

---

---

РЕГУЛЯЦИЯ МЕТАБОЛИЗМА И ПРОДУКТИВНОСТИ

УДК 636.2:577.175.2:612.34

**ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ИНСУЛЯРНОГО АППАРАТА  
ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У БЫЧКОВ  
В СВЯЗИ С ФАКТОРАМИ ПИТАНИЯ**

Матвеев В.А.

*Институт физиологии, биохимии и питания с.-х. животных РАСХН, Боровск, Россия*

В настоящее время накоплена довольно значительная информация о роли эндокринной системы в регуляции обмена веществ у продуктивных животных. Установлено, что в регуляции роста и продуктивности животных участвует ряд гормонов: соматотропин (гормон роста, СТГ), инсулин, тироксин (Т<sub>4</sub>), трийодтиронин (Т<sub>3</sub>), кортизол, тестостерон, эстрадиол, гормональные факторы роста (нервный, эпителиальный, фибробластический), соматомедины (СМ) и др. (Dauzier, 1980; Wiedemann, 1981). На основании результатов научных исследований созданы высокоэффективные гормональные препараты для стимуляции продуктивности сельскохозяйственных животных. Однако, учитывая возможное отрицательное влияние их на организм человека при поступлении этих препаратов или их метаболитов с продуктами питания, в настоящее время во многих странах Европы и Америки запрещено их использование в животноводстве в целях стимуляции продуктивности. Акцент научных исследований сместился в сторону поиска альтернативных решений при разработке способов управления процессами биосинтеза в организме продуктивных животных.

Результаты наших исследований (Матвеев, 2001) и данные литературы (Степанов, Дмитриев, Голубев, 1977) свидетельствуют, что в обычных физиологических ситуациях потенциальные возможности эндокринных желез синтезировать и выделять гормоны у животных реализуются не в полной мере. Следовательно, изучив механизмы активирования или ингибирования функциональной активности эндокринных желез, можно разрабатывать экологически безопасные способы регуляции обмена веществ и продуктивности. Поэтому одним из приоритетных направлений наших исследований является изучение влияния факторов питания на функциональную активность эндокринных желез у крупного рогатого скота в целях разработки способов повышения продуктивности животных, качества продукции и снижения затрат кормов на единицу продукции.

Установлено, что инсулин участвует в регуляции метаболизма углеводов, липидов и белков, стимулирует аппетит и играет ключевую роль в контроле роста животных (Weekes, 1986, Basset, 1978, Шамберев, 1997). На уровне инсулина происходит постоянное взаимодействие механизмов оперативного гомеостатического контроля с системой гомеоретического управления обменом веществ, которая регулирует распределение метаболитов для обеспечения основных физиологических функций в организме животных на протяжении длительных периодов времени. Логично полагать, что регуляция синтеза и инкреции инсулина бета-клетками инсулярного аппарата поджелудочной железы, в свою очередь, может зависеть от длительно действующих факторов питания.

Показано, что после кормления у жвачных животных, как и у моногастричных, увеличивается содержание инсулина в плазме крови. Установлена зависимость концентрации инсулина в плазме крови от уровня кормления у жвачных животных (Bassett, 1974; Trenkle, 1978). Однако, механизм, обеспечивающий регу-

лящую секреции инсулина, не ясен. В научном мире продолжается дискуссия по поводу возможного участия тех или иных метаболитов (глюкоза, летучие жирные кислоты, аминокислоты) в регуляции секреции инсулина.

В связи с этим, в целях изучения физиологических механизмов регуляции функции инсулярного аппарата поджелудочной железы у жвачных животных, мы провели исследования по изучению влияния алиментарных факторов на концентрацию инсулина в крови молодняка крупного рогатого скота.

Опыты проводили и на растущем (8-12 мес), и на откармливаемом (12-16 мес) молодняке крупного рогатого скота черно-пестрой и холмогорской пород при изменении условий питания (уровень кормления, качество протеина и крахмала корма, кратность кормления). Исследования выполнены методом групп. Содержание животных привязное, кормление индивидуальное по детализированным нормам (Нормы и рационы ..., 2003). В большинстве опытов рационы для бычков состояли из злакового сена, силоса разнотравного и комбикорма в количестве от 40 до 55 % по обменной энергии.

В процессе выполнения экспериментов исследовали функциональное состояние эндокринной системы и параметры обмена веществ. Для этого в плазме или сыворотке крови определяли базальную (до утреннего кормления) концентрацию гормонов и их содержание через 1 и 3 часа после приема корма. Концентрацию инсулина, глюкагона, кортизола, тироксина и трийодтиронина определяли радиоиммунологическим или иммуноферментным методами с использованием готовых коммерческих наборов. Для анализа белкового видоспецифичного гормона соматотропина в плазме крови крупного рогатого скота использовали собственную систему радиоиммунологического анализа (Радченков, Матвеев, 1997). Уровень глюкозы в крови определяли глюкозооксидазным методом (Материкин, Матвеев и др., 1997). Математическую обработку полученных данных проводили с использованием корреляционного и регрессионного анализа. Достоверность различий групповых средних оценивали по t-критерию (Лакин, 1980).

В этих экспериментах мы установили, что при любом изменении уровня энергетического и протеинового питания в большей степени изменяется в крови концентрация инсулина и соматотропина и в меньшей – содержание глюкагона, тироксина, трийодтиронина и кортизола. Реакция эндокринной системы у бычков на прием корма всегда проявляется в увеличении в плазме крови концентрации инсулина и снижении содержания соматотропина (рис. 1). В результате этого в первые часы после приема корма существенно снижается соотношение между этими гормонами. В дальнейшем оно постепенно повышается и приближается к исходному уровню через 4 часа после приема корма.

Мы полагаем, что именно соотношение концентраций этих гормонов в крови определяет результат их взаимодействия с рецепторами в клетках органов и тканей и, в конечном итоге, обеспечивает регуляцию использования субстратов, поступающих в метаболический пул после приема корма, на те или иные функции у жвачных животных. С повышением уровня кормления в плазме крови у бычков увеличивается базальная (до приема корма) концентрация соматотропина и инсулина и усиливается реакция инсулярного аппарата на прием корма, что сопровождается более значительным увеличением концентрации инсулина в плазме крови (рис. 2). Через 1 час после кормления содержание инсулина в плазме крови бычков в наших опытах положительно коррелировало с количеством потребленной бычками обменной энергии ( $r = +0,63$ ;  $P = 0,05$ ), сухого вещества ( $r = +0,60$ ;  $P < 0,1$ ), сырого протеина ( $r = +0,79$ ;  $P < 0,01$ ) и легкоферментируемых углеводов ( $r = +0,73$ ;  $P < 0,02$ ) (рис. 3). Из приведенных данных следует, что повышение уровня кормления в целом или увеличение отдельных составляющих рациона – количества энергии или сырого протеина, обеспечивает повышение функциональной активности поджелудочной железы.

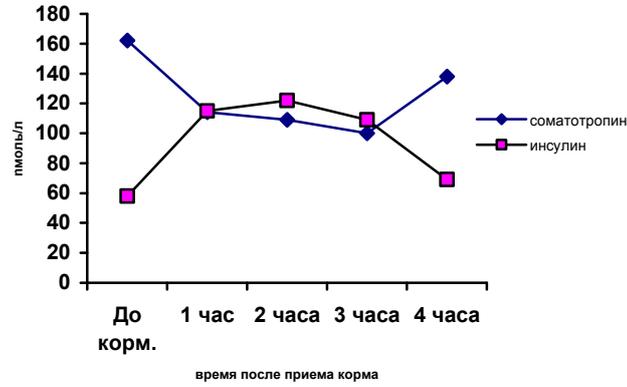


Рис. 1. Концентрация соматотропина и инсулина в плазме крови у 12-месячных бычков, пмоль/л, (n=10)

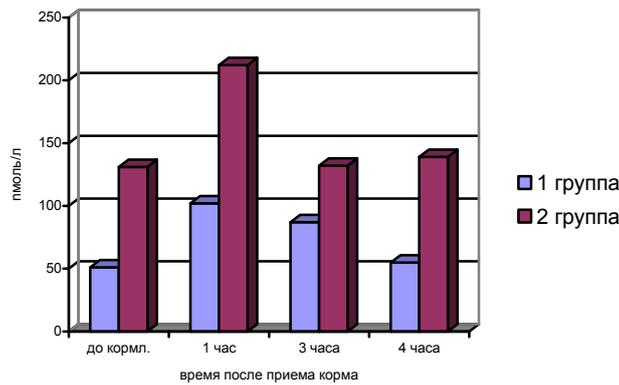


Рис. 2. Концентрация инсулина в плазме крови у 12-месячных бычков при разном уровне кормления (1-ая группа – 0,86 МДж обменной энергии на кг метаболической массы тела, а 2-ая группа – 1,06 МДж)

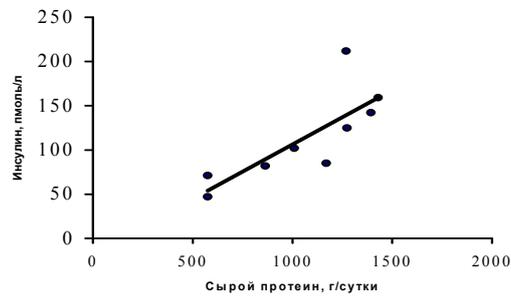


Рис. 3. Зависимость концентрации инсулина (пмоль/л) в плазме крови у 12-мес бычков через 1 час после приема корма от количества потребленного сырого протеина, г/сутки, (n=8).

Количество и соотношение отдельных субстратов в составе обменной энергии может существенно варьировать в зависимости от состава рациона. Поэтому для дальнейшего выяснения механизмов регуляции синтеза и инкреции инсулина у жвачных животных необходимо иметь информацию о влиянии на уровень инсулина в крови кормов с разной биологической характеристикой. В частности, разная степень распадаемости протеина и крахмала корма в рубце может изменять уровень и соотношение всасываемых субстратов и тем самым влиять на эффективность использования питательных веществ корма. В связи с этим необходимо было изучить, как влияют эти факторы питания на активность инсулярного аппарата. Поэтому на следующем этапе мы изучали функциональное состояние инсулярного аппарата поджелудочной железы у бычков при скармливании в составе рационов кормов с разной распадаемостью в рубце протеина или крахмала.

Исследования проведены на 10 бычках холмогорской породы в период интенсивного доращивания и откорма. По принципу парных аналогов бычки были распределены на две группы, по 5 голов в каждой. Рацион был изокалорийный и изопротеиновый для всех животных в соответствии с детализированными нормами (Нормы и рационы ..., 2003). В его состав входили: сено злаковое, силос злаковый и комбикорм в пределах 50-55% от обменной энергии рациона.

В первом опыте в состав комбикорма для бычков опытной группы был включен кукурузный глютен взамен подсолнечного шрота, в результате чего распадаемость протеина в рационе бычков контрольной группы составила 72%, а в опытной - 56 %. Можно было полагать, что у животных опытной группы, в результате снижения распадаемости в рубце протеина и при достаточной обеспеченности микрофлоры рубца энергией и распадаемым протеином, суммарное поступление в дуоденум нераспавшегося протеина корма и белка микроорганизмов будет больше и, соответственно, в метаболический пул организма поступит больше аминокислот.

В течение всего периода скармливания разного по степени распадаемости, но одинакового по количеству сырого протеина, не установлено различий между группами бычков по концентрации в крови инсулина (табл. 1) и глюкозы (табл. 2).

*Таблица 1. Концентрация инсулина в сыворотке крови у бычков при применении комбикормов с разной распадаемостью протеина, мкед/мл*

| Группы   | Время после приема корма, часы |            |            |
|--|--------------------------------|------------|------------|
|  | 0                              | 1          | 3          |
| 2 месяца дифференцированного кормления<br>(возраст 14-мес., масса тела 320 кг) |                                |            |            |
| Контрольная  | 12,04±2,34                     | 19,20±0,49 | 13,68±1,02 |
| Опытная  | 12,06±0,53                     | 19,70±1,02 | 14,05±1,06 |
| % к контролю   | 100,2                          | 102,6      | 102,7      |
| 3 месяца дифференцированного кормления<br>(возраст 15-мес., масса тела 360 кг) |                                |            |            |
| Контрольная  | 13,5±2,03                      | 24,8±2,85  | 15,8±2,18  |
| Опытная  | 13,5±1,61                      | 24,4±2,71  | 18,2±2,27  |
| % к контролю   | 100,0                          | 98,4       | 115,2      |

У всех бычков наблюдалась типичная реакция инсулярного аппарата на прием корма – подъем концентрации инсулина в плазме крови через 1 час после приема корма с последующим возвращением к базальному уровню (табл. 1). Существенная реакция инсулярного аппарата на прием корма свидетельствует о достаточно высоком уровне их кормления, что согласуется с данными балансовых опытов. В 14-месячном возрасте бычки с массой тела 320 кг потребляли за сутки в среднем на голову 1250 г сырого протеина и 159 МДж обменной энергии, что обеспечило вы-

сокую интенсивность их роста. Среднесуточный прирост массы тела составил 1379 г в контрольной и 1469 г в опытной группах.

**Таблица 2. Концентрация глюкозы в крови у бычков при применении комбикормов с разной распадаемостью протеина, мг%**

| Группы   | Время после приема корма, часы |           |           |
|--|--------------------------------|-----------|-----------|
|  | 0                              | 1         | 3         |
| 2 месяца дифференцированного кормления<br>(возраст 14-мес., масса тела 320 кг) |                                |           |           |
| Контрольная  | 66,3±1,68                      | 59,0±1,38 | 63,5±0,63 |
| Опытная  | 65,1±5,89                      | 60,1±1,97 | 65,3±1,46 |
| % к контролю   | 97,1                           | 101,9     | 102,8     |
| 3 месяца дифференцированного кормления<br>(возраст 15-мес., масса тела 360 кг) |                                |           |           |
| Контрольная  | 63,2±3,89                      | 59,4±0,77 | 68,9±1,31 |
| Опытная  | 63,9±3,16                      | 60,1±1,92 | 65,8±1,76 |
| % к контролю   | 101,1                          | 101,2     | 95,5      |

Отсутствие различий между группами бычков по концентрации инсулина через 1 час после приема корма указывает на то, что при данном уровне кормления степень распадаемости протеина корма не играет существенной роли в повышении функциональной активности инсулярного аппарата. По нашим данным (Матвеев, 2001), в течение первых двух часов после приема корма концентрация свободных аминокислот в крови практически не изменялась и не коррелировала с содержанием инсулина. По данным лаборатории белково-аминокислотного питания (отчет института, 2001) через 3 часа после приема корма происходит усиление потока аминокислот из кишечника в кровь у животных обеих групп, а при использовании кормов с пониженной распадаемостью протеина концентрация незаменимых аминокислот в плазме крови животных опытной группы в возрасте 14 и 15 месяцев была выше контроля на 7,5 и 7,6 %. Следовательно, скармливание бычкам кормов с более низкой распадаемостью протеина в рубце увеличивает обеспеченность аминокислотами и способствует повышению эффективности использования питательных веществ корма на прирост. При одинаковом содержании в рационе бычков энергии и сырого протеина у животных опытной группы по сравнению с контролем был выше на 10,7% среднесуточный прирост, на 4,4% ретенция азота и на 7-8% эффективность синтеза мышечного белка (синтез/отложение). Однако, повышенный уровень поступления аминокислот в данной ситуации не является индуктором активности инсулярного аппарата у бычков в первые часы после приема корма.

Во втором опыте комбикорм для животных 2-й группы (опытной) по сравнению с 1-й группой (контрольной) включал ингредиенты с более низкой распадаемостью в рубце крахмала за счет ввода в его состав 30% кукурузы и снижения доли ячменя с 48,25% до 20,0%. Рационы были изопроотеиновыми и изокалорийными. Распадаемость крахмала в рационе бычков контрольной группы составила 93%, а в опытной – 85%.

Результаты исследований показали, что при применении кормов с пониженной распадаемостью крахмала наблюдалась тенденция к увеличению концентрации глюкозы в крови животных опытной группы как до кормления, так и после него (табл. 3). Следовательно, была решена методическая задача – возможность исследования процессов обмена веществ у бычков на фоне увеличения обеспеченности метаболизма глюкозой.

Таблица 3. Концентрация глюкозы в крови у бычков при скармливании рационов с разной распадаемостью крахмала, мг%

| Группы  | Время после приема корма, часы |            |            |
|---|--------------------------------|------------|------------|
|   | 0                              | 1          | 3          |
| 2 месяца дифференцированного кормления<br>(возраст 12 мес., масса тела 260 кг)  |                                |            |            |
| Контрольная   | 74,06±2,90                     | 69,46±2,19 | 75,81±2,24 |
| Опытная   | 78,91±3,12                     | 77,37±4,73 | 83,11±3,11 |
| % к контролю  | 106,5                          | 111,4      | 109,4      |
| 3 месяца дифференцированного кормления<br>(возраст 13 мес., масса тела 300 кг)  |                                |            |            |
| Контрольная   | 61,19±1,32                     | 66,03±2,51 | 66,67±1,88 |
| Опытная   | 67,58±2,28                     | 67,64±1,98 | 66,14±1,99 |
| % к контролю  | 110,4*                         | 102,4      | 99,2       |
| 5 месяцев дифференцированного кормления<br>(возраст 15 мес., масса тела 350 кг) |                                |            |            |
| Контрольная   | 63,82±2,09                     | 62,72±1,40 | 64,13±2,28 |
| Опытная   | 65,90±2,73                     | 67,79±3,15 | 70,02±3,31 |
| % к контролю  | 103,3                          | 108,1      | 109,2      |

Примечание: Здесь и далее \* P < 0,05; \*\* P < 0.01; \*\*\* P < 0,005 при сравнении с контролем.

Оптимизация углеводного питания бычков за счет применения комбикорма с пониженной распадаемостью крахмала обеспечила повышение у них функциональной активности инсулярного аппарата поджелудочной железы. Это подтверждается увеличением в сыворотке крови животных опытной группы, по сравнению с контролем, базального уровня инсулина и его концентрации через 1 и 3 часа после приема корма на протяжении всего опыта (табл. 4). В тоже время зависимости между динамикой концентрации глюкозы и инсулина в крови бычков после приема корма не обнаружено. Через 1 час после кормления концентрация инсулина увеличивалась, а содержание глюкозы существенно не изменялось.

Таблица 4. Концентрация инсулина в сыворотке крови у бычков на рационах с разной распадаемостью крахмала, мкед/мл

| Группы  | Время после кормления, часы |            |            |
|---|-----------------------------|------------|------------|
|   | 0                           | 1          | 3          |
| 2 месяца дифференцированного кормления<br>(возраст 12 мес., масса тела 260 кг)  |                             |            |            |
| Контрольная   | 9,10±2,47                   | 8,24±0,95  | 8,58±0,73  |
| Опытная   | 10,23±1,41                  | 11,23±1,26 | 16,38±1,16 |
| % к контролю  | 112,4                       | 136,4      | 190,8 ***  |
| 3 месяца дифференцированного кормления<br>(возраст 13 мес., масса тела 300 кг)  |                             |            |            |
| Контрольная   | 9,08±0,80                   | 10,89±1,88 | 10,35±1,34 |
| Опытная   | 12,36±1,70                  | 15,75±1,55 | 13,29±0,84 |
| % к контролю  | 136,1                       | 144,5      | 128,4      |
| 5 месяцев дифференцированного кормления<br>(возраст 15 мес., масса тела 350 кг) |                             |            |            |
| Контрольная   | 8,49±1,29                   | 9,66±0,70  | 9,20±1,40  |
| Опытная   | 14,79±3,46                  | 16,04±2,81 | 14,93±2,35 |
| % к контролю  | 174,1                       | 166,1      | 162,3      |

Следовательно, в данных физиологических условиях индукция активности инсулярного аппарата после приема корма была связана не с увеличением уровня глюкозы в крови животных, а, по-видимому, с другими регуляторными факторами, например, гормонами желудочно-кишечного тракта.

Активизация инсулярного аппарата у бычков опытной группы явилась одним из регуляторных факторов, обеспечивших усиленное поступление субстратов в клетки мышечной и жировой ткани и, тем самым, увеличение интенсивности в них процессов биосинтеза белков и липидов. Это подтверждают данные о повышении у животных опытной группы, по сравнению с контрольной, среднесуточного прироста массы тела на 4,0%, эффективности использования обменной энергии на прирост на 17,6%, массы мякоти в туше на 2,6%, отношения мякоти к костям на 9,9%.

Количество и соотношение метаболитов, поступающих из желудочно-кишечного тракта в метаболический пул, может оказать влияние как на функциональную активность инсулярного аппарата поджелудочной железы, так и на количество и активность рецепторов к инсулину в клетках-мишенях. Однако увеличение всасывания субстратов после переваривания питательных веществ корма происходит по времени значительно позднее, чем увеличение уровня инсулина и, следовательно, изменение их уровня в метаболическом пуле не может оказать влияния на функциональную активность инсулярного аппарата сразу после приема корма.

Результаты исследований показали, что из исследованных факторов питания наиболее существенное влияние на функциональную активность инсулярного аппарата поджелудочной железы у бычков оказывает уровень энергетического и протеинового питания. При снижении или увеличении уровня питания происходит адаптация регуляторных систем (нервной и эндокринной) и процессов метаболизма к разной обеспеченности организма энергетическими и пластическими субстратами. Поэтому в целях дальнейшего изучения роли факторов питания в регуляции функциональной активности эндокринных желез провели эксперименты на 10 бычках холмогорской породы в период дорастивания и откорма при разной кратности кормления. Рацион был одинаковым по составу и питательности для всех животных. В его состав входили: сено злаковое, силос злаковый, патока древесная и комбикорм в пределах 50-55% обменной энергии рациона. Животным 1-й группы корм скармливали 2 раза в день в 8, 13 и 18 часов, а бычкам 2-й группы – 2 раза в день в 8 и 18 часов. Продолжительность опыта два месяца. В течение суток животные потребляли практически равное количество корма.

В опыте установили, что при 2-разовом кормлении, по сравнению с 3-разовым, у бычков была существенно выше реакция инсулярного аппарата поджелудочной железы на прием корма. В результате этого у них через 1 и 3 часа после кормления концентрация инсулина в сыворотке крови (табл. 5) была достоверно выше, что, по-видимому, связано с увеличением разовой порции потребляемого комбикорма, так как сено и силос постоянно в течение дня находились в кормушках у животных обеих групп.

*Таблица 5. Концентрация инсулина в сыворотке крови у 12-месячных бычков с живой массой 275 кг при разной кратности кормления, мкед/мл*

| Группы       | Показатели | Время после приема корма, часы |            |            |
|--------------|------------|--------------------------------|------------|------------|
|              |            | 0                              | 1          | 3          |
| 3-раз. корм. | M ± m      | 5,01±0,52                      | 8,62±1,54  | 6,73±1,48  |
| 2-раз. корм. | M ± m      | 6,37±0,19                      | 13,27±0,83 | 12,10±0,54 |
| % к контролю |            | 127,1                          | 154,2 *    | 179,7 **   |

Следовательно, несмотря на равное потребление животными обеих групп в течение суток обменной энергии и сырого протеина, у бычков при 2-разовом кормлении после приема корма в рубец поступало больше питательных веществ. Соответственно у них была выше реакция инсулярного аппарата на прием корма.

В течение первого часа после приема корма поступление метаболитов в кровь возрастало не существенно, о чем косвенно свидетельствуют показатели концентрации глюкозы в крови (табл. 6). Кратность кормления также не оказала существенного влияния на ее концентрацию. Эти результаты подтвердили выше приведенные данные о том, что у жвачных животных глюкоза не является основным индуктором инкреции инсулина после приема корма. На основании полученных данных можно предположить, что в желудочно-кишечном тракте жвачных животных имеются механизмы передачи (гуморальным или другим путем) информации о поступающих субстратах в бета-клетки поджелудочной железы.

Таблица 6. Концентрация глюкозы в крови у 12-месячных бычков с живой массой 275 кг при разной кратности кормления, мг%

| Группы              | Показатели | Время после приема корма, часы |            |            |
|---------------------|------------|--------------------------------|------------|------------|
|                     |            | 0                              | 1          | 3          |
| 3-разовое кормление | M ± m      | 62,32±1,08                     | 57,41±2,13 | 60,51±1,78 |
| 2-разовое кормление | M ± m      | 63,69±1,44                     | 56,25±1,87 | 61,55±2,49 |
| % к контролю        |            | 102,2%                         | 98,0%      | 101,7%     |

Благодаря более высокой концентрации в крови инсулина, который стимулирует анаболические процессы, у бычков при 2-разовом кормлении было выше потребление азота корма на 7,8% ( $P < 0,01$ ), его переваривание на 8,5%, ретенция азота на 17,8%, эффективность его использования как от принятого – на 29,3%, так и от переваренного – на 19,9%. За два месяца дифференцированного кормления среднесуточный прирост живой массы составил при 3-разовом кормлении 1216±32 г, а при 2-разовом кормлении – 1308±24 г, что на 7,6 % больше ( $P = 0,05$ ).

У человека и моногастричных животных после приема пищи происходит увеличение концентрации инсулина в крови на фоне повышения уровня глюкозы. У жвачных животных концентрация инсулина после приема корма также существенно увеличивается, но уровень глюкозы в крови при этом практически не изменяется, что связано с особенностями ферментации углеводов корма в рубце. Поэтому жвачные животные являются уникальной моделью для изучения механизмов регуляции активности инсулярного аппарата пищевыми факторами.

Представленные результаты наших исследований позволили сформулировать следующие положения. Величину ответа инсулярного аппарата на прием корма у бычков определяет, в первую очередь, количество энергии или протеина, а не количество сухого вещества, которое потребили животные за короткий период времени после раздачи корма. Наряду с количеством потребленной энергии, определенное влияние на активность инсулярного аппарата оказывает степень распадаемости в рубце крахмала, но не протеина. Механизм этого влияния не ясен. Возможно, что более высокая реакция инсулярного аппарата на прием корма у бычков при скормливании им кукурузы вместо ячменя связана не только с крахмалом, но и с другими веществами, присутствующими в зерне кукурузы. Поэтому необходимы дальнейшие исследования в этом направлении.

Увеличение концентрации инсулина в крови после приема корма наблюдается не только у растущего и откармливаемого молодняка крупного рогатого скота, но и у коров на разных стадиях лактации, а интенсивность реакции инсулярного аппарата на прием корма зависит от физиологического состояния (возраст, стадия

лактации и т.д.) и факторов питания (Матвеев, 2001). Можно полагать, что для более полной реализации продуктивного потенциала у жвачных животных необходимо при оптимизации питания прогнозировать влияние состава рациона на индукцию активности инсулярного аппарата после приема корма. Поэтому дальнейшее исследование механизмов регуляции функции инсулярного аппарата поджелудочной железы пищевыми факторами является актуальным и имеет научное и практическое значение.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Dauzier L. Growth as affected by general hormonal factors and hormonal balances, and the limitations of such studies. *Reprod. Nutr. Develop.*, 1980, 20 (1B): 349-375.
2. Wiedemann F. Adrenal and gonadal steroids. *Endocrine control of growth*. N.Y., 1981: 67-119.
3. Матвеев В.А. Особенности функционального состояния эндокринных желез у крупного рогатого скота в связи с возрастом и продуктивностью. Автореф. дисс...д.б.н. Дубровицы, 2001, 47 с.
4. Степанов Г.С., Дмитриев В.Б., Голубев А.К. О перспективности использования эндокринных показателей для селекционно-генетических исследований. *Гормоны в животноводстве*. М.: Колос, 1977: 90-98.
5. Шамберев Ю.Н. Научные и практические аспекты субстратной активации желез внутренней секреции животных. *Материалы II Межд. конференции «Актуальные проблемы биологии в животноводстве»*. Боровск, 1995: 190-200.
6. Basset J.M. Endocrine factors in the control of nutrient utilization: ruminants. *Proc. Nutr. Soc.*, 1978, 37, 3: 273-280.
7. Weekes T.E.C. Insulin and growth. In: *Control and Manipulation of Animal Growth*. (eds. P.J. Buttery, D.B. Lindsay, N.B. Haynes). London: Butterworths, 1986: 187-206.
8. Bassett J.M. Diurnal patterns of plasma insulin, growth hormone, corticosteroids and metabolite concentrations in fed and fasted sheep. *Aust. J. Biol. Sci.*, 1974, 27: 167-181.
9. Trenkle A. Relation of hormonal variations to nutritional studies and metabolism of ruminants. *J. Dairy Sci.*, 1978, 61: 281-293.
10. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: Справочное пособие. 3-е издание переработанное и дополненное. Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. Москва, 2003, 456 с.
11. Радченков В.П., Матвеев В.А. Методы анализа гормонов крови. В кн: *Методы биохимического анализа (справочное пособие)*. Боровск, 1997: 165-200.
12. Материкин А.М., Матвеев В.А., Галочкина В.П., Мартынова А.С., Семин Н.Н. Методы анализа метаболитов и активности ферментов углеводного обмена. *Методы биохимического анализа (справочное пособие)*. Боровск, 1997: 231-253.
13. Лакин Г.Ф. Биометрия: Учеб. пособие для биол. спец. вузов. М.: Высш. Школа, 1980, 293 с.

#### **The effects of nutritional factors on functional state of pancreatic insulin apparatus in bulls**

V.A. Matveev

*Institute of Physiology, Biochemistry and Nutrition of Farm Animals,  
Russian Agricultural Academy*

In the trials performed on growing and fattening bulls in various nutritional states (level of nutrition, frequency of feeding, intakes of low degradable protein and starch) the reciprocal relationship was revealed in dynamics of insulin (INS) and somatotropin (STH) in blood plasma during first 1-3 hour after feeding: concentration of INS was usually increased and STH decreased with return to basal level at 4 hr after feeding. The

basal (pre- feeding) levels of INS and STH and concentration of INS after feeding were positively correlated with level of nutrition. On rations based on low degradable starch ingredients levels INS in all probes of blood (pre- and post feeding) were elevated compared to control, whereas the glucose concentration was not significantly changed. The daily gain in experimental group was increased by 4,0% , meat:bone ratio by 9.9% and ratio ME intake:gain decreased by 17,6%. The increased absorption of substrates in gastrointestinal tract seems not to be the main factor stimulating early phase of INS increment, since level of INS in blood was elevated already at 1 hr post feeding. The data obtained suggest that early phase of INS increment was mediated, possibly, by hormonal factors secreting in gastrointestinal tract and acting directly on pancreatic insulin apparatus.

*Key words: bulls, growth and fattening, insulin, somatotropin, starch degradability, glucose*

*Prob. Prod. Anim. Biol., 2007, 1: 62-71*