочки в организме свиней [4, 5].

При сопоставлении содержания сахара в сыворотке крови с альфа-амилазной активностью оказалось, что между этими показателями не всегда имеется обратная зависимость. В связи с этим полагаем, что в регуляции уровня сахара в сыворотке крови по большей мере принимают участие гормональные факторы (инсулин, глюкагон, катехоламины, глюкокортикоиды).

У свинок I гр. содержание неорганического фосфора в сыворотке крови за время наблюдения менялось незначительно и укладывалось в рамки нормы для этого химического элемента. Что же касается уровня кальция, то он хотя и несколько повышался, но был ниже нормы, и имела необходимость во введении в рацион кормовых добавок, содержащих этот элемент.

Недельное назначение финишного рациона свинкам II гр. привело к увеличению содержания неорганического фосфора в сыворотке крови и

уменьшению количества кальция. В дальнейшем происходили разнонаправленные изменения этих элементов: уровень неорганического фосфора постепенно понижался, а кальция – повышался. В результате в конце наблюдения содержание неорганического фосфора в сыворотке крови животных было существенно ниже ($P \leq 0,05$), а кальция – выше ($P \leq 0,01$), чем через неделю после перевода свинок на проверяемый рацион.

На наш взгляд, при пониженном уровне протеинового питания происходит оптимизация функции околотитовидных, щитовидных желёз, почек и кишечника, ответственных за содержание кальция и фосфора в сыворотке крови.

Динамика содержания железа в сыворотке крови свинок обеих групп подчинялась одним и тем же закономерностям. А именно: на смену более высоким значениям показателя приходили меньшие значения. Исключение составили свинки с повышенным уровнем протеинового питания: показатели на 136-е сут. превышали таковые на 115-е сут. ($P \leq 0,02$).

Анализ динамики общего билирубина в сыворотке крови подопытных свинок показал, что пигментообразовательная функция печени зависела от состава рациона. Так, у свинок I гр. его содержание во все сроки исследования было выше, чем у сверстниц из II гр.

У свинок обеих групп содержание сахара в сыворотке крови было максимальным в 115-суточном возрасте, т.е. в конце первого этапа откорма, когда и осуществлено формирование групп с учётом последующего уровня протеинового питания. Свинки I гр. продолжали получать рационы с повышенным уровнем переваримого протеина. Свинки II гр. стали получать корма с пониженным количеством переваримого протеина.

Через неделю у животных обеих групп отмечалось снижение содержания сахара, но лишь у свинок I гр. оно оказалось существенным на первом уровне достоверности. Организм этих свинок принял меры по устранению возникшего дефицита сахара в сыворотке крови. В частности, у особей I гр. заметно возросла активность альфа-амилазы (второй уровень достоверности), переводящей поли- и дисахариды в глюкозу. Тенденция на усиление активности рассматриваемого фермента сохранилась и в 136-суточном возрасте, отчего содержание анализируемого показателя увеличилось на 0,2 мМ/л, но не достигало нижних значений нормы глюкозы в сыворотке крови свиней. При заключительном исследовании в 145-суточном возрасте содержание сахара в сыворотке крови свинок I гр. опять снизилось на 0,7 мМ/л на фоне ослабления альфа-амилазной активности. Таким образом, гипогликемия у свинок I гр. имела функциональную природу, поскольку развивалась на фоне значительного ослабления альфа-амилазной активности.

Между тем у свинок II гр. снижение содержания сахара в сыворотке крови в первую неделю произошло на 1,0 мМ/л, в 136-суточном возрасте уровень сахара в сыворотке крови остался прежним, а при заключительном исследовании снизился ещё на 1,0 мМ/л (табл. 2). Что касается альфа-амилазной активности, то она до 136-суточного возраста повышалась, к 145-суточному рубежу — несколько снизилась. Иначе говоря, организм животных II гр. сохранил возможность для компенсации гипогликемии за счёт поддержания альфа-амилазной активности сыворотки крови на более высоком уровне, вплоть до заключительного исследования. Средняя активность, приходящаяся на одно исследование, составила 559,0 ед/л против 517 ед/л у свинок с повышенным уровнем протеинового питания.

Из числа изучаемых макроэлементов наибольшей стабильностью у свинок обеих групп характеризовалось содержание неорганического фосфора в сыворотке крови. У особей I гр. колебания этого показателя происходили в пределах от $2,2 \pm 0,23$ до $2,5 \pm 0,16$ мМ/л, II гр. — $2,0 \pm 0,20$ и $2,6 \pm 0,18$ мМ/л. Минимальное количество неорганического фосфора у представителей I и II гр. отмечалось в 145-суточном возрасте, а максимальное — в 136- и 122-суточном возрасте соответственно. Разница между минимальным и максимальным значениями

в I гр. недостоверна, а во II — достоверна на первом уровне. На основании этих результатов полагаем, что при переходе на пониженный уровень протеинового питания активность околощитовидных желёз, вырабатывающих паратгормон, снижается, что ведёт к повышению уровня неорганического фосфора и снижению концентрации кальция. В ответ на это срабатывают компенсаторные механизмы, поэтому при очередном исследовании в 136-суточном возрасте изменения в содержании рассматриваемых макроэлементов идут в диаметрально противоположных направлениях, что приводит к выравниванию концентрации обоих элементов. Эта ситуация сохраняется и в 145-суточном возрасте.

При повышенном уровне протеинового питания, судя по динамике содержания неорганического фосфора и кальция в сыворотке крови свинок I гр., система, регулирующая обмен этих макроэлементов, функционировала более стабильно. Об этом свидетельствует соотношение рассматриваемых химических элементов в 122- и 136-суточном возрасте, а также активность щелочной фосфатазы во все сроки наблюдения после формирования групп. Так, средняя активность щелочной фосфатазы, приходящаяся на одно исследование, у них составила 156,3 ед/л против 123,6 ед/л — у свинок II гр. Поскольку щелочная фосфатаза катализирует деятельность остеокластов, то такие различия должны были сказаться на содержании кальция в сыворотке крови. В действительности так и получилось. У свинок I гр. среднее количество кальция, приходящееся на одно исследование, равнялось 2,53 мМ/л, в то время как у представителей II гр. — только 2,0 мМ/л. В связи с этим возникает необходимость осуществлять у последних коррекцию рациона по кальцию.

Изменения содержания микроэлемента железа в сыворотке крови свинок при повышенном уровне протеинового питания происходили в пределах от 12,1 до 24,0 мкМ/л, а у их сверстниц из II гр. — от 9,2 до 18,0 мкМ/л (при норме 9,0–31,0 мкМ/л), отсюда среднее количество рассматриваемого элемента, приходящееся на одно исследование, составило соответственно 18,1 и 12,3 мкМ/л. Это вполне удовлетворяло суточную потребность организма в железе, необходимом для синтеза дыхательного пигмента — гемоглобина.

В процессе распада эритроцитов гемоглобин трансформируется в биливердин, а потом — в непрямой билирубин. Последний в печени, соединяясь с глюкуроновой кислотой, превращается в прямой билирубин, который выделяется с жёлчью. Следовательно, содержание общего билирубина в сыворотке крови свидетельствует о функциональном состоянии печени и жёлчевыводящих путей. В нашем случае у свинок II гр. лимит содержания общего билирубина составил 6,2–7,0 мкМ/л, т.е. у них не было проблем с деятельностью печени.

Этого нельзя сказать о функции печени у свинок I гр. В частности, через неделю после формирования подопытных групп содержание общего билирубина у них возросло по сравнению с предыдущим исследованием почти в 1,4 раза. Причиной мог стать гепатоз [6]. Перерождённые клетки печени были не в состоянии переводить весь доставляемый к ним непрямой билирубин в прямой, отчего его содержание в сыворотке крови возросло. В дальнейшем сработали компенсаторные механизмы, которые способствовали восстановлению количества билирубина. И всё же среднее количество общего билирубина, приходящееся на одно исследование, у них составило 7,55 мкМ/л, а у сверстниц II гр. — 6,63 мкМ/л.

Выводы. 1. Сохранение в рационах на заключительном этапе откорма свинок повышенного уровня переваримого протеина вызывает уменьшение содержания глюкозы и повышение концентрации кальция, общего билирубина и железа в сыворотке крови. Почти неизменным остаётся содержание неорганического фосфора в сыворотке крови.

2. Перевод свинок на заключительном этапе откорма на рационы с пониженным количеством

переваримого протеина приводит к уменьшению содержания кальция и железа в сыворотке крови, умеренной гипогликемии. Относительно стабильным остаётся содержание общего билирубина и неорганического фосфора в сыворотке крови.

3. И при повышенном, и при пониженном уровне переваримого протеина в рационе происходят однотипные изменения активности щелочной фосфатазы и альфа-амилазы, а именно: первая из них ослабляется, а вторая — усиливается.

Литература

1. Король В.Ф., Резниченко Л.В., Коваленко Д.О. Новые гепатопротекторы в рационах животных // Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения: матер. 14-й междунар. науч.-практич. конф. Белгород, 2010. С. 73.
2. Сечин В.А., Ляпин О.А., Семёнова С.Н. Биоконверсия протеина и энергии кормов // Свиноводство. 2010. № 3. С. 40–42.
3. Карнаузов Ю.А., Токарев И.Н., Тагиров Х.Х. и др. Использование биологически активных и белковых добавок в кормлении свиней: монография. М., 2008. 227 с.
4. Сидоркин В.А., Гавриш В.Г., Егунова А.В. и др. Болезни свиней. М.: ООО «Аквариум Принт», 2007. 544 с.
5. Кислинская Л.Г., Мешков В.М., Жуков А.П. Биохимические показатели сыворотки крови помесных свиней в возрасте 2–6 месяцев. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 3 (47). С. 92–94.
6. Кузнецов Н., Елизарова Т., Впалогозов А. Распространение, проявление и лечение гепатозов у свиней // Свиноводство. 2002. № 2. С. 24–45.