

УДК 636.086:577.161.11

СОДЕРЖАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ КАРОТИНОИДОВ В ЗЕЛЕННЫХ И КОНСЕРВИРОВАННЫХ КОРМАХ

МЕНЬКИН В. К., ТУМРИЕВ А. Д.

(Кафедра кормления сельскохозяйственных животных)

Основным источником синтеза витамина А для жвачных животных являются каротиноиды, которые образуются в зеленых растениях и содержатся практически во всех клетках, способных к фотосинтезу. Они могут также синтезироваться бактериями, грибами и водорослями [1, 3].

Каротиноиды в растениях и организме животных выполняют разнообразные функции [8, 10, 14].

Многие исследователи пытались найти связь между накоплением каротиноидов в растениях и факторами внешней среды; освещенностью, температурой, физико-химическими свойствами почвы, условиями агротехники, фазой развития растений и т. д. [4, 6, 7, 9, 11, 13, 15].

Зеленые растения являются полноценным кормом для жвачных животных, обеспечивающим их почти всеми необходимыми питательными веществами. В стойловый период животные потребляют растительные корма, консервированные различными способами, в которых содержится меньше каротина, чем в зеленых растениях.

Потери каротина при естественной сушке трав на сено достигают 50—80 и более процентов [2, 18]. При силосовании зеленых растений сохранность каротина лучше, чем при высушивании трав. В силосованном корме сохранность каротина составляла 15,5—96% от содержащегося в исходном растительном материале, она связана с условиями консервирования и хранения.

Содержание каротина в силосе зависит также от вида силосуемых растений. Так, в кукурузном силосе при натуральной влажности содержалось 30,68 мг каротина на 1 кг, в силосе из ботвы сахарной свеклы — 51,7, из озимой ржи — 22,82, а в смеси овес + горох — 37,82 мг [2, 5, 16].

Наиболее совершенным способом фиксации физиологически полезного комплекса питательных веществ в настоящее время является искусственная сушка зеленых растений. В этом случае сохраняется до 88,8—95% каротина от количества его в исходном сырье [16, 17].

Обладая одинаковой химической формулой, каротиноиды образуют изомеры разной биологической активности. Так, если принять активность β -каротина за 100%, то активность α - и γ -изомеров составит соответственно 56 и 28% [12, 15]. В зеленых растениях встречаются в основном α - и β -каротиноиды, а из ксантофиллов наиболее распространены лютеин, виолоксантин и неоксантин [3].

Будучи по своей природе ненасыщенными углеводородами, каротиноиды легко разрушаются под действием различных факторов: влаги, кислой среды, температуры и т. д. Все это способствует их изомеризации, при этом образуются различные стереоизомеры и первичные окрашенные продукты окисления молекул каротина.

Имеющиеся сообщения о содержании каротиноидов посвящены в основном исследованию этих пигментов в овощных, плодовых и декоративных растениях. Сведений о содержании отдельных каротиноидов в зеленых растениях и в полученных из них кормах в литературе мало. В связи с этим определенный практический интерес представляет изучение характера накопления каротина в растениях в период вегетации с целью выявления наиболее оптимальных сроков скашивания для получения кормов, богатых каротином и питательными веществами.

Методика исследований

Исследования проводили в учхозе ТСХА «Дружба» Ярославской области. В течение вегетационных периодов 1974 и 1975 гг. изучали содержание отдельных каротиноидов в злаковых (овес, ежа сборная, мятлик луговой, лисохвост, тимофеевка луговая, овсяница луговая), бобовых (клевер красный, вика яровая, горох) кормовых растениях по фазам вегетации, в пастбищной траве по циклам стравливания, в сене, силосе, сенаже, в рассыпной и гранулированной травяной муке в период хранения. Для определения витаминной ценности отрастающей травы образцы отбирали с одного и того же участка перед стравливанием. Средние образцы зеленых и консервированных кормов отбирали по общепринятой методике. Качественное разделение каротиноидов проводили методом бумажной хроматографии. Количественное определение осуществляли спектрофотометрически на СФ-4.

Результаты исследований

Содержание каротина в процессе роста и развития кормовых растений снижалось (табл. 1). Наибольшим оно было на ранних фазах вегетации. Так, в стадии всходов в сухом веществе злаковых растений содержалось в среднем каротина 200,7 мг/кг, а бобовых — 333,1 мг, в период образования семян — соответственно 59,4 и 131,5 мг. Начиная с фазы цветения концентрация каротина резко снижалась: у злаковых она составила 51,1%, а у бобовых — 58,6% от количества каротина в стадии всходов. В период образования семян злаковые теряли 71,5% провитамина А от первоначальной его концентрации, а бобовые — 61,5%. В то же время, несмотря на примерно одинаковый уровень относительного снижения концентрации каротина, содержание этого пигмента в бобовых растениях достоверно выше, чем в злаковых.

Т а б л и ц а 1

Динамика содержания каротина в растениях по фазам вегетации в среднем за 1974—1975 гг. (в сухом веществе)

Фаза вегетации	Всего, мк/кг	α-каротин		β-каротин	
		мг/кг	%	мг/кг	%
З л а к о в ы е					
Всходы	200,7±4,9	55,6±1,4	27,7	145,1±3,6	72,3
Кущение	180,2±7,6	35,3±1,5	19,6	144,9±6,1	80,4
Выход в трубку	183,8±13,2	33,2±2,5	18,1	150,6±10,7	81,9
Колошение	177,1±6,8	27,4±1,2	15,5	149,7±5,8	84,5
Цветение	102,4±9,1	18,7±1,7	18,3	83,7±7,7	81,7
Образование семян	59,4±3,5	19,1±1,3	32,1	40,3±2,7	67,9
Б о б о в ы е					
Всходы	333,1±1,9	69,9±1,9	21,0	263,2±1,5	79,0
Стебление	325,2±6,4	50,5±1,2	15,5	274,7±6,2	84,5
Рост стебля	320,2±2,4	50,5±1,6	15,4	270,7±3,2	84,6
Бутонизация	321,4±4,2	45,8±0,7	14,2	275,6±3,5	85,8
Цветение	195,3±0,4	30,8±1,1	15,8	164,5±1,1	84,2
Образование семян	131,5±6,0	27,0±0,2	20,5	104,5±5,7	79,5

Анализ динамики накопления изомеров каротина показал, что максимальная концентрация α -каротина совпала по времени с наибольшим содержанием общего каротина в растениях. По мере развития растений она снижалась, но в фазу цветения относительное содержание α -каротина начинало увеличиваться и в стадии образования семян у злаковых составляло 32,1%, у бобовых — 20,5% общего количества каротина.

Максимальное количество β -каротина накапливалось в растениях до их цветения. В последующие фазы оно резко снижалось. Так, в фазу колошения в сухом веществе злаковых растений содержалось

Т а б л и ц а 2

Динамика содержания ксантофиллов в растениях по фазам вегетации в среднем за 1974—1975 гг. (в сухом веществе)

Фаза вегетации	Всего, мг/кг	Лютеин		Виолоксантин		Неоксантин	
		мг/кг	%	мг/кг	%	мг/кг	%
З л а к о в ы е							
Всходы	267,6 \pm 8,1	172,9 \pm 10,1	64,6	62,4 \pm 5,2	23,3	32,3 \pm 1,5	12,1
Кушение	392,5 \pm 13,8	255,6 \pm 8,6	65,1	89,8 \pm 4,4	22,9	47,1 \pm 1,9	12,0
Выход в трубку	617,1 \pm 13,4	401,8 \pm 11,7	65,1	141,9 \pm 7,8	23,0	73,4 \pm 3,0	11,3
Колошение	607,1 \pm 8,1	396,9 \pm 14,9	65,4	138,3 \pm 6,7	22,8	71,9 \pm 2,8	11,8
Цветение	540,1 \pm 18,0	352,7 \pm 8,8	65,3	126,3 \pm 2,7	23,4	61,6 \pm 3,8	11,3
Образование семян	515,6 \pm 9,7	326,5 \pm 11,8	63,3	127,6 \pm 4,6	24,7	51,5 \pm 3,0	12,0
Б о б о в ы е							
Всходы	394,1 \pm 7,8	255,9 \pm 4,9	64,9	90,4 \pm 1,8	22,9	47,8 \pm 1,1	12,2
Стеблевание	597,4 \pm 1,8	398,1 \pm 1,9	66,6	131,6 \pm 0,4	22,0	67,7 \pm 0,5	11,4
Рост стебля	884,7 \pm 2,1	576,1 \pm 1,1	65,1	202,7 \pm 0,5	22,9	105,9 \pm 0,6	12,0
Бутонизация	869,1 \pm 3,7	565,6 \pm 0,9	65,1	199,5 \pm 0,4	22,9	104,0 \pm 0,1	12,0
Цветение	667,9 \pm 3,1	435,0 \pm 1,9	65,1	153,4 \pm 0,7	23,0	79,5 \pm 0,3	11,9
Образование семян	548,1 \pm 5,5	355,0 \pm 3,5	64,7	126,9 \pm 1,1	23,1	66,2 \pm 0,9	12,2

149,7 мг β -каротина и у бобовых в стадию бутонизации — 265,6 мг, а в период образования семян — соответственно 40,3 и 104,5 мг. С возрастом растений относительное содержание β -каротина в общем количестве каротина уменьшалось.

Из табл. 1 видно, что β -каротин в злаковых растениях разрушался быстрее, чем в бобовых, и во все стадии вегетации в бобовых растениях его содержалось достоверно больше, чем в злаковых. Соотношение α - и β -каротина колебалось от 1:2,1 до 1:8,6 и зависело от фазы развития и вида растения.

В зеленых растениях, помимо каротина, содержится и другая обширная группа желтоокрашенных пигментов — ксантофиллы. Соотношение отдельных ксантофиллов остается относительно постоянным в отличие от отношения α -каротина к β -каротину, которое, как отмечалось выше, может сильно меняться в течение вегетации.

Из данных табл. 2 видно, что ксантофиллы накапливались в растениях вплоть до фазы цветения, а к концу вегетационного периода их содержание интенсивно уменьшалось, однако относительное количество ксантофиллов было выше, чем каротина. В период активного роста растений соотношение каротина и ксантофиллов менялось незначительно. У злаковых растений в стадию всходов оно находилось в пределах 1:1, в фазу колошения — 1:3,4, а во время образования семян — 1:8,6. У бобовых растений в фазу образования семян соотношение каротина и ксантофиллов составляло 1:4, а в ранние фазы развития оно

было таким же, как у злаковых растений. Видимо, в процессе роста и развития растений каротин разрушается интенсивнее, чем ксантофиллы, особенно в последние фазы вегетации. У злаковых каротин распадается интенсивнее, чем у бобовых, при относительно равной скорости снижения количества ксантофиллов.

Из данных табл. 2 также видно, что лютеин (диокси- α -каротин) накапливается в растениях в большем количестве, чем виолоксантин (3:3 диокси- β -каротин).

Таким образом, до цветения содержание каротиноидов в растениях высокое. В этот же период в них накапливается максимум биологиче-

Т а б л и ц а 3

Содержание каротина в пастбищной траве в периоды стравливания в 1974—1975 гг.
(в сухом веществе)

Время стравливания	Всего, мг/кг	α -каротин		β -каротин	
		мг/кг	%	мг/кг	%
Май	118,5 \pm 5,4	29,6 \pm 3,2	24,9	88,9 \pm 2,1	75,1
Июнь	140,3 \pm 6,1	27,0 \pm 2,4	19,2	113,3 \pm 3,3	80,8
Июль	147,3 \pm 2,2	25,6 \pm 1,3	17,4	121,7 \pm 2,5	82,6
Август	115,0 \pm 3,4	24,1 \pm 1,8	20,9	90,9 \pm 2,9	79,1
Сентябрь	62,7 \pm 4,7	18,7 \pm 2,3	29,8	44,0 \pm 3,1	70,2

чески наиболее ценного провитамина А — β -каротина. Все это следует учитывать при выборе оптимальных сроков заготовки кормов для сельскохозяйственных животных.

С целью изучения влияния стравливания на витаминную ценность отрастающей травы определяли содержание каротиноидов в пастбищных растениях (более 90% злаковых растений) по циклам стравливания.

Как показывают данные табл. 3, накопление каротина пастбищными травами идет на протяжении весенне-летних месяцев. Максимум каротина содержится в траве в июле — на 30,6 мг в 1 кг сухого вещества больше, чем в среднем за пастбищный сезон. В это время у пастбищных растений наблюдается второе кущение и отрастающие побеги интенсивно накапливают каротин. В конце пастбищного сезона концентрация каротина в растениях резко падала — до 42,5% от максимума.

Содержание α -изомера в отличие от уровня общего каротина в течение всего пастбищного сезона снижалось. Наибольшая концентрация его отмечалась в мае — в среднем 29,6 мг в 1 кг сухого вещества. В конце пастбищного сезона количество этого пигмента составляло всего 63,2% от первоначального уровня. В то же время относительное содержание его в общем каротине к концу пастбищного периода возрастало: если в июле оно составляло 17,4%, то в сентябре — уже 29,8%. По-видимому, это связано с тем, что в сентябре, когда прекращается рост растений и снижается концентрация каротина, α -каротин разрушается медленнее, чем β -изомер. В среднем за пастбищный сезон в сухом веществе травы содержалось α -каротина 25 мг/кг, или 21,4% от общего каротина.

Наибольшее относительное и абсолютное содержание β -каротина приходилось на июль. В это время его было в 4,7 раза больше, чем α -каротина. В последующие месяцы содержание β -каротина в пастбищной траве снижалось более интенсивно, чем α -каротина, однако до конца сезона оставалось более высоким по сравнению с содержанием α -изомера (в среднем на 58,2%). В сентябре количество β -изомера со-

ставляло всего 44 мг/кг, или 36,1% от максимума, при среднем содержании за весь пастбищный период 91,7 мг/кг.

Ксантофиллы в пастбищной траве накапливались на протяжении более длительного периода, чем каротин, и максимальная их концентрация наблюдалась в августе (табл. 4).

В течение пастбищного периода качественный состав ксантофиллов существенно не изменяется. Среди изомеров преобладал лютеин,

Т а б л и ц а 4

Содержание ксантофиллов в пастбищной траве (в сухом веществе)

Время стравливания	Всего, мг/кг	Лютеин		Виолксантин		Неоксантин	
		мг/кг	%	мг/кг	%	мг/кг	%
Май	365,7±5,9	242,1±3,2	66,2	89,8±4,2	24,5	33,8±3,7	9,3
Июнь	352,6±6,1	244,0±4,0	69,2	78,0±5,3	22,1	30,6±2,4	8,7
Июль	465,2±4,8	313,6±5,2	67,4	110,6±2,9	23,8	41,0±3,1	8,8
Август	493,3±2,1	319,7±1,8	64,8	116,8±2,1	23,7	56,8±2,0	11,5
Сентябрь	361,4±5,7	242,6±4,4	67,1	81,1±3,3	22,4	37,7±2,7	10,5

его содержание колебалось от 242,1 до 319,7 мг в 1 кг сухого вещества. Виолксантина и неоксантина содержалось в среднем соответственно 95,3 и 39,9 мг/кг. К концу пастбищного сезона количество ксантофилла и его изомеров достаточно уменьшалось и составляло 88,7% от среднего уровня. Содержание лютеина снижалось на 10,9%, виолксантина — на 14,9, неоксантина — на 5,5%.

Содержание ксантофиллов ранней осенью уменьшалось медленнее, чем каротина. Так, если отношение каротина к ксантофиллу с мая по август находилось в пределах 1:2,5 — 1:4,3, то в сентябре оно было равно 1:5,7. В среднем содержании ксантофиллов в растениях в 3,5 раза превышало количество каротина.

Из данных табл. 3 и 4 видно, что качественный состав каротиноидов и их количество в пастбищной траве во время стравливания характерны для периода активного роста. Следовательно, стравливание и последующие подкашивания использованных участков способствуют получению в травах на протяжении выпаса такого количества каротиноидов, которое позволяет удовлетворить потребности животных в витамине А.

Анализ образцов зеленых растений, из которых готовили консервированные корма, показал, что содержание каротиноидов в исходном сырье достаточно высокое. Меньше всего содержалось каротина в луговой траве. Это связано с тем, что к моменту скашивания многие луговые растения находятся на более поздней стадии развития, чем посевные культуры. По содержанию каротина бобово-злаковые травосмеси занимают промежуточное положение между злаковыми и бобовыми растениями в чистых посевах.

Существенных различий в соотношении каротиноидов у всех видов трав, используемых для заготовки кормов, не отмечено.

В скошенной траве наряду с распадом каротина идут процессы разрушения ксантофиллов. При консервировании растений (сушке, силосовании) под действием солнечного света, кислорода, воздуха, высоких температур, органических кислот, а также в ходе автолиза запасы каротиноидов уменьшаются. В настоящее время считается установленным, что при различных способах заготовки в кормах сохраняется неодинаковое количество каротина.

Данные о каротиновой ценности кормов при различных сроках хранения представлены в табл. 6. Из них видно, что в первый же месяц

Т а б л и ц а 5

Содержание каротиноидов в зеленой массе кормовых трав (в сухом веществе)

Зеленая масса	Каротин			Ксантофиллы			
	всего, мг/кг	в т. ч., %		всего, мк/кг	в т. ч., %		
		α-каро-тин	β-каро-тин		лютеин	виро-ксантин	неоксантин
Клевер + тимopheевка луговая	190,8	20,8	79,2	679,8	66,3	21,1	12,6
	±5,6	±4,1	±3,2	±3,9	±2,1	±3,2	±1,4
Вика + овес	181,9	22,3	77,7	654,3	65,2	22,9	11,9
	±7,2	±2,1	±1,3	±2,6	±3,3	±4,1	±2,5
Клевер	242,4	21,4	78,6	723,8	64,7	23,2	12,1
	±3,1	±2,3	±1,8	±4,1	±2,0	±3,1	±1,8
Злаки посевные	161,3	23,2	76,8	527,3	65,1	24,1	10,8
	±5,4	±4,5	±5,3	±5,7	±3,2	±1,7	±2,1
Луговая трава	103,5	24,7	75,3	448,7	67,2	21,4	11,4
	±6,2	±2,8	±3,2	±6,3	±2,4	±2,1	±1,9

использования грубых и сочных кормов содержание каротина в них намного меньше, чем в исходном растительном сырье. Его потери в злаковом посевном и луговом сене к октябрю составили соответственно 66,1 и 67,8%. К концу стойлового периода количество общего каротина снизилось до 15,3 и 13,1% от исходного.

Предшественника витамина А в луговом сене содержалось меньше, чем в сене из сеяных злаков, но интенсивность разрушения каротина в обоих видах кормов была одинаковой, что, по-видимому, обусловлено идентичностью условий хранения.

В силосе и сенаже каротин сохраняется лучше, чем в сене, а в сенаже лучше, чем в силосе. Наиболее полно каротин сохраняется в

Т а б л и ц а 6

Содержание каротина в кормах стойлового периода (в сухом веществе)

Корм	Октябрь			Январь			Апрель		
	всего, мг/кг	в т. ч., %		всего, мк/кг	в т. ч., %		всего, мг/кг	в т. ч., %	
		α-каро-тин	β-каро-тин		α-каро-тин	β-каро-тин		α-каро-тин	β-каро-тин
Сено злако- вое	54,7±16,8	22,4	77,6	24,6±6,8	24,3	76,7	8,3±2,7	24,5	76,5
Сено луговое	33,4±12,1	24,5	75,5	16,7±9,4	25,8	74,2	4,5±8,6	24,2	76,8
Силс вико- овсяный	102,4±6,3	27,9	72,1	34,5±9,4	31,6	68,4	23,4±4,5	29,4	70,6
Сенаж кле- вер+тимо- феевка лу- говая	119,3±12,4	20,5	79,5	49,5±8,1	21,4	78,6	30,8±9,7	21,2	78,8
Вико-овся- ная травя- ная мука:									
гранули- рован- ная	232,5±11,3	19,5	80,5	188,6±10,7	20,4	79,6	142,4±1,4	22,3	77,7
рассып- ная	216,2±9,3	21,3	78,7	157,2±10,6	22,6	77,4	94,7±7,2	22,4	77,6

рассыпной и гранулированной травяной муке искусственной сушки: сохранность общего каротина в травяной муке в октябре составила соответственно 89,1 и 95,9% от его количества в исходном сырье, а к концу стойлового периода — 43,2 и 61,2%. К этому времени в рассыпной муке содержание каротина было равно 94,7 мг, а в гранулированной — 142,4 мг в 1 кг сухого вещества, т. е. оставалось достаточно высоким. Более сильное разрушение предшественника витамина А в рассыпной муке, вероятно, можно объяснить большей площадью соприкосновения с воздухом. Все это позволяет заключить, что гранулирование травяной муки способствует сохранению каротина.

Однако, несмотря на столь резкие количественные изменения каротина, его качественный состав в консервированных кормах был бо-

Т а б л и ц а 7

Содержание ксантофиллов в кормах стойлового периода (в сухом веществе)

Корм	Октябрь				Январь				Апрель			
	всего, мг/кг	в т. ч., %			всего, мг/кг	в т. ч., %			всего, мг/кг	в т. ч., %		
		лютеин	виолоксантин	неоксантин		лютеин	виолоксантин	неоксантин		лютеин	виолоксантин	неоксантин
Сено злаковое	134,5 ±11,4	66,7	20,9	12,4	79,8 ±10,4	68,9	19,4	11,7	32,5 ±8,3	71,3	18,6	10,1
Сено луговое	133,4 ±9,8	68,4	21,4	10,2	74,6 ±15,4	69,3	19,6	11,1	33,3 ±10,8	72,8	18,1	9,9
Силос вико- овсяный	321,7 ±8,5	65,7	21,6	12,7	203,7 ±10,2	63,9	23,5	12,6	78,4 ±15,4	62,4	24,7	12,9
Сенаж клевер- ный	310,2 ±9,1	70,2	19,7	10,3	223,6 ±9,7	72,1	18,7	9,2	106,0 ±17,1	72,4	18,4	9,2
Вико-овсяная травяная му- ка:												
гранулиро- ванная	432,8 ±6,7	65,4	19,6	15,0	373,6 ±14,2	66,7	21,3	12,0	261,2 ±12,1	67,2	21,4	11,4
рассыпная	428,3 ±10,3	66,2	20,9	12,9	364,5 ±12,4	67,5	20,2	12,3	283,3 ±9,4	66,9	21,6	11,5

лее или менее стабилен. Только в силосе относительное содержание α -каротина в начале стойлового периода было на 5,4%, а в январе уже на 9,3% больше, чем в исходном сырье. Тот факт, что в кормах сохраняется практически одинаковое соотношение изомеров каротина, по-видимому, можно объяснить тем, что β -каротин окисляется быстрее, чем α -каротин. В силосе, возможно, происходит не только разрушение β -изомера, но и его изомеризация под действием органических кислот, образующихся при созревании силоса.

Из данных табл. 7 видно, что содержание ксантофиллов в кормах в процессе их хранения значительно изменяется. Кислородсодержащие каротиноиды быстро разрушаются, но все же медленнее, чем каротин.

Качественный состав ксантофиллов в процессе хранения сена и травяной муки не претерпевает существенных изменений, что, видимо, обусловлено большим распадом лютеина, чем виолоксантина и неоксантина.

В силосе доля лютеина в общем содержании ксантофиллов меньше, чем в других кормах, и он разрушается более интенсивно. По-видимому, повышение температуры массы во время силосования и образование органических кислот вызывают различные изменения каротиноидов и способствуют их разрушению.

Выводы

1. Каротин в многолетних и однолетних злаковых и бобовых кормовых растениях наиболее интенсивно синтезируется в ранние фазы их развития. Максимальное количество каротина содержится в 7—9-дневных всходах (в среднем 200 мг у злаков и 333 мг в 1 кг сухого вещества у бобовых), минимальное — в фазу образования семян (у злаков — 59 мг/кг, а бобовых — 131 мг/кг).

2. Во все фазы вегетации злаковых и бобовых растений содержание β -изомера каротина было выше, чем α -изомера, а среди ксантофилов преобладал лютеин, на долю которого приходилось ~65%.

3. Качественный состав каротиноидов и их количество в пастбищной траве по циклам стравливания обеспечивают потребность молочных коров в провитаминах А.

4. В процессе консервирования и хранения кормов происходит разрушение каротиноидов. Наибольшее количество каротина разрушается при хранении сена, затем силоса и сенажа. В гранулированной травяной муке каротин сохраняется лучше, чем в рассыпной. Поэтому при составлении зимних рационов для молочных коров необходимо проводить контроль за содержанием каротина в кормах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атаманюк Д. И., Гарковенко Д. И., Духовная А. М. Каротиноиды актиномицетов. «Изв. АН МССР». Сер. биол. и хим. наук, 1973, № 1, с. 50—52.— 2. Веринигор В. А., Таранов М. Т. Консервирование кормов. Алма-Ата, «Кайнар», 1974.— 3. Гудвин Т. Сравнительная биохимия каротиноидов. М., ИЛ, 1954.— 4. Емелина Н. Т., Крылова В. С., Петухова Е. А., Бромлей Н. В. Витамины в кормлении с.-х. животных и птиц. М., «Колос», 1970.— 5. Емельянов А. С., Ипатова Г. П., Забегалова Н. Н. Питательность травяной муки из отавы клевера с тимофеевкой в рационах молочных коров. Тр. Сев.-Зап. НИИ молочного и лугопастбищного хозяйства, 1973, вып. 8, с. 3—6.— 6. Журавлев Е. М., Меженко И. В., Панова Г. А., Ивановский В. И., Кондрашкина Н. И. Содержание пигментов в кормовых культурах в зависимости от удобрений и фазы развития растений. В сб.: Тр. Пензенского с.-х. ин-та, 1959, с. 98—107.— 7. Захарченко И. М. Витамины А в кормах и кормлении. Автореф. докт. дис. Киев, 1959.— 8. Карнаухова В. Н. Функция каротиноидов в клетках живот-

ных. М., «Наука», 1973.— 9. Ким Р. М. Влияние разного уровня каротина в рационе сухостойных коров в условиях пригородных хозяйств Узбекистана. Автореф. канд. дис. Самарканд, 1973.— 10. Лебедев С. И. Физиологическая роль каротина в растениях. Киев, АН УССР, 1953.— 11. Лесников М. Ф., Савицкайте Д. В. Динамика образования каротина в растениях в зависимости от уровня азотного питания и орошения. «Агрехимия», 1975, вып. 8, с. 69—74.— 12. Нестерова Е. А. Методы определения витаминов в кормах. М., «Колос», 1967.— 13. Привалов О. Е. Использование каротина кукурузного силоса молочными коровами. «Животноводство», 1967, вып. 2, с. 82—83.— 14. Самородова Г. В. Исследования связи каротиноидов с генеративными функциями растений. Автореф. канд. дис. Л., 1957.— 15. Труфанов А. В. Биохимия и физиология витаминов и антивитаминов. М., «Колос», 1972.— 16. Güther G. Z. Archiv Tierernährung, 1972, B. 22, A. 8, S. 555—559.— 17. Ferrer A. "Fourrages", 1972, N 2, S. 41—51.— 18. Nehring K., Hoffmann M. "Archiv für Tierernährung", 1966, B. 16, H. 6—7, S. 554—567.

Статья поступила 16 марта 1977 г.

SUMMARY

The content of certain carotenoids was studied in perennial and annual cereals and in fodder legumes by the phases of the growing season, in pasture grass—by the grazing cycles, in hay, silage and loose and granulated grass meal—in the process of storage. The highest concentration of β -carotene has been found in the heading period in cereals (84.5% of the total carotene) and in the budding period in legumes (85.8%).

The highest xanthophyll content has been found in the booting stage in cereals (up to 617.1 mg/kg) and in the stage of stem growth in legumes (up to 884.7 mg per 1 kg of dry matter). The most common xanthophyll was lutein (63—66.9%).

During 9 months of storage 43.2—61.2% of carotene was preserved in grass meal, 12.3% in silage, 4.3—5.2% in hay, compared to its amount in the original green mass.