EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA TOIMETISED. XIV KÖIDE
BIOLOOGILINE SEERIA. 1965, Nr. 4

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР. ТОМ XIV
СЕРИЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ. 1965, № 4

https://doi.org/10.3176/biol.1965.4.12

Х. КРАЛЛЬ, Я. ЛИЙВ

О ЦИФРАХ КОРМОВОЙ ЦЕННОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ И ВОЗМОЖНОСТЯХ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОЦЕНКЕ ЛУГОВ И ПАСТБИЩ

Растительные сообщества лугов и пастбищ формируются под воздействием ряда факторов, среди которых можно назвать как факторы местообитания (освещение, условия увлажнения и питания), среду, создаваемую видами, входящими в сообщество (химические вещества, выделяемые растениями), биологическую природу различных видов растений и взаимоотношения последних в сообществе (постоянство и конкурентоспособность видов), так и остальные компоненты биоценоза, а также деятельность человека. Признаки растительного сообщества, его видовой состав, а также качественные и количественные отношения видового состава отражают окончательный результат совместного воздействия всех факторов и тем самым являются хорошим общим показателем кормовой ценности (Klapp, 1949; Клапп, 1961; Лийв, 1964; Ellenberg, 1952; de Vries, 1954 и др.). Если же возникает надобность в объяснении и выделении воздействия отдельных факторов на формирование кормовой ценности травостоя, то кроме признаков растительного покрова необходимо анализировать и его отдельные компоненты.

До последнего времени при проведении опытов по удобрению лугов и пастбищ, а в частности лугов, было общепринято обсуждать изменения в травостое лишь по экономическому эффекту (т. е. по приросту урожая), а в некоторых случаях по изменениям в почве в течение сравнительно не длительного периода экспериментов (два—четыре года). Нередко же само растительное сообщество вместе с внутренними закономерностями, влияющими на его развитие, и отношениями между отдельными видами оставалось вне внимания исследователей. Однако изменение одного существенного для растений фактора среды обитания часто вызывает ряд изменений в его развитии. В результате же кратковременных, в основном качественного порядка, наблюдений невозможно получить правильное представление о направлении развития растительного сообщества, таким путем охватываются лишь начальные этапы его развития.

Как на естественных, так и на окультуренных лугах и пастбищах определение хозяйственной ценности растительных сообществ, сравнение их между собой и цифровое выражение кормовой ценности является отнюдь не сложной задачей. Соответственная методика была разработана в Западной Европе и ввиду ее несложности применяется там при оценке хозяйственной ценности травяных растений, а также растительных сообществ, встречающихся на лугах и пастбищах.

В Голландии для оценки кормовой ценности травяных растений применяется 10-балльная система (de Vries, 1954). При этом на основании

цифр кормовой ценности луга и пастбища делятся на шесть классов: плохие (3 или ниже), недостаточные (3,1—5,0), умеренные (5,1—6,0), достаточные (6,1—7,0), хорошие (7,1—8,0), отличные (выше 8). Цифры кормовой ценности и методика хозяйственной оценки растительных сообществ, применяемые в ФРГ, разработаны под руководством Э. Клаппа. По этой методике самая высокая цифра выражения кормовой ценности одного вида растения — 8. Цифра, характеризующая отсутствие кормовой ценности с точки зрения кормления животных, — 0, а соответственная цифра для ядовитых растений —1.

Х. Элленберг (Ellenberg, 1952) применяет 5-балльную шкалу. По сравнению с системой Э. Клаппа, здесь цифра кормовой ценности растительного сообщества имеет более высокое значение, так как в основе оценки лежит кормовая ценность (химический состав) травяных растений. Многие же травяные растения в зависимости от потерь при уборке одного или другого вида, худшей поедаемости и других факторов обладают более низкой ценностью применения. В связи с этим более объективную картину хозяйственной ценности растительного сообщества дает первый метод, так как здесь учитываются все указанные факторы. Шкала цифр кормовой ценности травяных растений применительно к Эстонской ССР была разработана Ю. Куумом (Kuum, 1963); в отличие от метода Клаппа растительное сообщество здесь оценивается по 100-балльной системе.

В последние десятилетия при определении ценности лугов и пастбищ все больше применяется прикладная экология растений, т. е. возможность оценки экологических условий среды через растительность. Исследования по разработке методики в этом направлении проводились как в СССР (Раменский, 1938, 1953; Раменский и др., 1956; Работнов, 1958), так и в странах Западной Европы (Ellenberg, 1952; Delpech, 1962; Wagner, 1955 и др.).

Методика

В данной статье приводится попытка оценить ход изменений, происшедших под влиянием удобрения в наиболее распространенных у нас естественных растительных сообществах, и динамику формирования культурных растительных сообществ по признакам самого сообщества (по флористическому составу, густоте, покрытию и ботаническому составу урожая). При этом применяются соответственные цифры кормовой ценности (по методу Клаппа) и графическое изображение изменения группы видов в сообществе (по методу Раменского).

Хозяйственная ценность растительных сообществ на естественных лугах (в ассоциациях *Scorzonera humilis—Carex pallescens*, *Sesleria coerulea—Primula farinosa* и *Sesleria coerulea—Festuca ovina*) определялась при различных условиях удобрения, причем варианты удобрения в двух первых сообществах были аналогичными: 1) без удобрения, 2) 54 *кг* P_2O_5 и 60 *кг* K_2O на 1 *га*, 3) 54 *кг* P_2O_5, 60 *кг* K_2O и 34 *кг* N на 1 *га*. 4) 54 *кг* P_2O_5, 60 *кг* K_2O и 40 *т* компоста на 1 *га* (за весь период опыта два раза по 20 *т*). В ассоциации *Sesleria coerulea—Festuca ovina* ежегодные нормы удобрения были: P_2O_5—90 *кг*, K_2O—120 *кг*, N—120 *кг* на 1 *га*, причем выделяли следующие варианты опыта: без удобрения, PK, NPK, PK + навоз (20 *т* на 1 *га*).

Для оценки хозяйственной ценности растительных сообществ каждого варианта опыта на основе видового состава урожая по отдельным вариантам (выражался в весовых процентах) и цифры кормовой ценности, соответствующей каждому виду растений, были вычислены цифры кормовой ценности для сообщества. Цифры кормовой ценности отдельных видов взяты по шкале Клаппа, причем учитывались коррективы, сделанные относительно некоторых видов применительно к условиям Эстонской ССР (Kuum, 1958, 1963).

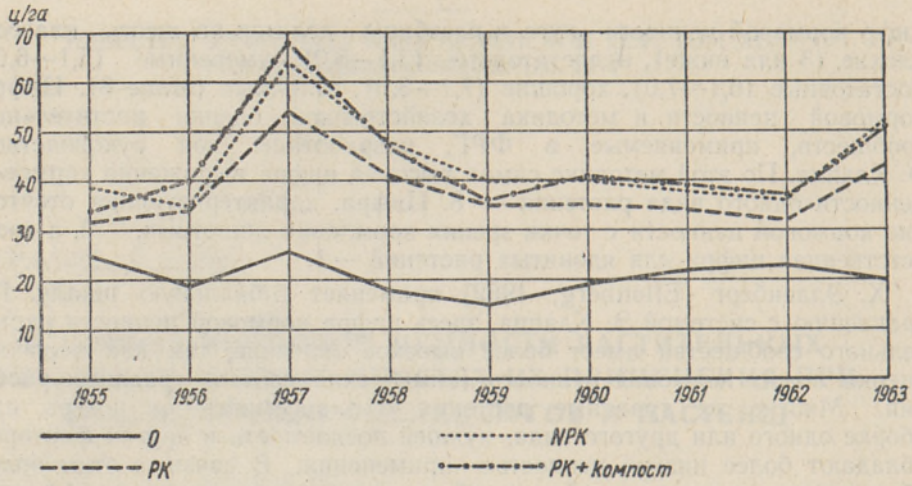


Рис. 1. Формирование урожая на суходольном лугу (ассоциация *Scorzonera humilis—Carex pallescens*) в зависимости от удобрения.

Результаты исследования

В проведенных опытах по удобрению естественных суходольных лугов значение цифр кормовой ценности растительного сообщества, другими словами — хозяйственное значение дернины по отдельным вариантам удобрения, в различные годы подвергалось значительным колебаниям. Отмеченные колебания были вызваны изменениями в видовом составе растительного сообщества, в свою очередь обусловленными: 1) непосредственным, а также последующим действием удобрений, 2) значительными различиями климатических условий в период опыта, способствовавшими или препятствующими развитию определенных видов, 3) изменением конкурентных отношений между отдельными видами растений. В обследованных растительных сообществах особенно значительное влияние на значение цифры кормовой ценности в различные годы оказало большое колебание удельного веса бобовых и ценных верховых злаков.

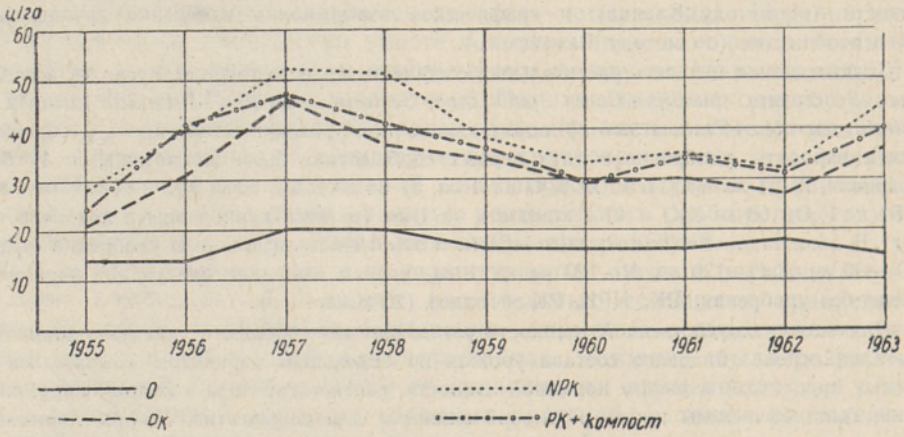


Рис. 2. Формирование урожая на суходольном лугу (ассоциация *Sesleria coerulea—Primula farinosa*) в зависимости от удобрения.

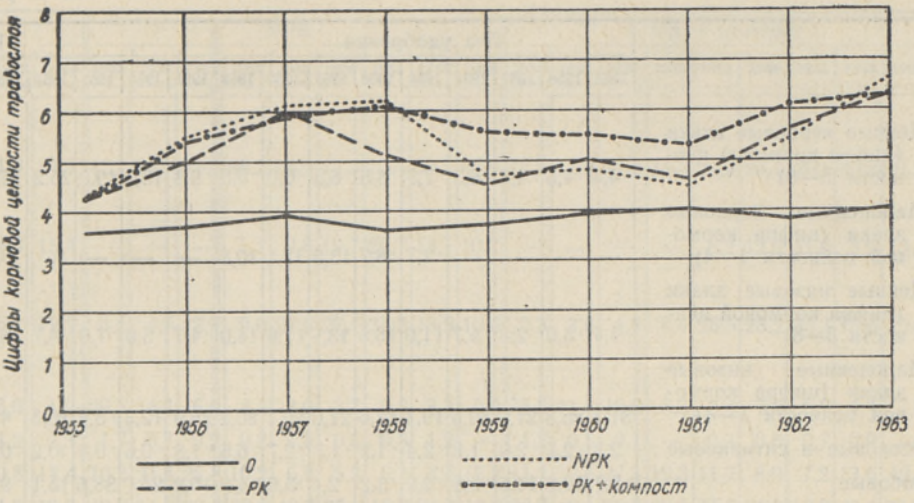


Рис. 3. Изменение значения цифры кормовой ценности травостоя (ассоциация *Scorzonera humilis—Carex pallescens*).

В результате удобрения ботанический состав дернины суходольных лугов уже через некоторое время улучшился. На суходольных лугах, где встречались ассоциации *Sesleria coerulea—Primula farinosa* и *Scorzonera humilis—Carex pallescens*, за первые два—четыре года опыта применением умеренных норм фосфорных, калийных и азотных удобрений (P_{54}, K_{60}, N_{34}) удельный вес бобовых в травостое значительно увеличивался (табл. 1 и 2), причем на третьем году опыта они в зависимости от сообщества и варианта удобрения составляли уже 26,8—62,7% урожая сена. В результате удобрения в несколько раз увеличился также удельный вес ценных и среднеценных верховых злаков в урожае (*Dactylis glomerata, Phleum pratense, Festuca pratensis, Festuca arundinacea*). Соответственно улучшению ботанического состава травостоя на удобренных опытных участках увеличились как урожай (рис. 1 и 2), так и значение цифры кормовой ценности (рис. 3 и 4), в связи с чем максимальная ценность траво-

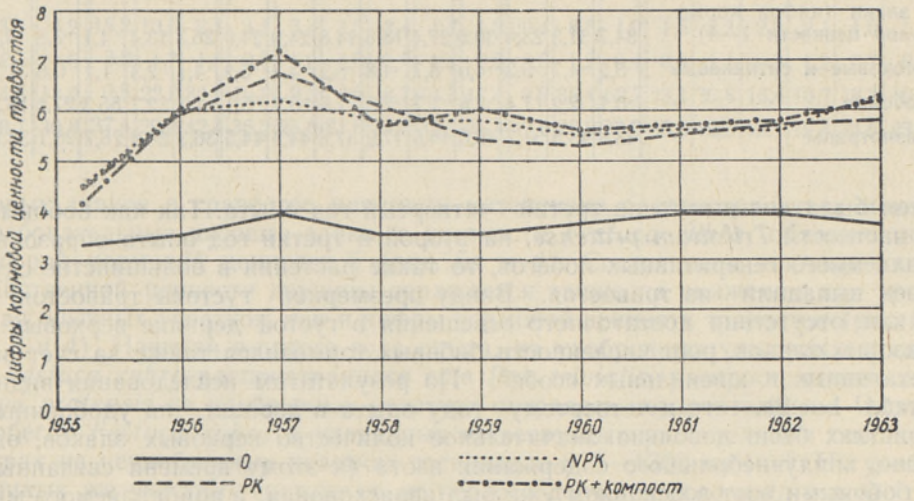


Рис. 4. Изменение значения цифры кормовой ценности травостоя (ассоциация *Sesleria coerulea—Primula farinosa*).

Изменение ботанического состава травостоя в зависимости от удобрения

	Без удобрения									РК					
	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1955	1956	1957	1958	1959	1960
Ценные верховые злаки (цифра кормовой ценности 5—8)	4,4	4,5	4,6	6,3	7,9	8,5	6,3	6,0	5,5	9,1	13,2	19,0	25,2	15,4	21,3
Малоценные верховые злаки (цифра кормовой ценности 1—4)	—	—	—	—	2,7	8,7	13,5	12,5	10,8	—	—	—	—	9,6	10,6
Ценные низовые злаки (цифра кормовой ценности 5—8)	4,4	3,0	2,8	5,7	11,0	16,5	13,9	11,6	14,0	4,7	3,0	1,0	8,7	18,4	22,4
Малоценные низовые злаки (цифра кормовой ценности 1—4)	31,7	25,3	21,0	30,6	19,1	17,6	21,0	20,7	20,3	25,9	12,3	5,6	10,5	4,1	4,0
Осоковые и ситниковые	2,3	2,5	2,0	1,8	2,4	1,2	1,5	2,7	6,6	1,8	0,6	0,4	0,2	0,8	1,0
Бобовые	5,7	10,8	14,6	6,8	2,9	3,2	2,4	3,6	4,2	10,2	25,0	38,6	15,1	9,6	8,0
Разнотравье	51,5	53,9	55,0	48,8	54,0	44,3	41,4	42,9	38,6	48,3	45,9	35,4	40,3	42,1	32,7

Изменение ботанического состава травостоя в зависимости от удобрения

	Без удобрения									РК					
	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1955	1956	1957	1958	1959	1960
Ценные верховые злаки (цифра кормовой ценности 5—8)	2,2	2,5	1,2	2,8	2,7	6,7	5,0	6,4	2,4	13,4	12,6	6,8	19,4	17,5	16,0
Малоценные верховые злаки (цифра кормовой ценности 1—4)	1,4	1,6	0,2	0,8	1,7	5,8	2,4	1,1	3,6	—	—	—	1,9	5,5	6,7
Ценные низовые злаки (цифра кормовой ценности 5—8)	13,0	14,4	6,8	13,1	16,2	13,9	12,0	14,8	13,3	18,8	14,1	4,0	14,9	15,1	19,5
Малоценные низовые злаки (цифра кормовой ценности 1—4)	34,7	31,3	23,4	30,0	27,4	18,6	14,8	24,9	24,9	26,3	13,4	4,1	7,8	5,1	5,3
Осоковые и ситниковые	5,2	4,7	5,3	4,0	5,7	4,8	6,2	4,7	6,2	4,1	2,3	1,1	0,8	1,7	2,4
Бобовые	0,1	2,2	11,4	2,8	1,7	2,3	1,8	3,7	5,1	1,1	32,7	55,3	27,1	16,3	12,7
Разнотравье	43,4	43,3	51,7	46,5	44,6	47,9	57,8	44,4	44,5	36,3	24,9	28,7	28,1	38,8	37,4

стоя была достигнута на третий—четвертый год опыта. Так как бобовые, в частности *Trifolium pratense*, на второй и третий год опыта образовывали много генеративных побегов, то такие растения в большинстве случаев выпадали из травостоя. Ввиду чрезмерной густоты травостоя, а также отсутствия достаточного освещения в густой дернине верховых и низовых злаков, рост численности бобовых тормозился также за счет вегетативных и ювенильных особей. По результатам исследования видно (табл. 1 и 2), что к четвертому году опыта в дернине на удобренных участках было довольно значительное количество верховых злаков, однако, ввиду небольшого содержания азота (к этому времени связанный с бобовыми азот в основном уже был израсходован, а прибавляемого минерального азота оказалось недостаточно — N_{34}) удельный вес последних в урожае, начиная с пятого года опыта, опять-таки снижался. Вместо вер-

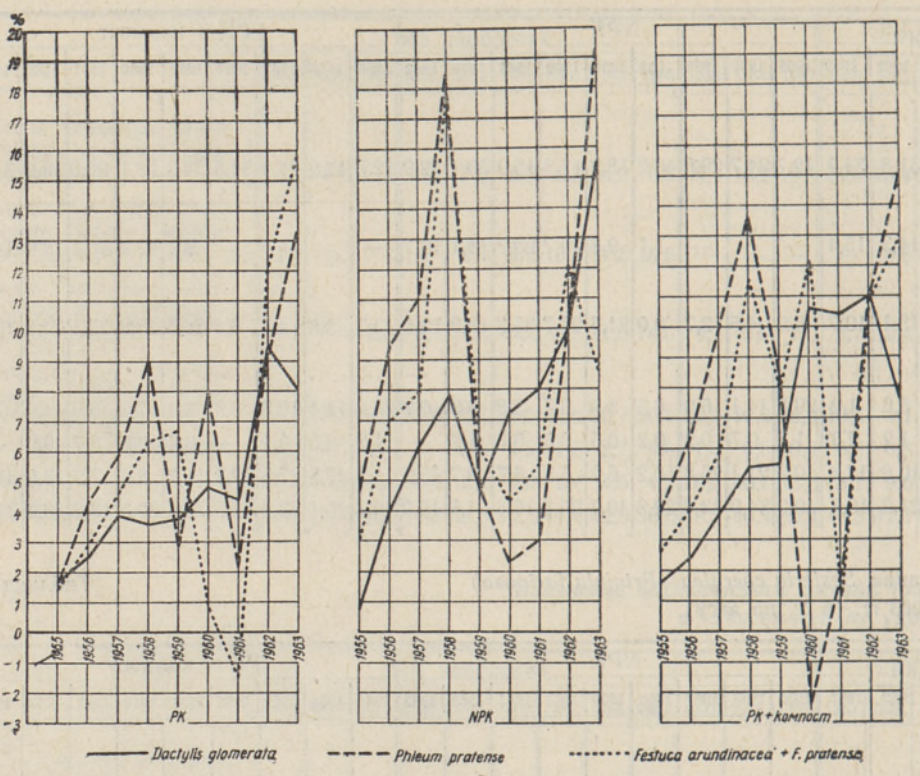
(ассоциация *Scorzonera humilis—Carex pallescens*) *Таблица 1*
1955—1963 гг. (в % по весу)

			NPK									РК + компост								
1961	1962	1963	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963
12,0	31,8	31,7	12,7	24,7	29,6	48,2	18,2	17,3	15,9	30,1	42,9	12,5	17,2	24,4	34,5	24,3	23,1	20,0	36,2	31,2
13,6	14,3	15,4	—	—	—	1,1	9,8	19,7	20,7	18,1	10,7	—	—	—	—	8,2	12,0	11,5	8,9	14,8
27,9	15,1	12,7	5,5	4,5	2,7	9,0	21,6	27,7	35,3	13,9	10,6	3,3	3,6	4,7	8,4	26,5	28,2	35,1	15,6	10,6
9,0	5,6	1,2	29,8	14,1	6,9	8,5	3,0	3,7	3,8	3,3	0,7	25,2	11,1	10,0	8,3	3,4	7,2	6,6	4,4	1,0
0,5	1,2	2,3	1,7	0,7	0,2	0,2	0,5	0,5	0,8	1,2	—	1,2	0,5	0,1	—	0,4	0,6	0,7	0,9	—
8,5	10,8	17,4	10,3	21,1	26,8	10,2	6,2	5,3	6,7	8,7	15,2	11,1	27,5	27,3	19,3	11,7	8,9	7,2	13,6	19,1
28,5	21,2	19,3	40,0	34,9	33,8	22,8	40,7	25,8	16,8	24,7	19,9	46,7	10,1	33,5	29,5	25,5	20,0	18,9	20,4	23,3

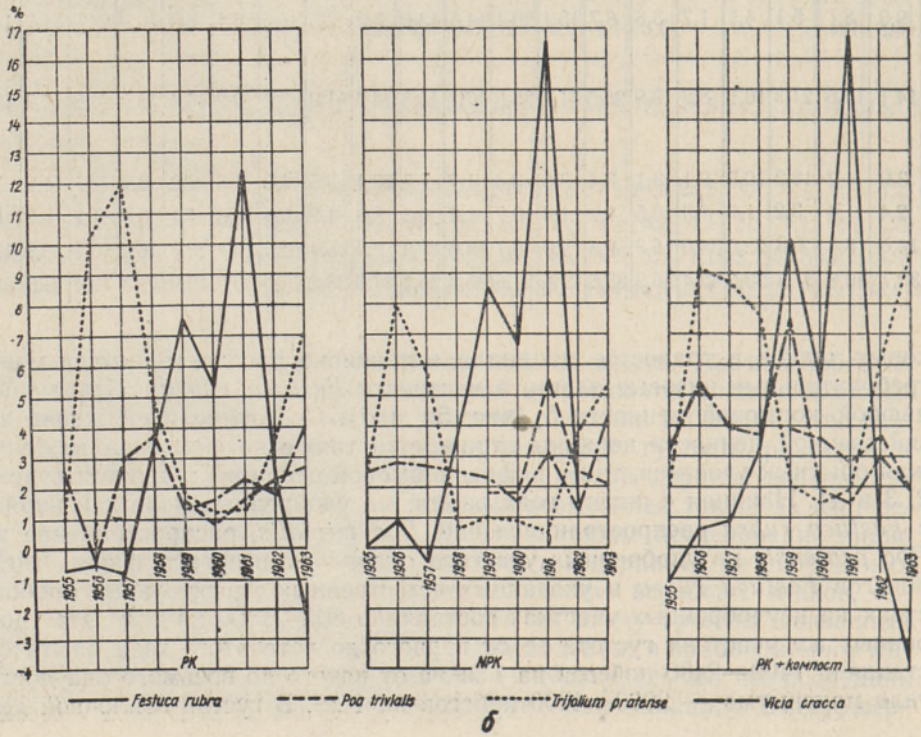
(ассоциация *Sesleria coerulea—Primula farinosa*) *Таблица 2*
1955—1963 гг. (в % по весу)

			NPK									РК + компост								
1961	1962	1963	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963
21,1	25,3	22,8	14,0	25,2	10,1	19,6	25,8	17,9	19,0	16,9	29,1	10,8	11,3	7,6	12,9	22,7	18,8	24,2	17,0	27,2
14,3	9,0	8,1	5,1	4,5	1,7	3,8	8,7	15,1	20,1	14,5	13,0	3,2	3,5	—	6,1	6,9	16,9	21,2	11,7	14,3
18,0	14,1	13,6	21,3	16,1	8,2	19,9	26,0	31,2	26,5	17,1	13,3	14,4	11,9	7,4	19,2	26,4	25,9	21,2	17,7	13,5
3,6	3,9	4,2	18,2	10,5	2,1	3,1	3,4	3,6	3,4	1,7	1,5	20,1	8,5	1,0	1,5	2,2	2,9	2,1	1,0	1,9
1,8	2,4	1,6	3,2	1,7	1,5	0,5	1,2	1,6	0,7	1,2	0,3	3,0	1,2	0,4	0,3	1,1	0,8	1,2	0,7	0,3
10,2	14,6	18,9	0,8	22,0	34,0	16,9	9,3	9,0	8,7	13,3	17,4	0,9	35,4	62,7	23,1	20,8	16,4	10,7	18,3	19,8
30,9	30,7	30,8	37,4	20,0	42,4	36,2	25,6	21,6	21,6	35,3	25,4	47,6	28,2	20,9	36,9	19,9	18,3	19,4	33,6	23,0

ховых злаков в травостое начинали интенсивно распространяться менее требовательные низовые злаки, в частности *Festuca rubra*, обладающий цифрой кормовой ценности 5 (рис. 5*а* и *б*). Состояние и снижение хозяйственной ценности дернины отражается также на снижении как урожая опытных участков, так и цифры кормовой ценности травостоя (рис. 1, 2, 3 и 4). Начиная с пятого года опыта, на удобренных участках наряду с *Festuca rubra* распространился еще *Poa trivialis*, распространение же *Poa pratensis* на удобренных участках оказалось незначительным. Число побегов *Festuca rubra* в указанных естественных растительных сообществах на неудобренных участках составляло 800—1300 на 1 *м*². На удобренных же участках густота ее от первого до четвертого года опыта составляла 1400—2400 побегов на 1 *м*², а от пятого до восьмого она достигала максимума — 2000—4600 побегов на 1 *м*². В густой войлочной дер-


%
PK
NPK
PK + компост
Dactylis glomerata
Phleum pratense
Festuca arundinacea + F. pratensa

а


%
PK
NPK
PK + компост
Festuca rubra
Poa trivialis
Trifolium pratense
Vicia cracca

б

нине удельный вес ценных верховых злаков и бобовых остался сравнительно незначительным (табл. 1 и 2, рис. 5 *а* и *б*). В зависимости от этого цифра кормовой ценности травостоя на удобренных участках осталась низкой (рис. 3 и 4). Ввиду чрезмерной густоты, различных болезней и загнивания войлочной дернины значение *Festuca rubra* в травостое и урожае на удобренных участках после седьмого года опыта снижается, так что на десятый год опыта на удобренных участках густота *Festuca rubra* составляла только 1200—2800 побегов на 1 *м*². Одновременно, от восьмого до десятого года опыта значительно увеличился удельный вес верховых злаков, а также бобовых (табл. 1 и 2, рис. 5*а* и *б*). Улучшение ботанического состава травостоя на удобренных участках выражается в увеличении цифры кормовой ценности и растительного сообщества с восьмого до девятого года опыта и в увеличении урожая на девятый год (рис. 1, 2, 3 и 4).

Следовательно, применяемая норма удобрений в начале опыта оказалась вполне достаточной, однако ввиду индивидуальных свойств отдельных видов и конкурентных отношений в растительном сообществе та же норма впоследствии стала недостаточной и не могла обеспечить равномерного и высокого уровня урожая, а также его ценности.

Величина урожая и значение цифры кормовой ценности в известной степени колебались и на неудобренных опытных участках. Как известно, в зависимости от климатических условий численность популяций отдельных видов растений подвергается определенным ежегодным колебаниям, однако видовой состав растительного сообщества при этом остается более или менее постоянным (Работнов, 1955).

Изменение одного существенного экологического фактора (режима питания) в результате удобрения привело за собой в отдельных вариантах изменение и замену руководящих видов, встречавшихся в первоначальном растительном сообществе. Результат конкуренции в условиях длительного удобрения (к 10-му году опыта) в некоторой степени отражается на рис. 6 и 7, где виды сгруппированы по проективному покрытию. При этом не учитывались виды, покрытие которых ни в одном варианте опыта не превышало 0,1—0,2%. Селектирующим для целой группы видов фактором на отдельных вариантах удобрения оказывалось обычно совместное влияние условий местообитания и индивидуальных свойств видов растений (способность усвоения удобрений, теневыносливость, способ и скорость роста и др.). На вариантах с внесением умеренных норм удобрений и особенно на более влажных местообитаниях (ассоциация *Sesleria coerulea—Primula farinosa*) разнотравье в травостое оказывалось более выносливым и тем самым формирование характерных для вариантов удобрения групп менее отчетливым и более медленным. На умеренно влажных местообитаниях (ассоциация *Scorzonera humilis—Carex pallescens*) после внесения более высоких норм удобрений формировались изменяющиеся группы видов, отличавшиеся наличием явно однородных требований и свойств.

1. Виды в составе травостоев, явно отрицательно реагирующие на длительное удобрение.

Festuca ovina	*C. pulicaris*	*Orchis mascula*
Sesleria coerulea	*Sieglingia decumbens*	*Plantago lanceolata*
Carex montana	*Linum catharticum*	*Succisa pratensis*
C. panicea	*Anemone nemorosa*	*Veronica officinalis* и др.

Рис. 5. Изменение содержания отдельных видов трав в урожае в удобренных вариантах (в процентах) по сравнению с неудобренными (ассоциация *Scorzonera humilis—Carex pallescens*): *а* — верховые злаки, *б* — низовые злаки и бобовые.

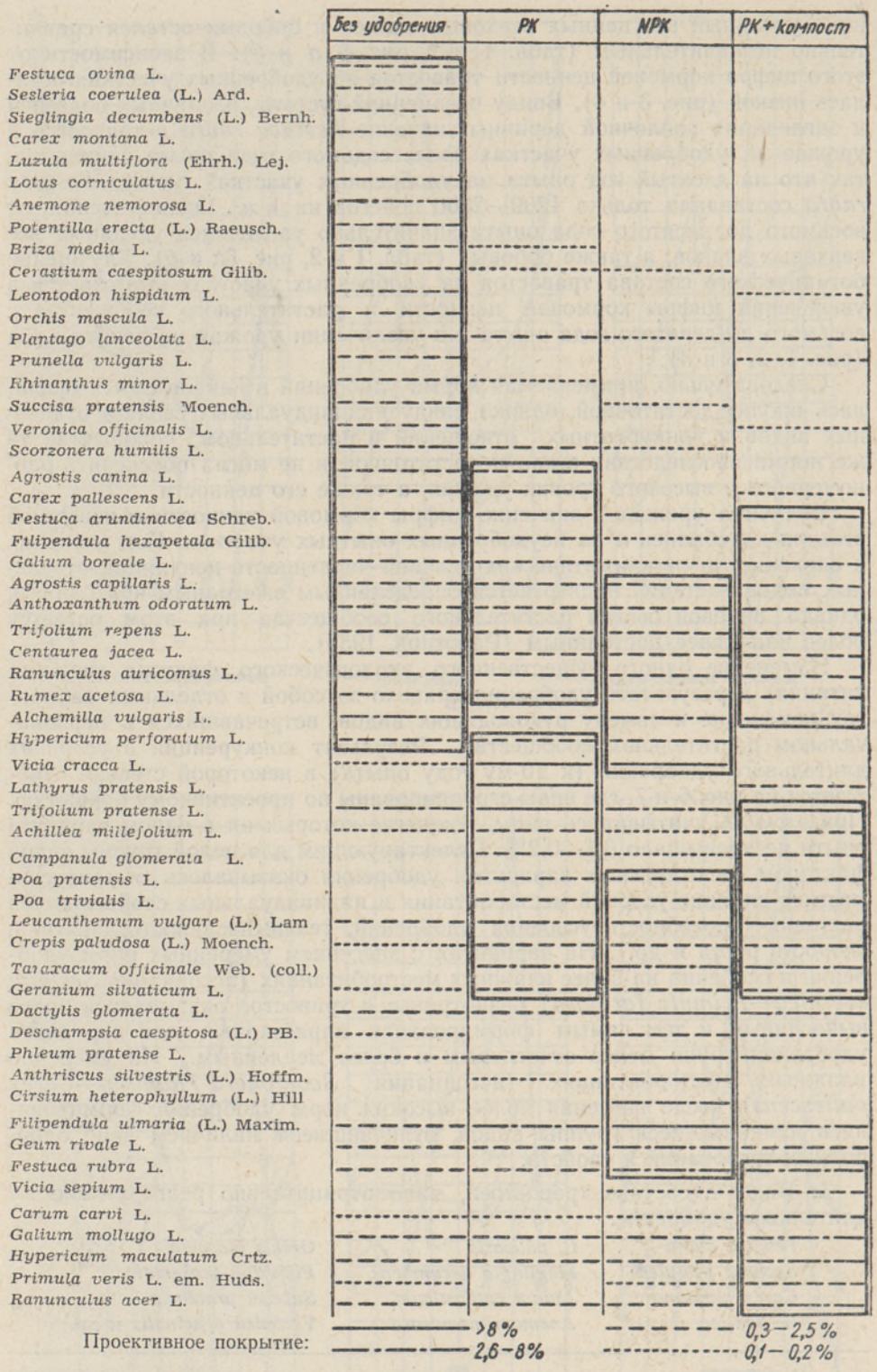


Рис. 6. Изменение ботанического состава и проективного покрытия травостоя суходольного луга (ассоциация *Scorzonera humilis—Carex pallescens*) к десятому году опыта.

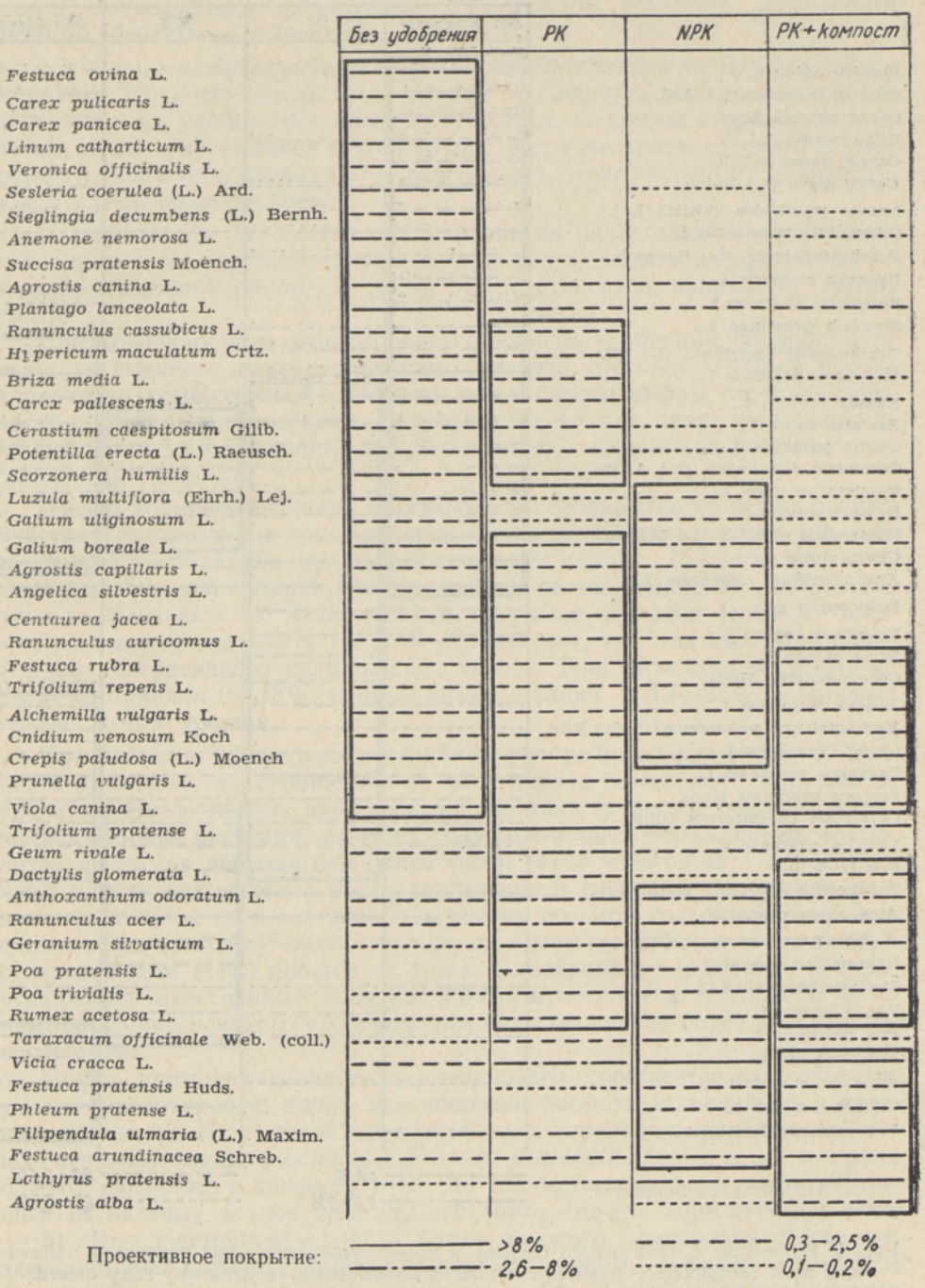


Рис. 7. Изменение ботанического состава и проективного покрытия травостоя суходольного луга (ассоциация *Sesleria coerulea—Primula farinosa*) к десятому году опыта.

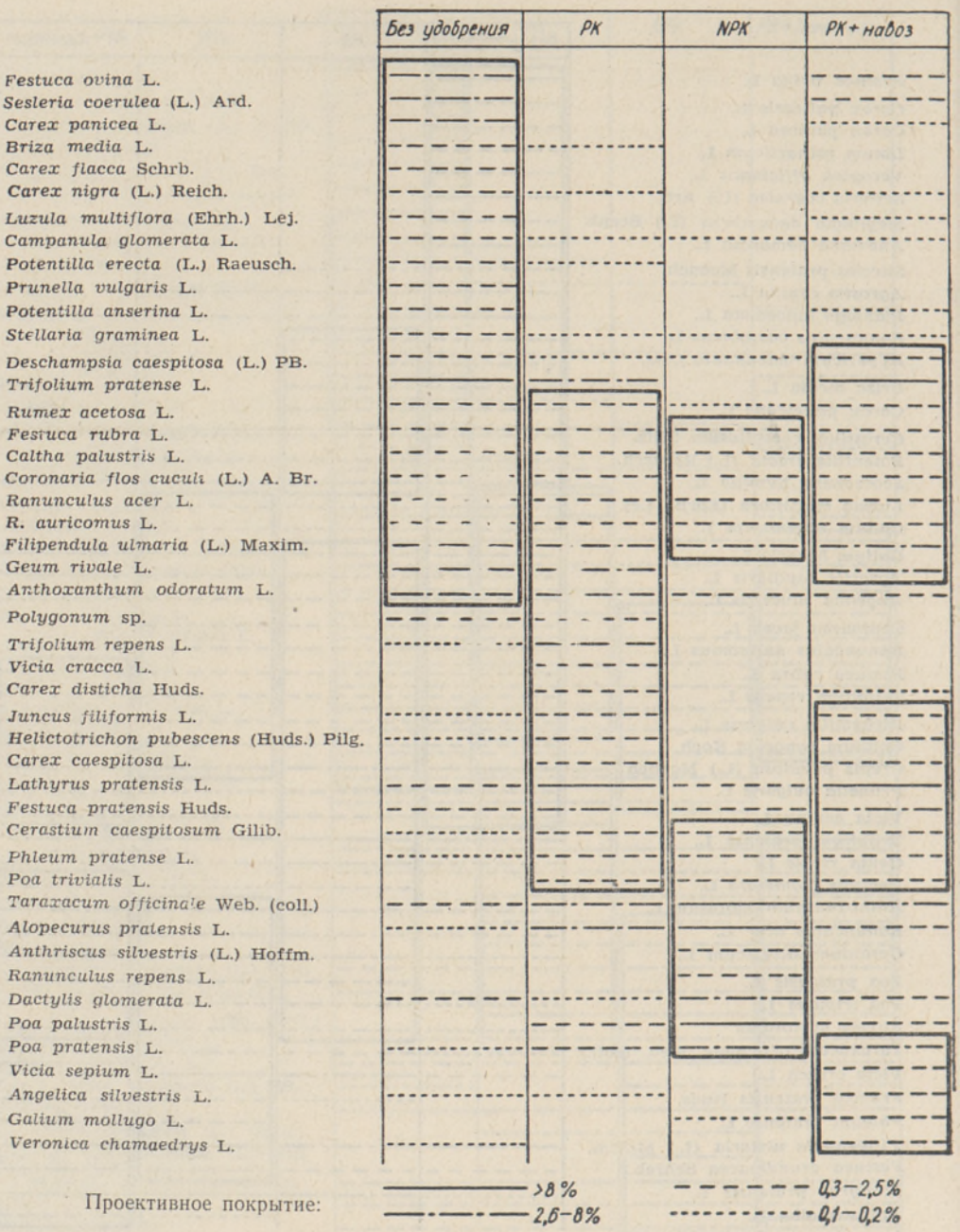


Рис. 8. Изменение ботанического состава и проективного покрытия травостоя пойменного луга (ассоциация *Sesleria coerulea—Festuca ovina*) к девятому году опыта.

2. К группе видов, реагирующих положительно на внесение РК, обычно относятся бобовые, однако в некоторые годы они могут доминировать и в варианте РК с прибавлением компоста.

3. Группа видов, положительно реагирующих на внесение азотных удобрений. Сюда относятся злаки, отличающиеся высокими свойствами усвоения питательных веществ (*Dactylis glomerata, Phleum pratense*), а

также нитрофильное разнотравье (*Taraxacum officinale, Filipendula ulmaria, Anthriscus silvestris*).

4. Группа индифферентных видов. Сюда относятся виды, отличающиеся наличием довольно однородного обилия и покрытия как на неудобренных, так и на удобренных опытных участках. С другой стороны, одни и те же виды, относившиеся к этой группе в случае краткосрочного и умеренного удобрения, вполне могут реагировать отрицательно на долгосрочное и интенсивное удобрение.

В зависимости от общего цикла развития растительного сообщества некоторые виды могут доминировать один год в одном, а на другой год — в другом варианте опыта. К таким видам относится, например, *Festuca rubra*.

При поверхностном относительно обильном удобрении плодородного сухого пойменного луга (ассоциация *Sesleria coerulea—Festuca ovina*) увеличение хозяйственной ценности и тем самым цифры кормовой ценности растительного сообщества сказалось более или менее постоянными, причем снижения указанной цифры на пятый-седьмой год опыта не наблюдалось (табл. 3).

Цифра кормовой ценности растительного сообщества на неудобренных участках от пятого до восьмого года опыта колебалась между 4,0—4,3. В урожае преобладали малоценные низовые злаки (*Sesleria coerulea, Anthoxanthum odoratum* и *Festuca ovina*), составлявшие 35—60% всего урожая. Удельный вес *Anthoxanthum odoratum* оказался особенно высоким на седьмой год опыта (по всей вероятности, этот год был благоприятен для генеративного размножения вида). При этом ценные верховые злаки составляли 9—18%, ценные низовые злаки — 13—23%, а бобовые только до 3% урожая.

При внесении фосфорных и калийных удобрений цифра кормовой ценности растительного сообщества за весь период опыта постоянно увеличивалась. После первых двух-трех лет, когда в травостое обильно встречались бобовые растения, к пятому году опыта здесь образовалась исключительно густая дернина из *Festuca rubra* (4140 побегов на 1 $м^2$). Ввиду неблагоприятных условий роста (полегание и гниение), произошло резкое изреживание этой дернины, так что на восьмой год опыта в ней насчитывалось приблизительно в четыре раза меньше побегов по сравнению с пятым годом (1155 побегов на 1 $м^2$). Одновременно в дернине распространились такие ценные виды, как *Poa pratensis* и *Poa trivialis*. В условиях более интенсивного удобрения эти виды оказались более конкурентоспособными.

Цифра кормовой ценности растительного сообщества на опытном участке увеличивалась также при внесении фосфорных, калийных и азотных удобрений. На седьмой год в указанных вариантах преобладали ценные верховые злаки, в основном *Festuca pratensis*. Значение их в опыте, однако, снизилось с восьмого года. До седьмого года опыта доминирующим из низовых злаков был *Festuca rubra* (цифра кормовой ценности — 5). Впоследствии в условиях более высокого плодородия почвы его заменили *Poa pratensis* (цифра кормовой ценности — 8), *P. palustris* и *P. trivialis* (цифра кормовой ценности — 6). Таким образом, густота *Poa pratensis* увеличилась с 1595 побегов (пятый год) до 2305 побегов (восьмой год) и до 3275 побегов (девятый год); а густота *Poa trivialis* соответственно от 834 до 3510 побегов (на девятый год опыта численность обыкновенного мятлика опять снизилась). В то же время густота *Festuca rubra* снизилась от 2584 до 730 побегов на 1 $м^2$. Несмотря на снижение численности ценных верховых злаков в урожае на восьмой год опыта,

Таблица 3

Изменение ботанического состава травостоя (ассоциация *Sesleria coerulea — Festuca ovina*) в зависимости от удобрения 1956—1963 гг. (в % по весу)

	Без удобрения					PK					NPK					PK + навоз				
	1956	1958	1960	1962	1963	1956	1958	1960	1962	1963	1956	1958	1960	1962	1963	1956	1958	1960	1962	1963
Ценные верховые злаки (цифра кормовой ценности 5—8)	1,3	1,9	16,3	9,2	18,0	3,1	18,0	41,4	20,4	31,7	35,4	35,8	42,9	54,5	38,5	13,5	12,7	44,7	23,1	27,4
Малоценные верховые злаки (цифра кормовой ценности 1—4)	1,6	1,4	2,4	4,0	7,5	3,1	2,4	2,6	5,8	1,6	2,7	1,2	2,7	1,8	0,6	1,0	1,3	2,7	0,1	1,8
Ценные низовые злаки (цифра кормовой ценности 5—8)	18,9	35,2	22,6	13,7	13,0	28,8	32,4	31,7	28,5	23,0	25,5	32,3	46,9	33,8	57,4	10,8	28,8	32,8	53,2	34,9
Малоценные низовые злаки (цифра кормовой ценности 1—4)	40,5	23,6	34,9	59,8	38,0	20,8	15,8	7,6	19,5	12,6	16,9	17,9	2,6	6,9	0,3	30,3	16,4	9,2	12,5	7,3
Осоковые и ситниковые	21,5	20,2	12,6	5,0	16,5	6,7	2,3	5,9	1,6	4,3	3,3	0,4	1,1	0,2	0,2	14,3	4,2	2,6	0,6	3,6
Бобовые	8,1	8,2	1,7	1,3	2,5	29,1	24,5	4,8	21,0	23,9	5,9	7,2	0,2	—	0,3	23,5	31,4	2,3	3,3	20,9
Разнотравье	8,1	9,5	9,5	7,0	4,5	8,4	4,6	6,0	3,2	2,9	10,3	5,2	3,6	2,8	2,7	6,6	5,2	5,7	7,2	4,1
Цифры кормовой ценности	3,6	4,0	4,3	4,0	4,1	5,3	6,3	6,0	6,1	6,6	5,6	6,4	6,6	7,1	7,2	4,9	6,1	6,3	6,3	6,5

цифра кормовой ценности растительного сообщества еще увеличилась, благодаря повышению удельного веса ценных низовых злаков. В указанном варианте опыта бобовые почти полностью отсутствовали и тем самым почти не оказали влияния на формирование цифры кормовой ценности сообщества.

Аналогично внесению фосфорных и калийных удобрений цифра кормовой ценности растительного сообщества была почти такой же (6,3—6,5) на участках, где в дополнение к отмеченным выше удобрениям прибавился навоз. В травостое этого варианта широко распространенными оказались ценные низовые злаки, причем значение *Festuca rubra* и *Poa pratensis* в травостое к седьмому-восьмому году опыта было почти одинаковым (табл. 3).

Урожай сена с сухого пойменного луга на неудобренных участках подвергался сильным ежегодным колебаниям (Toomre, 1964) и составлял в среднем за восемь лет 19,9 *ц* сухого вещества (22,3 *ц* сена) с 1 *га*. В условиях интенсивного удобрения урожай оказался весьма стабильным и составлял при внесении $P_{90}K_{120}N_{120}$ в среднем за восемь лет 62,2 *ц* сухого вещества (74,9 *ц* сена) с 1 *га*.

Из первоначального сообщества *Sesleria coerulea—Festuca ovina* после внесения относительно высоких норм удобрений формировались хорошо разграниченные заменяющие группы растений (рис. 8). К девятому году опыта уже можно было выделить следующие доминирующие виды:

Без удобрения	$P_{90}K_{120}N_{120}$
Festuca ovina	*Alopecurus pratensis*
Sesleria coerulea	*Dactylis glomerata*
Carex panicea	*Poa pratensis*
Briza media	*P. palustris*
Deschampsia caespitosa	*Taraxacum officinale*
Potentilla erecta	*Anthriscus silvestris*
Prunella vulgaris	

Значение *Festuca pratensis* в травостое с восьмого года опыта уменьшалось, а на девятый год наблюдалось значительное распространение *Alopecurus pratensis* и *Poa palustris*. На восьмой год опыта наивысшее покрытие *Trifolium pratense* отмечалось в варианте РК, однако в 1964 г. в этом варианте, ввиду наиболее высокого повреждения дернины (деятельность кротов, неблагоприятные условия погоды), значение красного клевера уже было меньшим.

Выводы

При использовании данных весового ботанического анализа лугового травостоя цифры кормовой ценности отдельных видов растений хорошо характеризуют хозяйственную ценность видов растительного сообщества лугов и пастбищ в целом. По данным долгосрочных опытов удобрения естественных лугов и пастбищ (1955—1964) цифры кормовой ценности растительных сообществ как на неудобренных, так и на удобренных опытных участках ежегодно находились в корреляции с урожаем соответственного опытного участка. При внесении на растительные сообщества лугов и пастбищ умеренных норм удобрений ($P_{54}K_{60}N_{34}$) отмечалась циклическая замена отдельных видов растений (бобовых, низовых и верховых злаков), в связи с чем как урожай, так и его ценность в различные годы

подвергались значительным изменениям. Следовательно, внесение умеренных норм удобрений вместе с сенокосным использованием сообщества в течение длительного периода не обеспечивает равномерно высокого и качественного урожая растительных сообществ с лугов. При более интенсивном удобрении ($P_{90}K_{120}N_{120}$) в естественных сообществах не наблюдалось столь сильных колебаний урожая и цифры кормовой ценности, так как в результате удобрения в видовом составе растительного сообщества происходила замена отдельных видов другими, отличавшимися наличием такой же или еще более высокой хозяйственной ценности.

Из данных, представленных в статье, видно, что краткосрочные (2—4 года) исследования не дают правильного представления о динамике развития лугового травостоя. Результаты же долголетних опытов, обсуждаемые авторами, объяснили формирование конкурентных отношений и находящуюся в зависимости от этого цикличность видов и группировок видов растений в зависимости от нормы удобрения и года использования луга. Следовательно, для получения наиболее эффективных результатов необходим дифференцированный подход к вопросу о внесении удобрений на луговые сообщества с учетом как плодородия почвы, так и биологии развития составляющих луговой травостой компонентов.

ЛИТЕРАТУРА

Клапп Э., 1961. Сенокосы и пастбища. (Перевод с немецкого.) М.

Лийв Я., 1964. Повышение продуктивности естественных лугов острова Сааремаа. Автореф. дисс. канд. с.-х. н. Таллин.

Работнов Т. А., 1955. Разногодичная изменчивость лугов. Бюлл. МОИП, отд. биол., 9 (3).

Работнов Т. А., 1958. К методике составления экологических шкал. Ботан. ж., 43 (4).

Раменский Л. Т., 1938. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М.

Раменский Л. Т., 1953. Об экологическом изучении и систематизации группировок растительности. Бюлл. МОИП, отд. биол., 58 (1).

Раменский Л. Т., Цаценкин М. А., Чижиков О. Н., Антипин Н. А., 1956. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.

Delpech R., 1962. Ecologie appliquée. Possibilité de déterminer les conditions de milieu par l'examen de la végétation. Bull. techn. inform. ingrs. serv. agric., (172).

Ellenberg H., 1952. Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung. Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie, 2. Stuttgart.

Klapp E., 1949. Landwirtschaftliche Anwendungen der Pflanzensoziologie. Ludwigsburg.

Kuum J., 1958. Rohumaataimede ja taimekoosluste väärtusarvu kasutamisest. Sots. Põllumajandus, 13 (6).

Kuum J., 1963. Rohumaade taimeliikide ja -koosluse majandusliku väärtuse hindamisest söödataimedena Eesti NSV-s. EPA teadusl. tööde kogumik, 35. Tartu.

Toomre R., 1964. Kultuurniidud vajavad põhilist ümberkorraldamist. Sots. Põllumajandus, 19 (9).

Vries de D. M., 1954. Die angewandte botanische Grünlandforschung in den Niederlanden. Angew. Pflanzensoziol. Festschrift. Erwin Aichinger, 2. Wien.

Wagner H., 1955. Die Bewertung der Wasserstufen in der Bodenschätzung des Grünlandes. Bodenkultur, 8 (2).

Институт зоологии и ботаники
Академии наук Эстонской ССР

Эстонский научно-исследовательский
институт земледелия и мелиорации

Поступила в редакцию
26/XI 1964

H. KRALL, J. LIIV

TAIMEKOOSLUSTE VÄÄRTUSARVUDEST JA NENDE KASUTAMISE VÕIMALUSTEST ROHUMAADE MAJANDUSLIKU VÄÄRTUSE HINDAMISEL

Resümee

Kasutades rohumaa heintaimiku botaanilise kaalanalüüsi andmeid, on võimalik eri liikide väärtusarvude abil hõlpsasti määrata rohumaa taimekoosluse kui terviku majanduslikku väärtust. Kolme Eesti NSV lääneosas paikneva loodusliku rohumaa (*Scorzonera humilis*'e — *Carex pallescens*'i assotsiatsioon, *Sesleria coerulea* — *Festuca ovina* ass. ja *Sesleria coerulea* — *Primula farinosa* ass.) pikaajalise väetuskatse (1955—1964) andmetel on taimekoosluste väärtusarvud (joon. 3 ja 4) nii väetatud kui ka väetamata katselappide kohta olnud aastate lõikes korrelatsioonis vastava katselapi saagiga (joon. 1 ja 2). Looduslike rohumaade taimekoosluste väetamisel mõõdukate väetisnormidega ($P_{54}K_{60}N_{34}$) toimus taimeliikide (liblikõieliste, kõrreliste alus- ja pealisheinte) tsükliline asendumine (joon. 5*a* ja *b*, tabelid 1 ja 2), mille tõttu nii saak kui ka selle väärtus on eri aastatel suuresti kõikunud. Loodusliku rohukamara intensiivsel väetamisel ($P_{90}K_{120}N_{120}$) ei ilmnenud selliseid suuri kõikumisi saagis ega taimekoosluse väärtusarvus (tab. 3), sest siin asendus taimekoosluse liigiline koostis sama või majanduslikult kõrgema väärtusega liikidega. Seega võib märkida, et looduslike rohumaade taimekoosluste väetamisel mõõdukate väetisnormidega ei ole nende niitelise kasutamise korral võimalik saavutada pikema aja jooksul ühtlaselt kõrget ning kvaliteetset saaki. Pikaajalise väetamise tagajärjel asendus esialgse taimekoosluse juhtiv liigiline koosseis ning erinevate väetusvariantide kasvukohatingimuste ja taimeliikide individuaalsete omaduste koostoimel kujunesid positiivselt ja negatiivselt reageerivatest ja enam-vähem indiferentsetest liikidest iseloomulikud liikide grupid (joon. 6, 7, 8).

Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Zooloogia ja Botaanika Instituut
Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse
Teadusliku Uurimise Instituut

Saabus toimetusse
26. XI 1964

H. KRALL, J. LIIV

ÜBER DIE WERTZAHLEN DER PFLANZENGESELLSCHAFTEN UND DIE MÖGLICHKEITEN DEREN VERWENDUNG BEI DER SCHÄTZUNG DES WIRTSCHAFTLICHEN WERTES DES GRÜNLANDES

Zusammenfassung

Bei der Verwendung von Angaben der botanischen Gewichtsanalyse auf dem Grünlande ist es möglich, mit Hilfe von Wertzahlen einzelner Arten den wirtschaftlichen Wert der Pflanzengesellschaft des Grünlandes im ganzen präzis festzustellen.

Nach Angaben aus drei im westlichen Teil der Estnischen SSR auf natürlichen Wiesen (Assoziationen *Scorzonera humilis* — *Carex pallescens*, *Sesleria coerulea* — *Primula farinosa* und *Sesleria coerulea* — *Festuca ovina*) angelegten langjährigen (von 1955 bis 1964) Düngungsversuchen waren die Wertzahlen der Pflanzengesellschaften (Fig. 3 und 4) sowohl auf gedüngten als auch auf ungedüngten Versuchsparzellen von Jahr zu Jahr mit den Ertragsangaben (Fig. 1 und 2) der entsprechenden Parzellen in ziemlich guter Korrelation.

Nach einer mässigen Düngung ($P_{54}K_{60}N_{34}$) der auf natürlichen Wiesen vorkommenden Pflanzengesellschaften wurde eine zyklische Ersetzung gewisser Pflanzenarten (Leguminosen und Gräser) festgestellt (Fig. 5, Tabellen 1 und 2). Eine solche Ersetzung verursachte auf dem Grünlande in verschiedenen Jahren ziemlich grosse Schwankungen der Erträge und Ertragswerte.

Nach einer intensiven Düngung der Pflanzengesellschaften ($P_{90}K_{120}N_{120}$) wurden solche grosse Schwankungen der Erträge und Wertzahlen nicht beobachtet (Tabelle 3), da hier als Folge der Düngung die Ersetzung einzelner Arten durch andere vom gleichen oder gar höheren wirtschaftlichen Wert stattfand.

Von vorliegenden Versuchsangaben ausgehend kann als Schlussfolgerung betont werden, dass nach mässigen Düngungsmassnahmen bei natürlichen Wiesenpflanzengesellschaften (bei Mähenutzung derselben) gleichmässig grosse Erträge hoher Qualität eine längere Zeit nicht zu erhalten sind. Nach einer langjährigen Düngung wurde in der primären Pflanzengesellschaft eine Ersetzung des führenden Artbestandes und als Resultat der gemeinsamen Wirkung der Standortsbedingungen auf verschiedenen Versuchsvarianten samt individuellen Eigenschaften der in Betracht kommenden Pflanzenarten Bildung neuer charakteristischen Artengruppen beobachtet.

Institut für Zoologie und Botanik
der Akademie der Wissenschaften der Estnischen SSR
Estnisches Forschungsinstitut
für Ackerbau und Melioration

Eingegangen
am 26. Nov. 1964