Тимофеев Н.П. Растительный белок и регуляция его уровня в кормопроизводстве [Электронный ресурс]. URL: http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/6494.html (дата публикации: 03.11.2003)

РАСТИТЕЛЬНЫЙ БЕЛОК И РЕГУЛЯЦИЯ ЕГО УРОВНЯ В КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ

© Н.П.Тимофеев

КХ “БИО”; Коряжма, Россия

Контакт с автором: sciens@leuzea.ru

РЕФЕРАТ

Качественная ограниченность растений традиционного кормопроизводства по содержанию белковых веществ вызывает необходимость совершенствования видового их разнообразия. Внедряемые в производство новые культуры должны обладать повышенной способностью эффективно использовать биоклиматические ресурсы в географической зоне возделывания. Важным элементом интенсификации современного животноводства является использование растительных стимуляторов синтеза белка, представленных интродуцированными в северных регионах России экдистероид содержащими видами из родов *Rhaponticum* и *Serratula.*

Теоретические предпосылки значительного повышения уровня протеина в надземной биомассе базируются на увеличении ее облиственности. Генеративные побеги у ботанических видов с длительным онтогенезом формируются не каждый год, поэтому биомасса у них имеет высокий процент облиственности. Например, розеточное растение рапонтикум сафлоровидный в структуре урожая содержит от 68-80 % до 84-95 % листовой фракции, тогда как злаковые, бобовые и амарант – в среднем 30-46 %. Доля листьев в структуре биомассы у крестоцветных культур зависит от времени их вегетации (весной 40-50, летом 30-35, осенью 70-80 %).

Значительная роль в удлинении сроков использования зеленого конвейера принадлежит холодостойким культурам. Вегетация в условиях низких стрессовых температур, сочетающийся с длинным фотопериодом, обогащенностью спектра освещения красноволновыми лучами, повышенной концентрацией углекислоты в почвенном растворе позволяет довести содержание протеина в биомассе раноотрастающих культур до 28.3-34.0 %. В зеленой массе летних культур этот показатель не превышает 21-25 %. Поздней осенью концентрация протеина в зеленой массе вновь повышается. У редьки масличной и горчицей белой она в два раза выше, чем в летних посевах, и достигает 34.2-34.5 %.

Существует высокая степень корреляции между среднегодовым уровнем белка в рационе и продуктивностью животных. Анализ хозяйственных показателей обычного рядового хозяйства, проведенный при внедрении новых культур в массовое производство, позволил выявить, что с увеличением концентрации белка в рационе с 11-12 до 15-16 % удой на фуражную корову автоматически возрос с 2238 до 4250 л молока, а среднесуточные приросты – с 551 до 718 г. Одновременно использование высокобелковых зеленых растений вместо концкормов позволил более эффективно трансформировать энергию и протеин кормового рациона на синтез пищевого белка – убойный выход мяса-говядины повысился при этом с 46.5 до 51.7 %. Также максимально был реализован потенциал репродуктивных качеств животных – выход молодняка на каждые 100 коров достиг 100-102 единиц против 76.3.

Рис. 1. Система нетрадиционного кормопроизводства – составная часть современного интенсивного животноводства

СОДЕРЖАНИЕ

- **I. Введение**
- **II. Качественная ограниченность традиционных растений**
  - **A. Реализация потенциала животных**
  - **B. Причины низкого содержания белка**
- **III. Теоретические предпосылки увеличения концентрации протеина в фитомассе**
  - **A. Генетический потенциал**
  - **B. Влияние условий внешней среды**
    - ***Температура***
    - ***Освещенность***
    - ***Спектральный состав света***
    - ***Углекислый газ***
- **IV. Принципы практической регуляции уровня протеина в кормопроизводстве**
  - **A. Климатические особенности европейского Севера**
  - **B. Ассортимент возделываемых культур**
    - ***типа фотосинтеза***
    - ***Крестоцветные культуры***
    - ***Бобовые культуры***
    - ***Другие нетрадиционные растения***
    - ***Стимуляторы синтеза белка***
  - **C. Особенности технологии зеленого конвейера**
- **V. Результаты внедрения новых культур в животноводство**
  - **A. Питательная ценность нетрадиционных растений**
  - **B. Корреляция с показателями продуктивности животных**
- **Литература**

I. ВВЕДЕНИЕ

Белки – важнейший компонент пищевых продуктов, из всего многообразия которых наиболее значимы протеины или по другому – простые белки. (В дальнейшем тексте статьи термины “белок” и “протеин” использованы в качестве синонимов, хотя следует учесть, что первое понятие значительно шире, чем второе).

Синтезированный и аккумулированный растениями протеин трансформируется животными в белки мяса, молока, яиц или же используется человеком напрямую через хлеб, крупы, овощи и т.д. Функционирование живых организмов невозможно также без потребления энергии, первично синтезируемой растениями в виде углеводов, наиболее важными из которых являются легкорастворимые (сахара) и расщепляемые формы (крахмал, инулин). Углеводы – связывающее звено между высокобелковым кормом и эффективностью их использования.

Животные и растительные белки усваиваются организмом человека неодинаково. Наиболее подходящим является животный белок, коэффициент использования его доходит до 93-96 %, а из хлеба, картофеля, овощей и бобовых, как правило, составляет лишь 62-70 % (Скурихин и Нечаев, 1991). Чем более высококачественный протеин растений идет на корм животных, тем выше биологическая полноценность мяса. К примеру, мясо свиней, в рационе которых 14-17 % сырого протеина, усваивается человеком на 90 %, а усвояемость говядины и телятины, при 9-12 % сырого протеина в рационе, составляет 75 и 80 % соответственно (Беленький, 1988). Недостаток протеина в рационе и несбалансированность его незаменимыми аминокислотами отрицательно влияет на отложение мяса в туше и полноценного белка в мышечной ткани, приводит к накоплению в ней малоценных в пищевом отношении азотистых небелковых соединений и соединительно-тканных белков (Шкункова и Постовалов, 1988).

Потребление растительного белка эффективно сказывается на качественном составе мяса – увеличении содержания пищевого белка и уменьшении количества жира. Высококачественная мясосальная продукция получается при включении в состав рационов 20-35 % сырых растительных кормов вместо концкормов по питательности (Богданов, 1990). Только в этом случае удается получить беконную и мясную свинину с высоким содержанием белка – 14-17 % вместо обычных 11-12 %, и умеренным количеством жира – 27-33 % вместо 49-50 % (Скурихин и Нечаев, 1991). С увеличением доли комбикормов, в результате отложения больших количеств жира, ухудшается и качество говядины. После интенсивного откорма приходится счищать более 20 % излишнего жира у высокосортных мясных туш (Григорьев и Гаганов, 1988). Использование высококачественного зеленого корма с оптимальным соотношением энергии и протеина позволяет решать и эту проблему.

Таким образом, уровень содержания белковых веществ у вегетирующих растений – один из главнейших критериев сравнительной их ценности. Видовой потенциал и различие химического состава интродуцируемых культур наиболее полно раскрывается при возделывании их в условиях жесткого природно-климатического режима. В представляемой публикации проанализировано качество новых и нетрадиционных растений, выращиваемых в условиях европейского Севера, по содержанию растительного белка, а также влияние системы нетрадиционного кормопроизводства на их основе на показатели животноводства.

II. КАЧЕСТВЕННАЯ ОГРАНИЧЕННОСТЬ ТРАДИЦИОННЫХ РАСТЕНИЙ

А. Реализация потенциала животных

Биологический потенциал высокопродуктивных животных составляет: 8000-10000 л молока, 1000-1100 г среднесуточного прироста на откорме у крупного рогатого скота; лимит прироста у свиней не менее 800 г (Бажов и Комлацкий 1989; Богданов, 1990]. Стратегия рационального кормопроизводства состоит в том, чтобы поступающий животным зеленый корм автоматически был сбалансирован по большинству показателей, а диапазон поступления максимально расширен, т.е. с ранней весны и до поздней осени. В качестве базовых показателей при оценке эффективности кормопроизводства принимают уровни содержания сырого протеина, сырой клетчатки, обменной энергии, сахара и сухого вещества (Зимнович и Кокорева, 1991).

Наиболее важным является соотношение уровней концентраций протеина и клетчатки. Для особей крупного рогатого скота в сравнении с другими животными (табл. 1) этот показатель наиболее не критичен. Если для содержания высокопродуктивных жвачных достаточно 14-16 % сырого протеина на фоне 25-28 % сырой клетчатки, то для свиней при тех же показателях протеина содержание клетчатки не должно превышать 6.5-7.5 %. При кормлении кур уровень протеина должен возрасти до 17-20 % (Шкункова и Постовалов. 1988; Богданов. 1990).

Высококачественной рацион должен содержать, кроме основных элементов питания, и специфические вещества, стимулирующие синтез белка у животных. Среди них наиболее известными являются виды растений, продуцирующих фитоэкдистероиды в качестве вторичных метаболитов. Как правило, содержание их в надземной продукции растений тысячекратно меньше, чем необходимо иметь в рационе кормления.

В реальных условиях производства качество кормов традиционного растениеводства, заготовленное хозяйствами северных регионов даже в относительно благополучный для сельского хозяйства период 1989-1992 гг., могло обеспечить теоретическую продуктивность молочного скота не более чем 2.5-2.8 тысяч литров на фуражную корову (табл. 2). Следует заметить, что такая продуктивность в 2.5-3.0 раза ниже генетического потенциала животных.

В целом такие же показатели характерны и для других регионов России: в 1985 году среднесуточный прирост на выращивании и откорме крупного рогатого скота был равен 352 г, свиней 244 г (Эрнст и Шичалин, 1988). В 1990 году среднегодовой надой молока составил 2781 кг, среднесуточные привесы крупного рогатого скота 423 г, свиней 233 г (Марченко, 1993). Ситуация не изменилась и в течение последующего десятилетия. По данным Госкомстата РФ, в 1999 году продуктивность мясного скотоводства в различных регионах страны находилась в диапазоне от 231-284 до 340-464 г среднесуточного привеса. Привесы свиней варьировали от 55-131 до 201-343 г/сутки.

Таблица 1

ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ РАЦИОНА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА, В РАСЧЕТЕ НА СУХОЕ ВЕЩЕСТВО (по Григорьеву и др., 1989)

Удой на корову, л	Концентрация питательных веществ в рационе			
	энергия обменная, Мдж	протеин сырой, %	клетчатка сырая, %	сухое вещество, %
10 000	12.0	18.5	20.0	24.0
8 500	11.5	16.1	22.0	23.0
7 000	10.8	15.2	25.0	22.0
5 000	10.3	13.5	28.0	21.0
3 500	9.8	12.5	30.0	20.0
2 500	9.3	11.2	31.0	19.0
1 500	8.8	9.5	33.0	18.0

Таблица 2

КОРМОПРОИЗВОДСТВО ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА * (В РАСЧЕТЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА)

Показатели качества	Ед. изм-я	Потребность, для удоя в 5 тыс. л	Фактически	
			с пашни	с сенокосов
Протеин сырой	%	> 15-16	10,5	9,4
Клетчатка сырая	%	< 22-25	31,4	32,2
Сахар	%	> 12-14	11	9
Каротин	мг%	> 40-150	80	19
Стимуляторы синтеза белка (экдистероиды)	М	$10^{-11}...10^{-12}$	10^{-14}	10^{-15}
Кормовые единицы	КЕ	0,8-0,9	0,64	0,53
Обменная энергия	Мдж	>10-11	8,9	8,3
Возможная продуктивность удоя, на 1 ф. корову	за год	5-6 тыс. л	2,5-2,8 тыс. л	

Примечание: * ... Данные Котласской межрайонной лаборатории по контролю за качеством кормов (Россия, Архангельская область)

В. Причины низкого содержания белка

Низкие показатели производства животноводческой продукции обусловлены недостатками кормопроизводства. В целом по России в 1 кг сухого вещества объемных кормов содержится 10-11 % сырого протеина, 8 Мдж ОЭ (Игловиков, 1993). Это очень низкий показатель, и он практически совпадает с таковым в регионах европейского Севера (табл. 1). Чем же обусловлено такое низкое качество кормов?

В первую очередь ассортиментом возделываемых культур, биологические особенности которых состоят в том, что они генетически не приспособлены к повышенному накоплению белковых веществ. Набор кормовых культур в различных областях европейского Севера в основном ограничен такими характерными для естественных условий среды доминантами, как тимофеевка луговая и овсяница луговая (Синькевич и др., 1999). Они имеют высокое содержание клетчатки, агротехнические возможности увеличения концентрации белка через внесение минеральных удобрений и частоту скашивания у них ограничены.

Дополнительными культурами кормопроизводства являются главным образом также злаковые: рожь озимая и овес на зеленый корм, мятлик луговой, ежа сборная, кострец безостый. Бобовые травы представлены в основном клевером красным (Концепция развития, 1998). В целом такое соотношение характерно и для всей структуры кормопроизводства России – однолетние и многолетние травы занимают 69 %, из которых на долю бобовых приходится 23 % (Марченко, 1993). Многолетние бобовые на 60 % представлены клевером красным и на 30 % – люцерной (Справочник, 1982).

Именно злаковые травы, занимая главное долевое участие в ассортименте возделываемых культур, обуславливают невысокий уровень протеина всего кормопроизводства. Наивысшие показатели содержания протеина у злаковых растений не превышают 14-17 % (мятлик, овсяница, тимофеевка, кострец в фазу выметывания – начала колошения). К фазе цветения этот уровень снижается до 9-12 %, а содержание клетчатки возрастает до 33-35 % (Иевлев, 1983, 1996; Мишуров и др., 1999а).

Клевер и люцерна примерно в 1.5 раза богаче белковыми веществами. Максимальные уровни протеина в надземной массе различных видов клеверов (красного, альпийского, белого, розового) достигают 20 % в фазу бутонизации. Содержание клетчатки у них в сравнении со злаками значительно меньше – 21-25 % (Потапов, 1997; Мишуров и др., 1999а; Беказурова и Шабанова, 2001). При заготовке клевера красного и розового на сено в фазу уборочной спелости обеспеченность сырым протеином находится на уровне 15-18 %, а клетчатки содержится 23-30 %. Люцерна синяя близка к клеверам по уровню протеина – 17-19 % (Григорьев и др., 1989; Харьков, 1989).

Недостатком клевера и люцерны является то, что они быстро теряют качество, накапливая клетчатку и грубея, а также малая пригодность зеленой массы для кормления нежвачных животных (Караев и Тменов, 1991). Поэтому важен поиск культур, имеющих кормовые достоинства многолетних бобовых трав и лишенных их недостатков.

III. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ УВЕЛИЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРОТЕИНА В ФИТОМАССЕ

А. Генетический потенциал

Азот входит в состав множества важнейших органических соединений и его содержание в биомассе отражает состояние метаболических процессов, происходящих в растении на ту или иную фазу вегетации. Новый синтез и поддержание белкового статуса в надземных органах у конкретного вида связано с высокой скоростью оборота белка в листьях и их донорской функцией (Головко, 1999). Процесс этот обуславливает необходимость прямых затрат субстрата на дыхание,

в связи с чем высокая белковость одновременно должна сопровождаться повышенным синтезом сахаров, а следовательно, и наличием легкодоступных источников диоксида углерода.

В листьях, с участием более 300 различных ферментных белков, происходит множество биосинтетических процессов, главным из которых является фотосинтез. В хлоропластах сосредоточено около 75 % всех белков (Годон, 1991). Метаболизм протеиногенных аминокислот связан с синтезом органических кислот, сахаров, липидов, гормонов, они участвуют в фотодыхании, энергетических превращениях, в защитных реакциях при возникновении стрессовых ситуаций. С продвижением к фазе репродукции активность биосинтетических процессов в листьях снижается в 2-3 раза, а в стеблях – в 5-7 и более раз (Головко, 1999).

Стебли выполняют опорную и транспортную функцию. Важное свойство стеблей – депонировать значительное количество транспортируемых ассимилятов в виде неструктурных углеводов, т.е. превращать сахара в клетчатку. Кроме того, у злаков после перехода к фазе колошения поглощение азота из почвы и синтез нового белка прекращается, и следует перераспределение белкового вещества из листьев к репродуктивным органам через стебли.

В результате уровень белка в листовой части быстро снижается, а в стеблевой части – содержание клетчатки многократно возрастает. Увеличение массовой доли малоценной фракции углеводов (клетчатка-гемицеллюлоза-лигнин) от фазы трубкования к колошению (бутонизации), и далее к фазе цветения у разных видов меняется следующим образом (Григорьев и др., 1989):

– для костреца, тимофеевки и овсяницы, как 42-50-62 %;

– для клевера красного (розового), как 32-40-45 %;

– для люцерны синей, как 35-41-43 %.

Именно от соотношения стеблей и листьев, по другому – облиственности, зависит итоговый уровень концентрации протеина и клетчатки в надземной биомассе растения. В качестве классического примера здесь можно привести амарант, считающегося одним из самых высокобелковых растений (в листьях содержание протеина может достигать 58 % (Эдварс и Уокер, 1986). Однако, исходя из показателя протеина в надземной биомассе, независимо от ботанических видов и регионов возделывания, амарант отнесен к группе нижесредних растений, так как в фазу уборки он содержит всего лишь 16.4-17.7 % белковых веществ (Утеуш, 1991; Гиренко и Бородкин, 1991).

Причина – низкая облиственность, равная 38-41 %. Если в листьях содержание протеина по фазам развития у амаранта снижается как 45-21-16 %, то для стеблей уровень его падает от 17 до 6, и далее до 3 % (Домаш и др., 1991; Сафаров и др., 1999). Аналогично, в листьях злаков (кострец безостый) содержание протеина может достигать 24-28 % (Мишуров и Зайнуллина, 1998), однако из-за малой облиственности, равной 30-41 % (Мишуров и др., 1999а), итоговое содержание протеина во всей биомассе оказывается равным 9-11 % (Иевлев, 1996).

Рис. 2. Агроценозы с Клевером розовым (слева) и Люцерной желтой

Таким образом, чем выше облиственность, тем выше белковость и питательность растений. Поэтому с практической точки зрения желательно иметь растения, в надземной части которого присутствовали бы в большей степени вегетативные, и отсутствовали бы генеративные побеги. Однолетние растения не обладают такими свойствами, так как весь жизненный цикл у них проходит за один сезон. Среди многолетних культур встречаются виды, онтогенез которых, в отличие от 3-4-х летнего жизненного цикла клевера и люцерны, растянут на 8-15 лет (окопник, борщевик, рапонтикум, серпуха, морковник). Из-за того, что генеративные побеги у некоторой части растений данных ботанических видов формируются не каждый год, зеленая масса у них имеет более высокий процент облиственности.

Растения с наивысшей облиственностью – это прежде всего розеточные растения: рапонтикум сафлоровидный *(Rhaponticum carthamoides)* – с массовой долей листьев от 68-80 % до 84-95 % (Иевлев, 1983; Головко и др., 1996; Тимофеев и др., 1998), щавель тянь-шаньский – 80-90 % (Мишуров и др., 1999а), борщевик Сосновского.

Растения со средней облиственностью: козлятник восточный – 60-70 %, окопник шершавый – 49-66 %, серпуха

венценосная – 50-55 %, лядвенец рогатый – 50 %, клевер розовый – до 50 % (Иевлев, 1983; Мишуров и др., 1999а).

Растения с невысокой облиственностью: злаки в чистом виде и их травосмеси – от 30-41 до 41-55 %, морковник обыкновенный – 26 %, (Иевлев, 1996; Мишуров и др., 1999а), амарант – 38-41 % (Утеуш, 1991), клевер луговой – 40-42 % (Потапов, 1997), виды люцерны – 30-46 % (Мишуров и др., 1989).

Рис. 3. Агропопуляция *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin

Рис. 4. Розеточное растение Борщевик Сосновского

Особую группу составляют растения из семейства крестоцветных с переменной облиственностью – доля листовых органов в структуре биомассы зависит от календарного времени их вегетации. В летние месяцы рапс яровой и горчица белая имеют облиственность 30-40 %, озимые формы сурепицы и рапса ранней весной – 44-50 %, поздней осенью доля листовых органов у редьки масличной и озимых форм крестоцветных (тифон и рапс) достигает 70-80 % (Утеуш, 1991; Мишуров и др., 1999а; Мишуров и Рубан, 2001).

С прохождением фаз вегетации содержание белка в надземной массе розеточных растений уменьшается менее значительно, чем у растений с удлиненными побегами (цветоносами). Так, например, если для рапонтикума сафлоровидного этот показатель в условиях Прибалтики снижался от фазы отрастания к фазе бутонизации-цветения как 23.2-20.0-19.3 %, то для сильфии пронзеннолистной динамика снижения более значительная: 22.5-19.5-12.8 % (Глаубертене, 1986; 1987). То, что содержание клетчатки в стеблях и протеина в листьях в разные годы у обоих видов остается примерно на одном уровне (33-36 % и 11-12 % соответственно), свидетельствует о том, что итоговый результат в надземной биомассе зависит от соотношения между листовыми органами и стеблями.

Рис. 5. Окопник шершавый (слева) и Козлятник восточный

Влияние условий внешней среды. Условия внешней среды – температура, спектральный состав света, длина дня, концентрация углекислоты – в значительной степени способны влиять на направленность метаболических процессов и скорость прохождения онтогенетических фаз, а значит, тем самым влиять и на содержание протеина в растениях.

Температура. Чем шире диапазон температур, при которых возможен активный фотосинтез в листовых органах, тем выше пластичность растения и уровень белковости. Исходя главным образом из физиологической реакции на температуру, ботанические виды принято подразделять на C_3- и C_4-типы фотосинтеза (Эдварс и Уокер, 1986). Растения C_4-типа фотосинтеза – это, прежде всего амарант, кукуруза, пайза, сорго кормовое (трава Колумба). Температурные условия внешней среды для роста и развития этих культур должны быть не ниже 10° С (табл. 3).

Растения C_3-типа фотосинтеза – большинство растений умеренных и высоких широт (тимофеевка, овсяница, ежа, мятлик, райграс, горох, клевер, люцерна и т.д.). Данная группа лучше растет и развивается при пониженных в сравнении с первой группой температурах, оптимальные требования у них на 10-15° С ниже, чем у растений первой группы. Кроме того, длительное нахождение холодоустойчивых растений в условиях пониженных температур способствует бесполому размножению с формированием многочисленных боковых вегетативных побегов, т.е. более интенсивному кущению (Пшеницын и Пшеницына, 2001). Как следствие, в биомассе возрастает доля листовых органов, богатых протеином.

Таблица 3

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ РАЗЛИЧНОГО ТИПА ФОТОСИНТЕЗА, °С (по Эдварсу и Уокеру, 1986)

Тип фото-синтеза	Минимальная		Оптимальная для вегетации			Компен-сацион-ная точка тепла	Гибель от морозов			
	прорас-тание	развитие корневой системы	ночью	облач-но	сол-нечно		всходы	вере-тация	цвете-ние	зимов-ка
C_3	0-5	5-9	10-12	18-22	25-27	30-32	-2-5	-5 -12	-1-3	-12 -25
C_4	8-12	10-15	15-35	15-35	35-37	45-52	-0.5 -1	-1-3	-0.5 -2	–

Освещенность. В темное время суток не происходит фотосинтеза, но дыхание растений присутствует, причем тем больше, чем выше температура. В ходе темнового дыхания синтезированные сахара окисляются обратно до углекислого газа. В среднем за сутки таким образом сгорает 40-60 % от ассимилированного в ходе фотосинтеза углерода (Головко, 1999). Поэтому интенсивное, при повышенной температуре и длительное, в течение ночного времени суток темновое дыхание есть нежелательный процесс.

Удлинение светового дня благоприятно отражается на фотопродукционном процессе, на интенсивности развития и накоплении биомассы растениями. К примеру, на длинном фотопериоде высота растений амаранта в возрасте 30 дней в сравнении 14 часовым световым режимом оказалась в 2.6 раза, а сухая биомасса – в 3.2 раза выше (Корянова и др., 1991).

Спектральный состав света. Наиболее высокими показателями фотосинтетической активности обладают верхние листья ценозов растений при облучении, в котором доминирует красноволновый компонент. Красный свет при низких уровнях освещения в три раза эффективнее, чем другие составляющие спектра. При максимальной освещенности (600 Вт/м^2) эффективность фотосинтеза для красного и синего света уравнивается. Синий свет – основной фактор, стимулирующий переход растений к репродуктивной фазе. Особенную значимость синий свет приобретает для крестоцветных культур – чувствительность к нему для перехода к фазе стрелкования в 50 раз выше, чем к красному свету (Тихомиров и др., 1991).

В целом продуктивность растений, спектр которых обогащен красным светом, выше на треть. Красный свет стимулирует углеводную направленность метаболизма, при нем больше накапливается сахаров. Влияние различных спектров на уровень накопления белка примерно одинаково, лишь при низкой освещенности проявляется незначительное преимущество синего света.

Итак, чем больше в окружающей среде рассеянного и красного света, тем дольше остаются растения в состоянии активной вегетации, больше накапливают сахаров. Обогащенность солнечного освещения в летние месяцы синими лучами вызывает ускоренный переход растений к цветению и образованию семян. В итоге уменьшается облиственность, приводящая к снижению уровня содержания белковых веществ в биомассе, и увеличивается содержание малоценных структурных углеводов в виде клетчатки, гемицеллюлозы и лигнина.

Углекислый газ. При повышении концентрации углекислого газа во внешней среде скорость дыхания растений уменьшается, а эффективность фотосинтеза возрастает. В практическом плане удвоение доступности углекислоты приводит к увеличению продуктивности растений на 30-40 %, у них возрастает число боковых листовых побегов. Но это справедливо лишь для C_3-растений, C_4-растения слабо отзывчивы на изменение содержания углекислого газа в атмосфере (Гуляев и др., 1989).

Имеются различные пути увеличения концентрации углекислого газа в окружающей среде с целью повысить эффективность фотосинтеза: внесение органических удобрений, изменение кислотности почвенного раствора и т.д. К примеру, в случае с холодостойкими растениями важна возможность использования последними ранневесенней влаги, обогащенной углекислотой, для ускорения фотосинтеза. Насыщенность почвенной влаги углекислым газом при 0-5° С в два раза выше, чем при 25° С, и в три раза – чем при 35° С (Dawson, 1986). Еще более сильно влияние состояние слабощелочного почвенного раствора. Если при pH, равной 6.4, аккумуляция углекислоты в водной среде составляет 10 мкМ, то при pH 8.0 она возрастает до 432 мкМ (Эдварс и Уокер, 1986).

IV. ПРИНЦИПЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕГУЛЯЦИИ УРОВНЯ БЕЛКА В КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ

А. Климатические особенности европейского Севера

Факторы, осложняющие ведение традиционного сельскохозяйственного производства на северных территориях, сводятся к короткому безморозному периоду и его изменчивости в разные годы, значительной облачности и недостатку солнечного света в ультрафиолетовом диапазоне, а также избыточному увлажнению, атмосферной конденсации водяного пара в виде росы в утренние и вечерние часы.

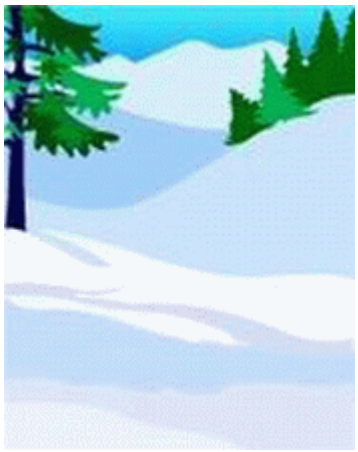

Рис. 6. Долгая зима и короткое лето – климатические особенности европейского Севера, усложняющие ведение с/х производства

Продолжительность теплого периода с температурой выше 0° С в северных и примыкающим к ним районам составляет 196-226 дней, выше 15° С – всего лишь 40-65 дней (Справочник, 1990). Во время вегетации растений часты возвраты холодов, ночные заморозки возможны даже в летние месяцы. Продолжительность вегетационного периода для холодостойких культур равна 165-186 дням.

Количество осадков не превышает аналогичный показатель в более южных районах, но из-за плохой испаряемости зональный коэффициент увлажнения (отношение количества осадков к испарению) близок к 1.5. В летнее время запасы

продуктивной влаги в полуметровом слое почвы достаточны для успешного произрастания большинства многолетних культур с транспирационным коэффициентом 500-650.

Световой режим на широте 62° достигает летом 20 часов (против 16 часов на широте 46°). Количество часов светлого времени в условиях Коми Республики за период с мая до начала сентября равно 2300 часам, что составляет в среднем около 78 % от продолжительности суток (Швецова, 1987). Значительная доля солнечной радиации из-за повышенной облачности представлена рассеянной, она значительно обогащена длинноволновыми составляющими и обеднена в ультрафиолетовой части (Мишуров и др., 1999а).

В северных регионах действует эффект компенсации или взаимозаменяемость одних факторов другими (Полевой, 1992). Большую часть суток растения во время ранневесенней вегетации находятся под физиологическим воздействием красноволнового излучения. Длинный световой день и избыток красного света компенсируют холодостойким растениям недостаток тепла, недостаток влаги в дневное время на супесчаных почвах компенсируется повышением относительной влажности воздуха в ночные и утренние часы. Кроме того, высокие широты стимулируют образование пазушных и придаточных почек, из которых берут развитие вегетативные побеги более высоких порядков (Головкин, 1983; Акназаров и др., 1984; Маркарова и Маслова, 1998). Это способствует более высокой облиственности раноотрастающих культур в условиях Севера (Дороганевская, 1951), и как следствие, повышенному содержанию в них белка.

В. Ассортимент возделываемых культур

Качественная ограниченность состава традиционных растений вызывает необходимость совершенствования видового разнообразия возделываемых культур. Внедряемые в производство новые культуры должны обладать повышенной способностью эффективно использовать биоклиматические ресурсы. Они должны сочетать высокую урожайность, качество (высокое содержание белковых веществ, сахаров и отсутствие антипитательных веществ), технологичность выращивания, уборки и послеуборочной обработки с устойчивостью к неблагоприятным факторам среды, болезням и вредителям.

Реализация адаптивной пластичности фитоинтродуцентов зависит от степени приспособленности их к новым зонам интродукции (Агаев, 1999). Наиболее важным свойством акклиматизированных растений является способность противостоять резким изменениям температуры и влажности, не снижая при этом продуктивность.

Тип фотосинтеза. Растения C_4-типа фотосинтеза (амарант, кукуруза, пайза, трава Колумба) могут произрастать в условиях Северо-Запада и Северо-Востока Нечерноземья лишь в том случае, если непосредственно весной до посева почвы заправлены высокими дозами органических удобрений (120-150 т/га). Объясняется это тем, что реализация потенциальных возможностей этих культур достигается только при высоком содержании легкодоступных питательных веществ в почве, в особенности достаточной обеспеченности ее теплом и азотом (Кадырова и др., 1991; Чернышева и др., 1991; Чистова и др., 1991).

В жаркие дни, когда средняя эффективная температура фотосинтеза достигает 25-30° С, на длинном световом дне скорость накопления продукции в расчете на единицу площади у амаранта, кукурузы и пайзы может превысить таковую у традиционных растений C_3-типа фотосинтеза. При температуре ниже 10° С рост у C_4-растений практически прекращается. Поэтому в целом считается, что агрофитоценозы с C_4-растениями не перспективны на широтах севернее 55° из-за недостатка тепла (Гуляев и др., 1989).

Растения C_3-типа фотосинтеза, наоборот, лучше приспособлены к росту и развитию в условиях холодного климата, избытка атмосферной влажности. Среди C_3-растений особую группу составляют виды, температурный оптимум которых еще более смещен к нижней границе. Зрелые листья высокогорных травянистых растений, отличающихся высокой морозостойкостью, способны сохранять нормальную или обратимую интенсивность фотосинтеза даже при кратковременном действии отрицательных температур до –8…10° С. Это такие растения, как борщевик Сосновского, окопник шершавый, щавель гибридный, рапонтикум сафлоровидный, белокопытник гибридный и т.д. Среди них встречаются виды, способные вести эффективный фотосинтез в диапазоне от +5 до +40° С – например, рапонтикум сафлоровидный (Головко и др., 1996).

Крестоцветные культуры. В результате многолетних исследований признана исключительно перспективной группа видов из семейства крестоцветных. Из однолетних сюда в первую очередь нужно отнести яровые и озимые виды – рапс и сурепицу, различные гибриды озимого рапса, турнепса и кормовой капусты (тифон), горчицу белую и редьку масличную, из многолетних – свербигу восточную. Так как в условиях Севера они не формируют семена, успешное возделывание их базируется на завозе из других районов России и СНГ (Мишуров, 1999б).

Производственный урожай растения из семейства крестоцветных способны формировать за короткий промежуток времени, не превышающий 1.2-1.5 месяца вегетации (Nosberger и Opitz, 1986). Семена у них прорастают при 1-3° С, взрослые растения переносят заморозки до -8° С. Повышенная требовательность к почвенной и атмосферной влажности, некритичность к низким температурам, возможность возделывания по минимально обработанной почве делает их перспективными для организации зеленого конвейера поздней осенью (Dancik, 1985; Matejikova и Banoch, 1985; Артемов, 1989). В частности, тифон – гибрид китайской капусты и турнепса, используется в США для выпаса и удлинения пастбищного периода (Koch, 1987).

Возделывание крестоцветных культур тормозит появление и рост сорных растений. В полевых условиях эффективна

заделка горчицы белой в почву в качестве сидерального удобрения, уменьшающая биомассу сорных видов до 60 % (Krishnan и др., 1998). Использование редьки и рапса в качестве зеленого удобрения не только повышает плодородие почвы, но и служит профилактическим средством от развития и накопления в почве грибной инфекции (Лысенко и Смирнов, 1998). Аналогично, пожнивные остатки озимого рапса в системе биологизированного земледелия уменьшают количество сорных растений в посевах последующих культур в 3.5-5.0 раз, а численность гнилостных бактерий в 8-11 раз (Фисун и др., 2001).

Рис. 7. Растения из семейства крестоцветных: однолетние – Редька масличная (слева) с Горчицей белой (задний вид); многолетние – Свербига восточная (правый рисунок)

Рис. 8. Бобовые культуры: Люцерна синяя (слева) и Лядвенец рогатый

Бобовые культуры. Из растений семейства бобовых перспективен для массового внедрения козлятник восточный – он отличается лучшей по сравнению с другими бобовыми поедаемостью зеленой массы в рационах, а продуктивное долголетие его длится до 10-12 лет (Артемов и др., 2001). Вследствие высокой облиственности содержание протеина в биомассе достаточно высокое, и в ранних фазах развития на европейском Севере достигает 30 % (Иевлев, 1993). С продвижением в более засушливый и теплый климат облиственность падает, что приводит к снижению уровня протеина в условиях средних широтах до 22-24 % (Сафин, 2001), а в южных – до 16.5 % (Варламова и Приходько, 1999).

В результате многолетних работ Н.И.Иевлевым (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН) выведен новый высокоурожайный сорт козлятника восточного “Еляты”, адаптированный для районов европейского Севера (Иевлев, 2003). В условиях Архангельской области сорт испытывался нами, начиная с 1990 года. Если агропопуляции с эстонскими образцами (сорт “Галле”) и Киевского Ботсада были значимы по устойчивости в течение 3-4 лет, Кировского НИИСХ Северо-Востока – в течение 5-6 лет, сорт Еляты успешно произрастал без потери продуктивности в течение 12 лет.

Другие нетрадиционные растения. Таким образом, повышение уровня белка в кормопроизводстве невозможно без внедрения холодостойких культур. Дополнительными культурами зеленого конвейера являются – топинамбур, донник белый, морковник обыкновенный, белокопытник гибридный, серпуха венценосная, мальва мелюка, сильфия пронзеннолистная. Заслуживают внимания для использования в индивидуальных хозяйствах такие мощные дикорастущие виды, как лебеда раскидистая, кипрей узколистный, крапива двудомная и т.д. Лебеда раскидистая уникальна тем, что имеет промежуточный тип фотосинтеза (Эдварс и Уокер, 1986). Сочетание высокой холодостойкости

(признака C_3-растений), с максимальной продуктивностью фотосинтеза при повышенной температуре (признака C_4-растений), делает его перспективным для более тщательного изучения в качестве интродуцента.

Новые культуры в условиях производства в состоянии обеспечить 250-350 ц/га зеленой массы. Биологический же потенциал выше в 2.5-3.0 раза и достигает 600-700 ц/га. Борщевик Сосновского способен формировать надземную биомассу до 2000 ц/га (Иевлев, 1983; Мишуров и др., 1999). Рассмотренные многолетние холодостойкие культуры, а также горчица белая и редька масличная могут возделываться вплоть до районов самого крайнего Севера и Заполярья – до 65° северной широты (Моисеев и др., 1979; Мишуров и Рубан, 2001). Переваримость белка у розеточных культур очень высокая, например у тифона она достигает 92.2-92.9 % (Koch и др., 1987) против 65-75 % у амаранта (Прокопенко и др., 1999) и других традиционных культур, биомасса которых обогащена стеблевой фракцией (Григорьев и др., 1989).

Справочно. По данным Госкомстата РФ, средняя урожайность с/х культур по России за 1999 год составила: ячменя – 8.1 ц/га; сена многолетних трав – 12.3 ц/га; зеленой массы многолетних культур – 92 ц/га и однолетних – 62 ц/га. Урожайность зеленой массы силосных культур по более ранним отчетным датам, например за 1981-1985 гг по Вологдской области, составляла 107 ц/га (Дороговцев и др., 1988).

Стимуляторы синтеза белка. К числу важнейших стимуляторов синтеза белка, являющихся видами-продуцентами экдистероидов, относятся *Rhaponticum carthamoides* и *Serratula coronata* (Ахрем и Ковганко, 1989). Эти растения в течение длительного времени испытывались в практике сельскохозяйственного производства в качестве нетрадиционных средств интенсификации животноводства (Моисеев и др., 1963; Кудзинай и др., 1980; Кочанов и др., 1994; Тимофеев, 1999а). Природное их свойство – стимулировать синтез протеина в мышечных тканях, практикуется для увеличения среднесуточного прироста у любых видов животных и птиц.

Обладая достаточно высокой урожайностью и технологичностью, экдистероид содержащие культуры могут быть использованы в практике животноводства. Анаболическая активность данных культур, в первую очередь рапонтикума сафлоровидного, изучена достаточно основательно в различных экспериментах и не вызывает сомнений. Использование высококачественного лекарственного сырья рапонтикума в качестве кормовых добавок совершенно безопасно даже при больших нормах скармливания. В рекомендованных дозах (при соблюдении условий выращивания, технологии заготовки и хранения) экдистероид содержащие растительные добавки рапонтикума обеспечивают:

- дополнительный прирост животных на 36-40 %;
- снижение смертности молодняка в 1.5-2.1 раза;
- улучшение воспроизводительных функций (на основе стимулирования охоты и сокращения сервис-периода между опоросами, отелами).

Здесь особенно важным является то обстоятельство, что проявление анаболического эффекта прямо не зависит от обеспеченности рациона сырым протеином (при условии отсутствия больших затрат энергии). Экдистероиды участвуют в этом напрямую, взаимодействуя с ядерными рецепторами клетки и включая в работу процесс генной транскрипции, ответственного за синтез белка (Lafont и Dinan, 2003). Кроме того, они влияют положительно и на устранение смертности нарождающегося молодняка, яловости и сокращения сервис-периода.

Справочно: Подробные сведения по экдистероидам, их значении и использовании приведены в Интернет-статье по адресу: **http://sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/5078.html**).

Информация по биологической активности *Rhaponticum carthamoides* помещена по адресу: **http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/1502.html**; а по новым фармпрепаратам для ветеринарной медицины "Биоинфузин" и "БЦЛ-ФИТО", повышающих неспецифическую резистентность организма – **http://www.kstu.ru/jchem&cs/russian/n5/1vr29/29.htm**

Рис. 9. Новые и нетрадиционные растения: Топинамбур (слева); Серпуха венценосная (в центре) и Белокопытник гибридный (справа)

С. Особенности технологии зеленого конвейера

Непрерывность поступления зеленой массы по календарным срокам напрямую зависит от ассортимента возделываемых культур. В производственных условиях требуется набор культур, страхующих и взаимно дополняющих друг-друга в определенный промежуток времени. Особую ценность представляет ранний зеленый корм, который могут обеспечить борщевик, озимый рапс с тифоном. Сверхранний зеленый корм может быть получен по следующей технологии: по тающему снегу, при остатке снежного покрова 30-40 см, разбрасываются органические удобрения. Снег чернеет, отражающая способность его резко падает, над поверхностью почвы образуется тепловой экран, где температура на 15-20° С выше температуры окружающей среды. В результате почва протаивает на 5-8 дней раньше обычных сроков, а внесенные органические вещества впитываются с талыми водами в корнеобитаемый слой.

Такой технологический прием обеспечивает отрастающие растения достаточным количеством растворенной углекислоты, подвижного фосфора и микроэлементов в период, когда микробиологические процессы в почве еще не в состоянии обеспечить возросшую потребность корневой системы в питательных веществах. Начало вегетации борщевика Сосновского при этом отмечается через несколько дней после перехода среднесуточной температуры воздуха через 0° С, когда почва еще не оттаяла на гребнях рядков. Окопник шершавый начинает вегетацию неделей позже борщевика, а озимые сурепица и рапс – через две недели. Растения не повреждаются даже при сильных ранневесенних заморозках, доходящих до -12…14° С (температура почвы при этом снижается не более, чем до -1.0° С на глубине 10 см и 0.1° С на глубине 40 см).

Под влиянием избытка красноволновой радиации в растениях происходит усиленный биосинтез фитогормонов (гиббереллинов и подобных им веществ), что позволяет растениям быстро разрастаться в горизонтальной плоскости и тем самым эффективно усваивать падающую на единицу площади солнечную радиацию. С увеличением дневных температур воздуха до 18-25° С, когда в почве и атмосфере достаточно влаги, а ночью температура снижается до 3-5° С и темновое дыхание минимально, для холодостойких культур складываются благоприятные условия для эффективного фотосинтеза.

К началу посадки картофеля, совпадающего по фенологическим срокам с разворачиванием листьев березы до 2-3 см и зацветанием кислицы, борщевик Сосновского обеспечивает уборочную спелость с высотой побегов около 100 см. Содержание протеина в зеленой биомассе, которая представлена только листьями розеточных побегов, очень высокое – 32.1 % (табл.4).

К началу сенокоса поспевает второй укос, с высотой травостоя 1.5-1.7 м, который по причине высокого содержания сахаров в зеленой массе (21.2 %) целесообразно убирать совместно с высокобелковыми культурами на силос или зерносенаж. Если же растения ранней весной не были скошены, растения борщевика в августе достигают высоты 2.3-2.9 м. Сурепица озимая достигает уборочной спелости на 7-8, тифон на 8-10 дней позже борщевика. Содержание протеина у них на уровне 28.3 %, а у рапонтикума сафлоровидного – 34.0 %.

В начале лета достигают укосной спелости свербига восточная, окопник шершавый, козлятник восточный. Уровень протеина в зеленой массе в сравнении с биомассой раннеспелых культур ниже, и составляет 21-25 %. В середине лета высокое качество кормов с содержанием протеина 16-19 % можно получать с лугового разнотравья, клевера красного, донника белого, люцерны желтой, различных простых и многокомпонентных смесей однолетних культур.

Поздней осенью зеленый конвейер завершается редькой масличной и горчицей белой. Укосная спелость их длится вплоть до выпадения снега, так как эти культуры, в зависимости от степени обводненности тканей, выдерживают заморозки до -7…12° С. Качество зеленой массы крестоцветных приближается по питательности к комбикормам и не снижается даже в поздние сроки вегетации. Уровень протеина в осенний период у крестоцветных в два раза выше, чем у летних культур, и достигает 34 %.

Рис. 10. Зеленый конвейер – от снега весеннего до снега осеннего

Для производства высококачественного сена пригодны различные виды клевера, люцерны, козлятник восточный, а также

лядвенец рогатый. У последних видов, в отличие от клевера, при сушке в меньшей степени осыпаются листочки. На силос и сенаж можно закладывать как многолетние злаково-бобовые, зерновые – в фазу молочно-восковой спелости совместно с озимым рапсом и тифоном, так и однолетние культуры (рапс, горохо-вико-овсяную смесь, райграс, амарант, мальву). Непревзойденной силосной культурой является борщевик Сосновского. Зеленая масса его богата сахарами, витаминами, содержит антибактериальные вещества, а самое главное, по продуктивности она в 3-4 раза превосходит другие культуры.

Таблица 4

КАЧЕСТВО КОРМОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА

Дата уборки	Культура	КЕ,*	ОЭ,** МДЖ	Протеин сырой, %	Клетчатка сырая, %	Сахар, %	Сухое в-во, %
Контроль	Зерно ячменя	1,2	12,1	10,5	5,5	4,0	88
28.05	Борщевик Сосновского	1,1	12,0	32,1	12,5	21,2	13
	Озимый рапс	0,9	10,2	28,3	24,4	7,2	21
10.06	Козлятник восточный	0,9	10,2	20,5	27,8	11,9	27
	Окопник шершавый	1,0	11,2	25,4	15,7	15,0	15
	Рапонтикум	1,3	12,2	34,0	12,7	12,3	22
	Морковник	1,1	11,5	15,5	13,6	–	16
	Свербига восточная	0,9	10,0	21,8	25,3	–	15
	Щавель гибридный	1.2	11.7	26.2	12.9	–	14
27.06	Злаковые многолетние	0,7	9,1	12,0	30,1	10,2	24
10.07	Клевер красный	0,9	10,0	16,5	26,8	10,3	27
	Горох-овес-рапс	0,9	10,0	16,8	24,3	16,1	23
	Разнотравье луговое	0,9	10,1	18,8	26,9	18,0	25
22.07	Люцерна желтая	0,8	9,7	19,1	27,0	10,6	31
	Донник белый	1,0	11,0	22,0	21,4	11,2	29
15.08	Мальва-мелюка	1,1	11,4	25,9	15,0	7,5	15
	Амарант	1,0	10,7	27,0	14,2	5,2	19
	Лебеда раскидистая	1,1	11,1	25,5	16,2	2,0	24
	Кукуруза	0,7	9,1	18,6	31,8	3,4	19
	Пайза	0,6	8,8	15,0	30,5	6,4	18
25.08	Отава злаковых	0,6	8,6	5,4	30,6	6,2	25
	Отава бобовых	0,9	10,3	21,2	25,2	12,9	23
	Тифон (розетка)	1,0	10,7	24,0	16,6	18,0	18
20.09	Редька масличная	1,2	12,0	35,4	12,2	16,8	14
	Горчица белая	1,2	11,7	34,2	14,1	10,9	18
	Райграс-рапс	0,9	10,0	17,0	23,5	12,9	23
07.10	Горчица белая	1,2	11,9	34,5	11,6	7,0	17
	Редька масличная	1,1	11,5	23,2	17,8	9,7	18
20.12	Турнепс (корнеплоды)	1,1	11,2	12,4	11,5	15	22
	Зерносенажные	0,8	9,7	14,5	27,7	15,1	30
	Силос (борщевик, мальва-амарант)	0,7	9,1	18,2	30,0	–	17

Примечание. * ... КЕ - кормовые единицы. ** ... ОЭ – обменная энергия.
Все показатели приведены в расчете на абсолютно-сухое вещество.
(Данные по подсобному сельскому хозяйству ОАО "Котласский ЦБК" за 1985-1997 гг.)

При использовании нетрадиционных растений продолжительность зеленого конвейера на европейском Севере может быть расширена в 1.5 раза (до 140-150 дней против 90-100 дней на географической широте местности 62°). Этот срок совпадает с продолжительностью вегетационного периода наземной растительности. Для сравнения: в Одесской области, на юге Украины, зеленый конвейер с набором из традиционных культур длится 150-160 дней (Варламова и Приходько, 1999).

Использование холодостойких и теплолюбивых растений в севообороте позволяет рационально использовать пашню в течение всего вегетационного периода. Важно, что при этом обеспечивается высокое качество кормов во второй половине лета. В итоге продуктивность пашни в расчете на 1 га возрастает примерно в 3-4 раза, коэффициент усвоения ФАР (фотосинтетически активной радиации солнца) приближается к 1.2 %. Урожайность в пересчете на кормовые единицы на высокоокультуренных участках достигает: на супеси 58.7 ц/га, а на суглинках и торфяниках – 71.0-75.9 ц/га.

При традиционной системе она оставляет всего лишь 12-15 ц/га.

Справочно: Информация по агротехнике новых и нетрадиционных растений помещена на WEB-сайте автора по адресу: **http://homepages.atnet.ru/timfbio/index.htm**

V. РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ КУЛЬТУР В ЖИВОТНОВОДСТВО

А. Питательная ценность нетрадиционных растений

По значимости для сельскохозяйственных животных весь спектр новых и традиционно возделывающихся культур можно подразделить на три группы. Комплексная оценка питательности, приведенная к общему знаменателю в виде концентрации обменной энергии, учитывает, кроме протеина, также уровень сырой клетчатки и золы (Григорьев и др., 1989). Внутри каждой группы отдельные растения могут быть представлены в следующем порядке убывания их кормовой значимости (Тимофеев, 1993):

1. Культуры, способные обеспечивать продуктивность 11-7 тыс. л молока в год от фуражной коровы (содержат 12.5-10.7 Мдж обменной энергии в 1 кг абсолютно сухого вещества) – клубни топинамбура, зерно ячменя, редька масличная, горчица белая, турнепс, рапонтикум, лебеда раскидистая, бобовые в год посева (без прохождения фазы цветения), борщевик Сосновского, амарант, окопник шершавый, мальва мелюка. Сравнительная высокая ценность зерна, обусловленная низким уровнем клетчатки, позволяет оптимизировать рационы по концентрации обменной энергии и кормовых единиц. Недостаток зерна – в отсутствии многих витаминов и биологически активных веществ.
2. Культуры с возможностью получения 5-4 тыс. л молока в год (содержат 10.3-10.0 Мдж обменной энергии) – козлятник восточный, сурепица озимая, клевер красный и розовый, люцерна, горохо-овсяная смесь с рапсом яровым, зерносенаж из ячменя с тифоном и рапсом, райграс однолетний с рапсом, разнотравье луговое.
3. Обеспечивают получение всего лишь 2.5-1.5 тыс. л молока в год (9.3-8.8 Мдж обменной энергии) – сено с естественных сенокосов и злаково-бобовое с пашни, кукуруза, злаковые многолетние и их отава, рожь озимая, пайза.

Рис. 11. ПСХ ОАО “Котласский ЦБК” (1978-1999 гг.) и его зоотехническая служба – отбор образцов для анализа качества зеленых кормов

Растения первой группы содержат весьма высокий уровень белка – в 2-3 раза превышающий содержание его в зерне ячменя, но характеризуются повышенной влажностью (борщевик, окопник, мальва, редька, горчица), или же недостатком сахаром (лебеда, амарант, мальва). Они могут служить основой рациона высокопродуктивных животных. Сочетание культур первой группы с растениями второй группы позволяет стабилизировать ежедневный рацион животных по большинству показателей, даже без введения концентрированных кормов. Растения третьей группы должны скармливаться в качестве неосновного поддерживающего корма, с обязательным использованием в рационе зерна, комбикормов и биологически активных добавок.

В небольших и индивидуальных хозяйствах с успехом могут быть использованы дикорастущие растения, в частности луговое разнотравье, кормовая ценность которых находится на уровне клевера красного и горохо-овсяной смеси. Весьма высокая белковая ценность у пребывающего в дикой флоре лебеды раскидистой. При использовании на практике дикорастущих плантаций лебеды нужно иметь в виду, что она содержит довольно много антипитательных веществ (Годон, 1991) и поэтому должна использоваться с некоторой долей осторожности (в небольших дозах).

В. Корреляция с показателями продуктивности животных

Увеличение продуктивности животных за счет биомассы высокобелковых культур, обогащенной протеином, микроэлементами и витаминами – наиболее простой путь интенсификации животноводства. На 2/3 дополнительный прирост продуктивности обеспечивается за счет протеина и на 1/3 за счет микроэлементов и витаминов (Щеглов, 1991). Если для достижения увеличения удоя в два раза, с 2500 до 5000 л, потребность в сахаре и крахмале нужно увеличить также в два раза, то уровень протеина в рационе требуется поднять всего лишь на 40 % (Зимнович и Кокорева, 1991).

Анализ хозяйственных показателей, проведенный при внедрении новых культур в массовое производство, показывает, что существует высокая степень корреляции содержания белка в рационе с продуктивностью крупного рогатого скота (Тимофеев, 1993). В долгосрочном производственном опыте было зафиксировано, что при доведении уровня сырого протеина в годовом рационе с 11-12 до 15-16 % удой на фуражную корову возрос с 2238 до 4250 л молока, а среднесуточные приросты животных увеличились с 551 г до 718 против (табл.5).

Таблица 5

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ ВЫСОКОБЕЛКОВЫХ КУЛЬТУР НА ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОЧНО-МЯСНОГО ЖИВОТНОВОДСТВА

Показатели	Ед. изм-я	Годы внедрения							
		1	2	3	4	5	8	10	12
Продуктивность пашни, к.ед	ц/га	18.1	21.9	28.3	34.5	38.7	38.0	37.7	39.2
Удой на ф. корову	л	2238	2451	2821	3328	3297	3649	4130	4250
Ср.суточный прирост	г	551	561	596	710	742	733	676	718
Убойный выход мяса	%	46.5	47.7	48.5	49.1	50.0	51.4	51.3	51.7
Выход телят на 100 коров	шт	76.3	84.4	88.6	98.9	99.4	99.3	100.1	102.0

Примечание: * ... Стадо крупного рогатого скота черно-пестрой породы численностью 280 голов (ПСХ ОАО "Котласский ЦБК" Архангельской области)

Одновременно произошла более эффективная трансформация энергии и протеина кормов на синтез мышечной ткани животных, с отложением больших количеств пищевого белка в съедобных частях туши тела. Как итог, убойный выход мяса-говядины возрос с 46.5 до 51.7 %. Очень важным является оздоровляющий, имммунно-резистентный эффект последействия при внедрении системы нетрадиционного кормопроизводства на физиологические показатели животных. Известно, что в результате хронического дефицита протеина, энергии, минеральных веществ и витаминов у стельных животных возникают глубокие расстройства обмена, понижается естественная сопротивляемость к факторам внешней среды. Молодняк, полученный от животных с низкой резистентностью, легко заболевает незаразными болезнями под влиянием самых незначительных изменений различных факторов (Самохин, 1988). Это ведет к большому отходу нарождающегося молодняка.

Использование высококачественных зеленых кормов позволило в данном примере реализовать более высокий потенциал репродуктивных качеств у животных. Было отмечено, что у особей женского пола, выращенных на рационах с высоким содержанием протеина, процессы течки и половая охота наступают раньше, протекают более выраженно и продолжительно, они лучше оплодотворяются, отличаются большей молочностью и сохранностью потомства. Итоговый результат внедрения новых высокобелковых растений в рацион кормления выразился в том, что смертность молодняка стала редким явлением, показатель выхода телят на каждые 100 коров возрос почти в полтора раза и достиг 100-102 единиц против 76.3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаев М.Г. Основы теории акклиматизации фитоинтродуцентов и ее значение для освоения новых кормовых растений // Эколого-популяционный анализ кормовых растений естественной флоры, интродукция и использование. Материалы IX Международного симпозиума по новым кормовым растениям. – Сыктывкар, 1999. – С. 7-10.
2. Акназаров О.А., Мамадризохонов А.М., Содаткадамов М.С. Предпосевная обработка семян УФ-лучами и ее влияние на рост и развитие растений ячменя в условиях высокогорий Памира // Актуальные задачи физиологии и биохимии растений в Ботанических садах СССР. – М.: ГБС АН СССР, 1984. – С.5-6.
3. Артемов И.В., Черных Р.Н., Белоножкина Т.Г. Зеленая масса козлятника в рационах дойных коров // Актуальные проблемы инноваций с нетрадиционными растительными ресурсами и создания функциональных продуктов. Материалы I Российской научно-практической конференции. –М., 2001. – С. 136-138.
4. Артемов И.В. Рапс. – М., ВО Агропромиздат, 1989. – 44 с.
5. Ахрем А.А., Ковганко В.В. Экдистероиды: Химия и биологическая активность. – Минск: Наука и техника, 1989. – 327 с.
6. Бажов Г.М., Комлацкий В.И. Биотехнология интенсивного свиноводства. – М. Росагропромиздат, 1989. – 269 с.
7. Бекузарова С.А., Шабанова И.А. Химический состав нетрадиционных видов клевера // Актуальные проблемы инноваций с нетрадиционными растительными ресурсами и создания функциональных продуктов. Материалы I Российской научно-практической конференции. – М., 2001. – С. 120-121.
8. Беленький Н.Г. Биологическая оценка – важный фактор, определяющий качество продукции животноводства // Улучшение качества и сокращение потерь продукции животноводства. – М.: ВО Агропромиздат, 1988. – С. 9-18.
9. Богданов Г.А. Кормление сельскохозяйственных животных. – М.: Агропромиздат, 1990. – 624 с.

10. Варламова К.А., Приходько Е.А. Зеленый конвейер с привлечением альтернативных культур на юге Украины // Эколого-популяционный анализ кормовых растений естественной флоры, интродукция и использование. Материалы IX Международного симпозиума по новым кормовым растениям. – Сыктывкар, 1999. – С. 30-32.
11. Гиренко М.М. и Бородкин А.С., 1991 Коллекция амаранта Всесоюзного Института Растениеводства как исходный материал для селекции // Возделывание и использование амаранта в СССР. Материалы I Всесоюзной научной конференции. – Казань. Изд-во КГУ, 1991. – С.3-7.
12. Гляубертене В.Ф. Биологическая и биохимическая характеристика перспективных силосных растений: Содержание и динамика накопления азотистых веществ в надземной части горца Вейриха, окопника шершавого, сильфии пронзеннолистной и маральего корня в период вегетации на 6 году выращивания / Труды АН Литовской ССР. Серия В, 1986; Т. 2 (94)). – С. 101-108.
13. Гляубертене В.Ф., Ивановская К.М. Биологическая и биохимическая характеристика перспективных силосных растений: Содержание питательных веществ в надземной массе сильфии пронзеннолистной и маральего корня и их изменение во время вегетации / Труды АН Литовской ССР. Серия В, 1987; Т. 4 (100)). – С. 110-118.
14. Годон Б. Растительный белок. – М.: ВО Агропромиздат, 1991.
15. Головкин Б.Н. Основные закономерности поведения травянистых многолетников, переселенных в районы Субарктики: Автореферат дис…док. биол. наук. – Апатиты, 1973. – 33 с.
16. Головко Т.К., Гармаш Е.В., Куренкова С.В., Табаленкова Г.Н., Фролов Ю.М. Рапонтик сафлоровидный в культуре на Европейском Северо-Востоке (эколого-физиологические исследования). – Сыктывкар, 1996. – 140 с.
17. Головко Т.К. Дыхание растений (физиологические аспекты). – СПб. Наука, 1999. – 204 с.
18. Григорьев Н.Г., Гаганов А.П. Влияние концентрации обменной энергии рациона на качество мяса откармливаемых бычков // Улучшение качества и сокращение потерь продукции животноводства. – М.: ВО Агропромиздат, 1988. – С. 89-95.
19. Григорьев Н.Г., Волков Н.П., Воробьев Е.С., Гарист А.В., Фицев А.И., Воронкова Ф.В. Биологическая полноценность кормов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 287 с.
20. Гуляев Б.И., Рожко И.И., Рогаченко А.Д., Голик К.Н., Митрофанов Б.А., Борисюк В.А. Фотосинтез, продукционный процесс и продуктивность растений. – Киев: Наукова Думка, 1989. – 152 с.
21. Домаш В.И., Ярошевич М.И., Пелагейчик Т.Я., Забрейко С.А., Котловская Г.Н., Уральская Е.Р. Содержание белка и его качественный состав у различных видов амаранта, произрастающих в БССР // Возделывание и использование амаранта в СССР. Материалы I Всесоюзной научной конференции. – Казань. Изд-во КГУ, 1991. – С.67-73.
22. Дороганевская Е.А. О связи географического распространения растений с их обменом веществ. – М.: Изд-во АН СССР, 1951. – 135 с.
23. Дороговцев А.Н., Пичугина Е.Н., Козлов М.А. Вопросы интенсификации животноводства в Вологодской области // Интенсификация производства молока и мяса. – М.: Агропромиздат, 1988. – С. 65-71.
24. Зимнович И.А., Кокорева П.А. Крупномасштабное и хозяйственное планирование кормовой базы для интенсивного производства молока // Оптимизация кормления сельскохозяйственных животных. – М.: Агропромиздат, 1991. – С. 163-167.
25. Игловиков В.Г. Настоящее и будущее кормопроизводства России // Кормопроизводство, 1993, № 1. - С.2-5.
26. Иевлев Н.И. Кормовые растения на торфяных почвах европейского Севера. – Л., Наука, 1983. – 152 с.
27. Иевлев Н.И. Интродукция бобовых трав в условиях Коми // Материалы VIII Всероссийского симпозиума по новым кормовым растениям. – Сыктывкар, 1993. – С. 69-71.
28. Иевлев Н.И. Интродукция и семенная продуктивность козлятника восточного в подзоне средней тайги // Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты. Сб. науч. тр. Вып. 7. – М. РАЕН, 2003. – С. 43-51.
29. Иевлев Н.И. Злаковые травы и травосмеси на торфяных почвах. – Екатеринбург, УрО РАН, 1996. – 124 с.
30. Кадырова З.З., Хузиахметов Р.Х., Бреус И.П., Чернов И.А. Влияние минеральных удобрений на урожай и качество амаранта на дерново-подзолистой почве // Возделывание и использование амаранта в СССР. Материалы 1 Всесоюзной научной конференции. – Казань. Изд-во КГУ, 1991. – С. 169-173.
31. Караев А.Х. Тменов И.Д. Эффективность использования амаранта в качестве корма для свиней // Возделывание и использование амаранта в СССР. Материалы I Всесоюзной научной конференции. – Казань. Изд-во КГУ, 1991. – С. 190-193.
32. Концепция развития адаптивного земледелия Кировской обл. Под общей ред. В.А.Фигурина. – Киров, 1998. – 115 с.
33. Корянова Т.А., Лисовский Г.М., Гольд В.М. Перспективы использования методов интенсивной светокультуры для ускорения селекция амаранта // Возделывание и использование амаранта в СССР. Материалы I Всесоюзной научной конференции. – Казань. Изд-во КГУ, 1991. – С. 73-76.
34. Кочанов Н.Е., Василенко Т.Ф., Борисенков М.Ф. Эстральный цикл коровы. – Сыктывкар, 1994. – 60 с.
35. Кудзинай М.А., Барейша М.С., Кучерява Л.В. Новые растения с фитогормональной активностью для животноводства // Вестник Академии наук БССР (Серия: сельскохозяйственная наука), 1980. – С. 107-110.
36. Лысенко Ю. Н., Смирнов А.А. Использование редьки масличной как биологического мелиоранта в севооборотах с картофелем // Материалы Всероссийской научно-производственной конференции “Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений”. Т.4. – Пенза, 1998. – С. 40-41.
37. Маркаров А.М., Маслова С.П. Формирование подземных побегов травянистых многолетних растений // Репродуктивная биология растений (Тр. Коми НЦ УрО РАН, № 158). – Сыктывкар, 1998. – С. 93-99.
38. Марченко О.С. Проблемы технического обеспечения кормопроизводства в России // Кормопроизводство, 1993, № 2. - С. 2-10.

39. Мишуров В.П., Коюшев И.А., Ромашко Н.П. Перспективы интродукции люцерны в Коми АССР // Интродукция растений в Коми АССР (Тр. Коми НЦ УрО РАН, № 102). – Сыктывкар, 1989. – С. 92-99.
40. Мишуров В.П., Зайнуллина К.С. Интродукция видов рода кострец на Севере. – СПб., 1998. – 124 с.
41. Мишуров В.П., Волкова Г.А., Портнягина Н.В. Интродукция полезных растений в подзоне средней тайги Республики Коми (Итоги работы Ботанического сада за 50 лет. Т.1). – СПб.: Наука, 1999а. – 216 с.
42. Мишуров В.П., Рубан Г.А., Скупченко Л.А. Интродукция многообразия природных и культурных видов кормово-силосных растений в Республике Коми // Эколого-популяционный анализ кормовых растений естественной флоры, интродукция и использование. Материалы IX Международного симпозиума по новым кормовым растениям. – Сыктывкар, 1999б. – С. 115-117.
43. Мишуров В.П., Рубан Г.А. Однолетние виды семейства капустных *(Brassicaceae)* в культуре на Севере // Труды IV Международного симпозиума “Новые и нетрадиционные растения и перспективы их применения”. – М.: Изд-во РУДН, 2001. – С. 257-259.
44. Моисеев К.А., Вавилов П.П., Болотова В.С., Космортов В.А. Новые перспективные силосные растения в Коми АССР. – Сыктывкар, 1963. – 240 с.
45. Моисеев К.А., Соколов В.С., Мишуров В.П., Александрова М.И., Коломийцева В.Ф. Малораспространенные силосные растения. – Л.: Колос, 1979. – 328 с.
46. Полевой А.Н. Сельскохозяйственная метеорология. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1992.– 424 с.
47. Потапов А.А. Комплексная оценка образцов клевера лугового в условиях коллекционного питомника // Интродукция растений на европейском Северо-Востоке. (Тр. Коми НЦ УрО РАН, № 150). – Сыктывкар, 1997. – С. 29-34.
48. Прокопенко Л.С., Кирьяченко С.П., Олоничева Р.В. Переваримость питательных веществ вегетативной массы кормовых сортов амаранта // 3-й Международный симпозиум “Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования”. Т.1. – Москва-Пущино, 1999. – С. 127-130.
49. Пшеницын Л.А., Пшеницына Л.Б. Среда и полиморфизм растительных популяций // Труды IV Международного симпозиума “Новые и нетрадиционные растения и перспективы их применения”. – М.: Изд-во РУДН, 2001. – С. 273-275.
50. Самохин В.Т. Профилактика незаразных болезней крупного рогатого скота как необходимое условие эффективной организации промышленного животноводства // Интенсификация производства молока и мяса. – М.: Агропромиздат, 1988. – С. 167-174.
51. Сафаров К.С., Рахимова С.Т., Сафаров А., Асамов Д.К. Изучение динамики накопления сухого вещества, протеина, каротина и углеводов в различных органах амаранта в онтогенезе // 3-й Международный симпозиум “Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования”. Т.1. – Москва-Пущино, 1999. – С. 144-146.
52. Сафин Х.М. Галега – приоритетная кормовая культура для Зауралья Башкортостана // Актуальные проблемы инноваций с нетрадиционными растительными ресурсами и создания функциональных продуктов. Материалы I Российской научно-практической конференции. –М., 2001. – С. 144-146.
53. Синькевич Е.И., Ларионова Н.П., Дубровина И.А. Некоторые энергетические и почвенно-ботанические аспекты оценки интродуцентов // Эколого-популяционный анализ кормовых растений естественной флоры, интродукция и использование. Материалы IX Международного симпозиума по новым кормовым растениям. – Сыктывкар, 1999. – С. 181-184
54. Скурихин И.М., Нечаев А.П. Все о пище с точки зрения химика: Справочное издание. – М.: Высшая школа, 1991. – 288 с.
55. Справочник агронома Нечерноземной зоны. Под ред. академика ВАСХНИЛ Г.В.Гусева. – М.: ВО Агропромиздат, 1990. – 575 с
56. Справочник по кормопроизводству. Под ред. член-кор. ВАСХНИЛ А.И.Тютюнникова. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 352 с.
57. Тимофеев Н.П. Некоторые практические итоги внедрения нетрадиционного кормопроизводства // Материалы VIII Всероссийского симпозиума по новым кормовым растениям. – Сыктывкар, 1993. – С.152-153.
58. Тимофеев Н.П., Володин В.В., Фролов Ю.М. Распределение 20-гидроксиэкдизона в структуре надземной части *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin. – СПб., Растительные ресурсы, 1998. – Вып.3. – С. 63-69.
59. Тимофеев Н.П. Новая технология и производственная эффективность высококачественного растительного сырья рапонтика сафлоровидного // Труды III Международного симпозиума “Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования”. Т. 3. – Пущино, 1999. – С. 465-467.
60. Тихомиров А.А., Лисовский Г.М., Сидько Ф.Я. Спектральный состав света и продуктивность растений. – Новосибирск, Наука, Сиб. отд-е, 1991. – 168 с.
61. Утеуш Ю.А. Новые перспективные кормовые культуры. – Киев: Наукова Думка, 1991. – 192 с.
62. Фисун М.Н., Говоров С.А., Кардакова З.М. Озимый рапс в системе биологизированного земледелия и его хозяйственное использование // Труды IV Международного симпозиума “Новые и нетрадиционные растения и перспективы их применения”. – М.: Изд-во РУДН, 2001. – С. 363-365.
63. Харьков Г.Д. Люцерна. – М. ВО Агропромиздат, 1989. – 61 с.
64. Чернышева С.В., Косарева И.А., Синельникова В.Н., Кожушко Н.Н., Барашкова Э.А., Гиренко М.М. Устойчивость амаранта к неблагоприятным факторам среды на ранних этапах развития растений // Возделывание и использование амаранта в СССР. Материалы I Всесоюзной научной конференции. – Казань. Изд-во КГУ, 1991. – С. 135-142.
65. Чистова В.А., Газизова Н.И., Бреус И.П., Чернов И.А. Динамика роста амаранта в зависимости от условий минерального питания на дерново-подзолистой почве и черноземах // Возделывание и использование амаранта в СССР. Материалы I Всесоюзной научной конференции. – Казань. Изд-во КГУ, 1991. – С. 172-177.

66. Швецова В.М. Фотосинтез и продуктивность сельскохозяйственных растений на Севере. – Л., 1987. – 94 с.
67. Шкункова Ю.С., Постовалов А.П. Кормление свиней на фермах и комплексах. – Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-е, 1988. – 255 с.
68. Щеглов В.В. Оптимизация кормления сельскохозяйственных животных на основе новых детализированных норм // Оптимизация кормления сельскохозяйственных животных. – М.: Агропромиздат, 1991. – С. 6-13.
69. Эдварс Дж., Уокер Д. Фотосинтез C_3 и C_4-растений: механизмы и регуляция. – М.: Мир, 1986. – 598 с.
70. Эрнст Л.К., Шичалин А.В. Интенсификация и повышение эффективности производства молока и мяса // Интенсификация производства молока и мяса. – М.: Агропромиздат, 1988. – С. 3-18.
71. Dancik J. Porovnanie produktivnosti styroch dryhov letnych a strniskovych medsiplodin. – Rostl. Vyroba, 1985. – Vol. 31, N 2. – P. 115-124.
72. Dawson P.M., Elliott D.C., Elliott W.H., Jones K.M. Data for Biochemical Research. – Oxford Clarendon Press, 1986. – 544 p.
73. Koch D.W., Ernst F.C., Leonard N.R. Lamb perfomance on extended-season grazing of tyfon. – J. anim.Sc., 1987. – Vol. 64, N 5. – P. 1275-1279.
74. Krishnan G., Holshouser D.L., Nissen S.J. Weed control in soybean (Glycine max.) with green manure crops. – Weed Technon., 1998. – Vol. 12, N 1. – P. 97-102.
75. Lafont R., Dinan L.. Practical uses for ecdysteroids in mammals including humans: an update // Journal of Insect Science, 2003, 3.7. 30 pp.
76. Matejikova O., Banoch Z. Strniskove meziplodiny v zavlaze. – Rostl. Vyroba, 1985. – Vol. 31, N 2. – P. 155-164.
77. Nosberger J., Opitz von Borberfeld W. Grund-futter production. – Berlin und Hamburg. Verlag Paul Parey, 1986. – 182 p.

Дата публикации: 3 ноября 2003
Источник: SciTecLibrary.ru

Вы можете оставить свой комментарий по этой статье или прочитать мнения других в следующих разделах ФОРУМА:

Copyright © SciTecLibrary © 2000-2017

Агентство научно-технической информации Научно-техническая библиотека SciTecLibrary. Свид. ФС77-20137 от 23.11.2004.