

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ 50-ЛЕТИЯ СССР

РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ  
АНТРОПОГЕННЫХ МЕСТООБИТАНИЙ

Межвузовский сборник научных трудов

Ижевск 1988

УДК 581. 526.

Растительный покров антропогенных местообитаний: Сб. науч.тр./  
Удм. ун-т. Ижевск, 1988. 194 с.

Редакционная коллегия: П.Л.Горчаковский, В.И.Василевич,  
Б.М.Миркин, Н.М.Баскина, В.В.Туганаев (отв. редактор).

Сборник представляет собой очередное издание работ по антропогенной растительности - агрофитоценозам, лугам, в том числе искусственным, сообществам рудеральных растений. Значительное внимание уделено теоретическим вопросам, а также проблемам географии растений применительно к антропохорам.

Сборник рассчитан на специалистов-ботаников, ботаников-географов, студентов биологических факультетов университетов и педагогических институтов.

УДК 633.2.032.

А.В.Абрамчук, П.Л.Горчаковский

### ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ДЕГРАДИРОВАННЫХ СУХОДОЛЬНЫХ ЛУГОВ

Значительная часть суходольных лугов в результате неправильной эксплуатации подверглась деградации: продуктивность их снизилась, кормовые достоинства травостоя ухудшились. Наиболее радикальный прием восстановления продуктивности истощенных лугов, улучшения состава и кормовых достоинств их травостоя - внесение минеральных удобрений [1,2,5,6].

В связи с переводом части земель, занятых естественными кормовыми угодьями, в другие категории использования происходит сокращение площади сенокосов и пастбищ. Эта тенденция ярко выражена на Среднем Урале. Так, в Свердловской области за последние 45 лет площадь природных лугов уменьшилась почти вдвое, а выкашиваемая площадь - в 4 раза. Около 40% кормовых

угодий заросли кустарником, мелколесьем и переведены в лесной фонд [4]. Процесс зарастания лугов малоценным мелколесьем прогрессирует. Высокие антропогенные нагрузки, превышающие допустимый уровень, отсутствие сенокосо- и пастбищеоборотов привели к упрощению видового состава, обеднению генетических ресурсов луговой флоры, снижению устойчивости луговых экосистем в целом. Снизилась продуктивность естественных лугов, ухудшились кормовые достоинства их травостоя.

Для повышения продуктивности естественных лугов, предотвращения их оскудения необходимо осуществление следующих мероприятий:

1) - восстановление потенциала продуктивности (путем внесения правильно подобранных видов и доз удобрений, расчистки от кустарников и подроста деревьев);

2) - поддержание потенциала продуктивности на основе рационального использования с обязательным введением научно обоснованных сенокосо- и пастбищеоборотов;

3) - создание эталонных участков лугов, отражающих их потенциал в данном районе, для организации локального мониторинга кормовых угодий [4].

Проведение работ по восстановлению потенциальной продуктивности лугов и их дальнейшее использование с сохранением этого уровня продуктивности даст возможность значительно увеличить заготовку кормов, а в некоторых случаях - сократить затраты на возделывание кормовых культур. Режимы восстановления потенциальной продуктивности лугов должны быть установлены опытным путем, с учетом местных природных условий и состояния кормовых угодий.

## I. Район и объект исследований

Опыты по восстановлению потенциала суходольного луга под влиянием минеральных удобрений проводились в течение четырех лет (1983-1986 гг.) на западном склоне Среднего Урала, на территории совхоза "Староуткинский" в Шалинском районе Свердловской области. Для проведения наблюдений был выбран участок суходольного полидоминантного злаково-разнотравного луга, в травостое которого почти в равных пропорциях доминируют *Alchemilla turkestanica*, *Aegorodium podagraria*, *Trollius europaeus*. Луга с таким травостоем сформировались на месте вырубленных темнохвой-

ных лесов и довольно широко распространены в горно-лесном поясе Среднего Урала. Флористический состав во всем массиве, выбранном для проведения опыта, довольно однороден, коэффициент флористического сходства 86-90%. В травостое опытного участка насчитывается 63 вида цветковых растений, относящихся к 19 семействам, 49 родам (табл. I). Широко представлены семейства мятликовых - II видов (II,5%), бобовых - 8 видов (I2,7%), астровых - 7 видов (II,1%), розоцветных - 6 видов (9,5%). Преобладают мезофиты - 49 видов (77,8%), существенна примесь гигро-мезофитов (*Ajuga reptans*, *Angelica sylvestris*, *Trollius europaeus*) - 8 видов (I2,7%). Участие в травостое мезогигрофитов (*Filipendula ulmaria*, *Galium aparine*, *Coronaria flos-cusculi*) - 4 вида (6,4%) и ксеромезофитов (*Pimpinella saxifraga*, *Centaurea scabiosa*) - 2 вида (3,1%) - незначительно.

Из фитоценологических групп в травостое наиболее представлены собственно луговые виды (*Agrostis tenuis*, *Anthoxanthum odoratum*, *Festuca rubra*, *Geranium pratense*, *Sanguisorba officinalis*) - всего 36 видов (57,2%). Лесные (*Geranium sylvaticum*, *Stellaria holostea*, *Angelica sylvestris*, *Solidago virgaurea*) и лугово-лесные (*Cirsium heterophyllum*, *Galium erectum*, *Alchemilla murbeckiana*, *Trollius europaeus*) виды представлены слабее (соответственно 20,6 и II,1%). В небольшом количестве отмечены лугово-болотные (*Coronaria flos-cusculi*, *Myosotis caespitosa*) - 4 вида (6,4%), лесостепные (*Pimpinella saxifraga*, *Centaurea scabiosa*) - 2 вида (3,1%) и сорные (*Galeopsis ladanum*) - I вид (I,6%).

По продолжительности жизни большинство растений относится к многолетникам - 56 видов (88,9%); однолетники составляют 8% (*Trifolium pratense*, *Rhinanthus vernalis*, *Viola tricolor*), двулетники представлены лишь двумя видами (*Campanula patula*, *Carum carvi*) - 3,1%.

Моховой покров из *Aulacomnium palustre*, *Climacium dendroides*, *Thuidium abietinum*, *Rhytidiadelphus calvescens* одевает 20-30% поверхности почвы.

По фенологической ритмике в травостое можно выделить три группы растений:

1) с поздневесенними (конец мая - начало июля) сроками цветения - *Taraxacum officinale*, *Veronica chamaedrys*, *Viola canina*, *Trollius europaeus*;

2) с ранне-среднелетними (июнь - начало июля) сроками цветения - *Festuca pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Geranium pratense*,

3) виды, цветущие в позднелетнюю фазу (конец июля - август)  
- *Pimpinella saxifraga*, *Polemonium coeruleum*, *Nycticoron perforatum*.

Из этого следует, что большинство видов, слагающих травостой опытного участка, цветут поздно весной, в начале или середине лета. Такой подбор основных компонентов выработался в результате сенокосного режима использования луга.

По типу корневых систем и характеру побегообразования выделяются следующие основные группы:

1) рыхлодерновинные (*Dactylis glomerata*, *Phleum pratense*, *Festuca pratensis*);

2) длиннокорневищные (*Trifolium medium*, *Vicia sepium*, *Aegopodium podagraria*);

3) коротkokорневищные (*Potentilla erecta*, *Agrostis gigantea*);

4) длинностержнекорневые (*Centaurea scabiosa*, *Taraxacum officinale*);

5) короткостержнекорневые (*Plantago media*, *Viola tricolor*, *Galeopsis ladanum*);

6) кистекорневые (*Trollius europaeus*, *Ranunculus acer*).

Питательная ценность травостоя невысокая: 27% видов имеют низкие, 28,6% - средние, 22,2% - высокие показатели кормового достоинства. Кроме того, встречаются вредные (*Galium aparine*, *G. boreale*, *Rumex acetosa*) и ядовитые (*Stellaria graminea*, *Linaria vulgaris*, *Galeopsis ladanum*, *Ranunculus acer*) виды, на их долю приходится соответственно 12,7 и 9,5% от всего видового состава.

Приведенные данные показывают, что в травостое опытного участка доминируют многолетние мезофиты с поздневесенними и ранне-среднелетними сроками цветения. Преобладающий тип корневой системы - корневищный. По способу перезимовывания доминируют гемикриптофиты. Кормовая ценность исходного травостоя невысокая.

## 2. Методика

В схему опыта были включены следующие варианты: 1) контроль (без удобрений); 2)N; 3)P; 4)K; 5)NP; 6)NK; 7)PK; 8)NPK. Минеральные удобрения (аммиачная селитра, двойной суперфосфат,

Таблица I

Изменение флористического состава луга под влиянием удобрений

№ пп	Названия растений	Общие по вариантам опыта								
		КОНТРОЛЬ	№60	Р60	К60	№60Р60	№60К60	Р60К60	№60Р60К60	
		2	3	4	5	6	7	8	9	
	<b>Злаки</b>									
I.	<i>Agrostis gigantea</i>	sol.-sp.	sp.	sol.	sol.	sp.	sp.	sol.	sp.	
2.	<i>A. tenuis</i>	sp.	sp.	sp.	sp.	sp.	sp.	sp.	sp.	
3.	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	sp.	sol.-sp.	sol.-sp.	sol.	sp.	sol.	sp.	sol.	
4.	<i>Calamagrostis arundinacea</i>	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	
5.	<i>Dactylis glomerata</i>	sol.-sp.	cop.2	sp.-cop.2	sp.-cop.1	sp.-cop.1	cop.2	cop.1-2	sp.-cop.1	
6.	<i>Deschampsia caespitosa</i>	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	
7.	* <i>Elytrigia repens</i>	sol.	sp.	sol.	sol.	sp.-cop.1	sp.-cop.1	sp.-cop.1	sol. sp.-cop.1	
8.	<i>Festuca pratensis</i>	sol.-sp.	cop.1	sp.	sp.	cop.1	cop.1	sp.-cop.1	cop.1	
9.	<i>F. rubra</i>	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.-sp.	sp.	sol.	sol.-sp.	
10.	<i>Phleum pratense</i>	sol.	sol.-sp.	sol.	sol.	sp.	sp.	sol.	cop.1	
II.	<i>Poa pratensis</i>	sp.	sp.	sp.	sol.	sp.	sp.	sp.	sp.	
	<b>Бобовые</b>									
12.	<i>Lathyrus pratensis</i>	sol.	sol.	sol.	sp.	sol.	sol.	sp.	sol.	
13.	<i>L. vernus</i>	sol.	-	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	
14.	<i>Trifolium medium</i>	sp.	sol.	sp.	sp.	sol.	sol.	sp.	sol.	
15.	<i>T. pratense</i>	-	sol.	sp.	sp.	sol.	sol.	sp.-cop.1	sol.-sp.	
16.	* <i>T. repens</i>	sol.	sol.	sp.	sp.	sol.	sol.	sol.	sol.	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
17.	T. spadiceum	sol.	-	sol.	sol.	-	-	sol.	-
18.	Vicia cracca	sol.-sp.	sol.	sol.-sp.	sp.	sol.	sol.	sol.	sol.
19.	V. sepium	sol.-sp.	-	sol.	sol.-sp.	sol.	sol.	sp.	sol.
Расторпые									
20.	*Achillea millefolium	sol.	sol.	sol.-sp.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.
21.	Aegopodium podagraria	cop. <sub>1</sub>	cop. <sub>1</sub>	cop. <sub>1</sub>	sp.-cop. <sub>1</sub>	cop. <sub>1</sub>	cop. <sub>1</sub>	cop. <sub>1-2</sub>	cop. <sub>1</sub>
22.	Ajuga reptans	sp.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.
23.	Alchemilla murbeckiana	cop. <sub>1-2</sub>	cop. <sub>1</sub>	cop. <sub>1-2</sub>	cop. <sub>1</sub>	sp.-cop. <sub>1</sub>	cop. <sub>1</sub>	cop. <sub>1-2</sub>	cop. <sub>1</sub>
24.	Angelica sylvestris	-	sp.	-	sol.	sp.	sp.	sol.-sp.	sol.
25.	Campanula patula	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.
26.	*Carum carvi	sol.	sol.	sol.-sp.	sol.	sol.-sp.	sol.	sol.	sol.
27.	Centaurea scabiosa	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.
28.	Cirsium heterophyllum	sp.	sp.	sp.	sp.	sp.	sol.	sp.	sol.
29.	Coronaria flos-cuculi	sol.	-	sol.	sol.	sol.	sol.	-	sol.
30.	Dianthus deltoides	sol.	-	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.
31.	Filipendula ulmeria	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.
32.	Fragaria vesca	sol.	-	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.
33.	*Galeopsis ladanum	sol.	-	sol.	sol.	-	-	sol.	-
34.	Galium aparine	sol.	-	sol.	sol.	-	-	-	-
35.	G. boreale	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.
36.	G. erectum	sol.	-	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.
37.	G. mollugo	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.
38.	Geranium pratense	sol.	sp.	sol.-sp.	sol.-sp.	sp.	sp.	sp.	sp.



1 2 3 4 5 6 7 8 9

39. <i>G. sylvaticum</i>	sol.	ep. sp.-cop. <sub>1</sub>	sp. <sup>1</sup>	sp.-cop. <sub>1</sub>	sol.	sol.	sp. sp.-cop. <sub>1</sub>
40. <i>Hypericum perforatum</i>	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol. sol.
41. <i>Hieracium pratense</i>	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol. sol.
42. <i>Leucanthemum vulgare</i>	sol.-sp.	sol.	sol.-sp	sol.	sol.	sol.	sol. sol.
43. <i>*Linaria vulgaris</i>	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	-	sol. sol.
44. <i>Myosotis caespitosa</i>	sol.	-	sol.	sol.	-	-	-
45. <i>Pimpinella saxifraga</i>	sol.	-	sol.	sol.	sol.	sol.	sol. sol.
46. <i>*Plantago media</i>	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol. sol.
47. <i>Polemonium coeruleum</i>	sol.	-	sol.	sol.	sol.	sol.	sol. sol.
48. <i>Potentilla erecta</i>	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol. sol.
49. <i>P. goldbachii</i>	sol.	-	sol.	sol.	-	-	sol. sol.
50. <i>*Prunella vulgaris</i>	sol.	sol.	sol.	sol.	-	-	sol. sol.
51. <i>Renunculus acer</i>	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol. sol.
52. <i>*Rhinanthus vernalis</i>	sp.	-	sp.	sp.	-	-	sp. -
53. <i>*Rumex acetosa</i>	sol.	-	sol.	sol.	sol.	-	sol. -
54. <i>Sanguisorba officinalis</i>	sp.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol. sol.
55. <i>Solidago virgaurea</i>	sol.	-	sol.	-	sol.	-	sol. sol.
56. <i>Stellaria graminea</i>	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol. sol.
57. <i>S. holostea</i>	sol.	-	sol.	sol.	-	-	sol. -
58. <i>*Taraxacum officinale</i>	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol. sol.
59. <i>Thalictrum simplex</i>	sol.	-	sol.	sol.	sol.	sol.	sol. sol.
60. <i>Trollius europaeus</i>	cop. <sub>1</sub>	sp.	sp.	sp.	sp.	sp.-cop. <sub>1</sub>	cop. <sub>1</sub> sp.
61. <i>Veronica chamaedrys</i>	sol.	sol.	sol.	sol-sp.	sol.	sp.	sol. sp.
62. <i>Viola canina</i>	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol. sol.
63. <i>V. tricolor</i>	sol.	-	sol.	sol.	-	-	sol. -

хлористый калий) вносили ежегодно ранней весной, в фазе весеннего отрастания трав, в дозах 60 кг/га действующего вещества.

Для учета запаса надземной фитомассы травостой срезали на уровне поверхности почвы, на площадках 0,5 м x 1 м в восьмикратной повторности. Укосы разбирали в свежем виде по агроботаническим группам (злаки, бобовые, разнотравье). Кроме того, отдельно учитывали доминирующие виды. Разобранные укосы высушивали до воздушно-сухого состояния и взвешивали.

Для выявления послойного распределения (стратификации) надземной фитомассы по вертикальному профилю травостой срезали у поверхности почвы на площадках 0,15 x 1 м в 4 повторностях. Полученный снопок травостой разрезали, начиная с основания стеблей, на отрезки 0-7 см, 7-10, 10-20, 20-30 и т.д. Затем в каждой отрезке выделяли фракции (листья, соцветия и стебли), которые высушивали до воздушно-сухого состояния и взвешивали.

Для определения запаса подземной фитомассы использовали круглый стальной бур с внутренним диаметром 80 мм (площадь сечения 50 см<sup>2</sup>). Образцы брали послойно через каждые 5 см в восьмикратной повторности. Почву с подземными частями растений промывали в ситах в проточной воде. Отмытую фитомассу высушивали до воздушно-сухого состояния и взвешивали.

### 3. Результаты и их обсуждение

#### 3.1. Изменение флористического и агроботанического состава под влиянием удобрений

На опытном участке произрастают 63 вида, из них злаков - 11, бобовых - 8, разнотравья - 44 вида. Доля злаков по массе в исходном травостое за период исследований (1983-1986 гг.) колебалась от 20,2 до 27,9% (рис. 1а). Доминирующие виды - *Agrostis tenuis* (7,3%), *Dactylis glomerata* (6,5%), почти в равной степени представлены *Festuca pratensis* (3,5%) и *Anthoxanthum odoratum* (3,0%). Под влиянием удобрений произошли существенные изменения в травостое, увеличилось обилие и доля биомассы злаков.

Ежа сборная оказалась наиболее отзывчивым на удобрения видом, она сохранила доминирующую позицию среди злаков во всех вариантах опыта, при увеличении продуктивности. Максимальная биомасса ежи отмечена в варианте с полным минеральным удобрением (НРК); ее запас на четвертый год исследований возрос по

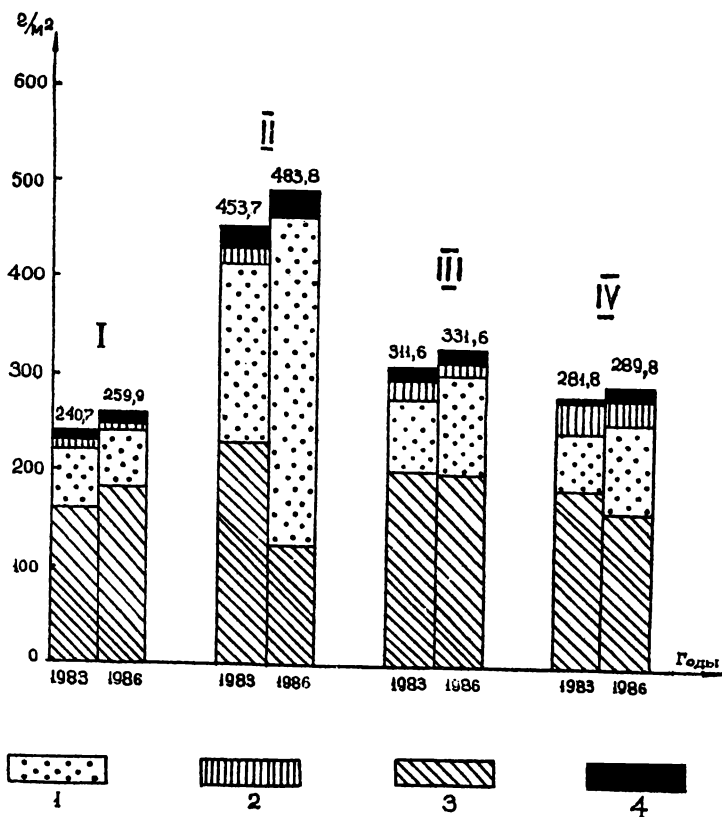


Рис. 1. Динамика основных компонентов в травостое опытного участка (1983-1986 гг.), % I. - VIII - варианты опытов: I - контроль без удобрений; II - 60; III - N60; IV - K60; V - K60P60; VI - N60K60; VII - P60K60; VIII - N60P60; I - злаки; 2 - обовне; 3 - разнотравье; 4 - ветошь

сравнению с контролем в 14 раз и достиг 230,6 г/м<sup>2</sup>, что составляет 32,7% от общего запаса (следовательно, этот вид стал первым по значению в фитоценозе).

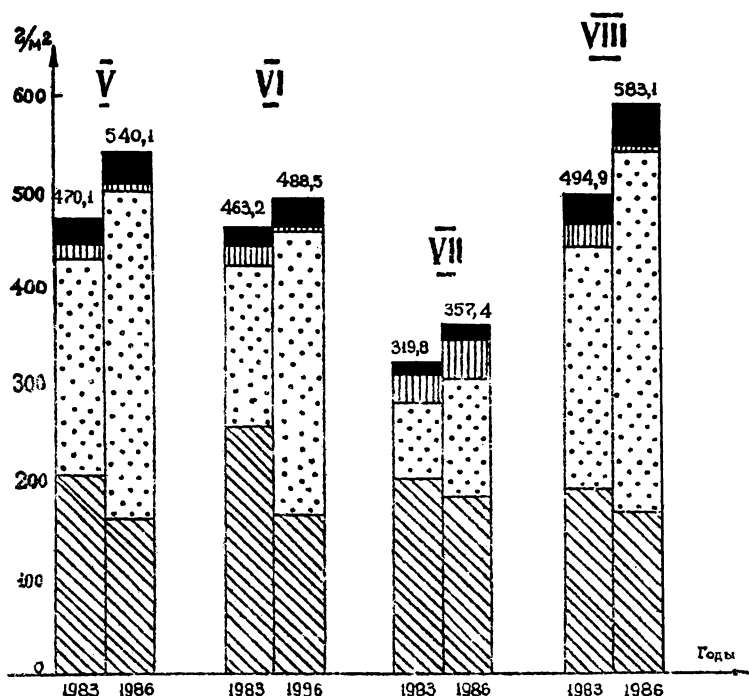


Рис. I а

Опыты показали, что все виды удобрений вызвали увеличение числа как вегетативных, так и генеративных побегов ежи сборной. Особенно заметно увеличилось число побегов в вариантах НР и НРК. Существенно возросла высота побегов, а соответственно их мощность. Если масса вегетативного побега в контроле равна 0,29 г, то в вариантах НР и НРК она достигала 0,55–0,60 г. Масса генеративных побегов возросла особенно резко (в контроле – 0,47–0,49 г, в варианте НРК – 1,35 г). Увеличилось число кустов на 1 м<sup>2</sup>: в контроле их было 1–3, в вариантах с азотом – до 10–12.

На овсяницу луговую положительное влияние оказали все виды удобрений, особенно же эффективным оказалось внесение азотного

и полного минерального удобрения (НРК) ; в этом случае продуктивность возросла в 9,7 раза по сравнению с контролем (рис.2). В результате, овсяница луговая стала одним из преобладающих видов в фитоценозе. Фосфор и калий (как отдельно, так и при совместном внесении) не так существенно повлияли на развитие этого вида: биомасса увеличилась лишь в 1,5–2,4 раза.

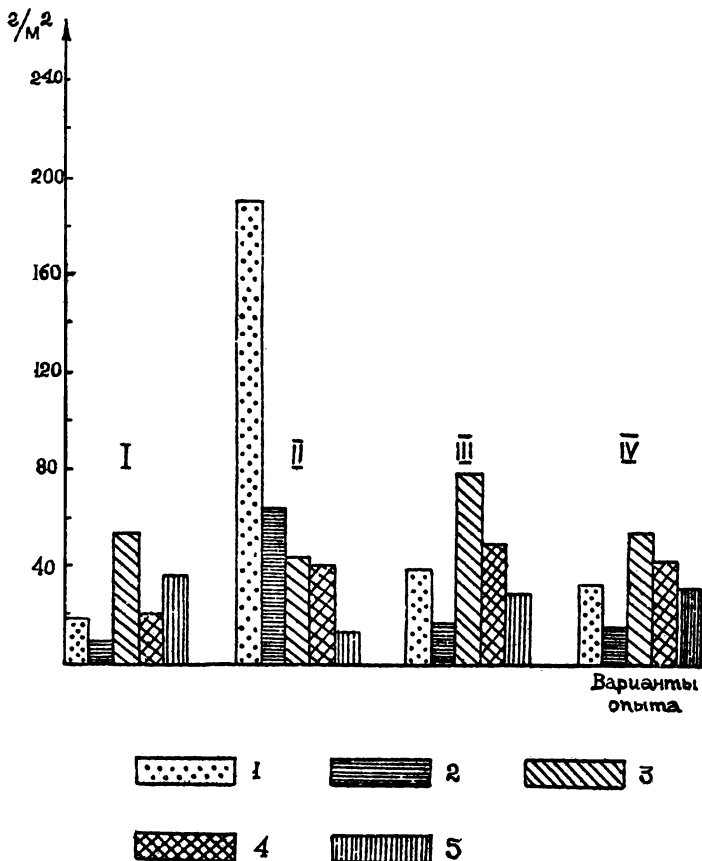


Рис. 2. Влияние удобрений на биомассу основных видов в травостое (1986 г). I - *Dactylis glomerata*; 2 - *Festuca pratensis*; 3 - *Alchemilla*; 4 - *Aegopodium podagraria*; 5 - *Trollius europaeus*

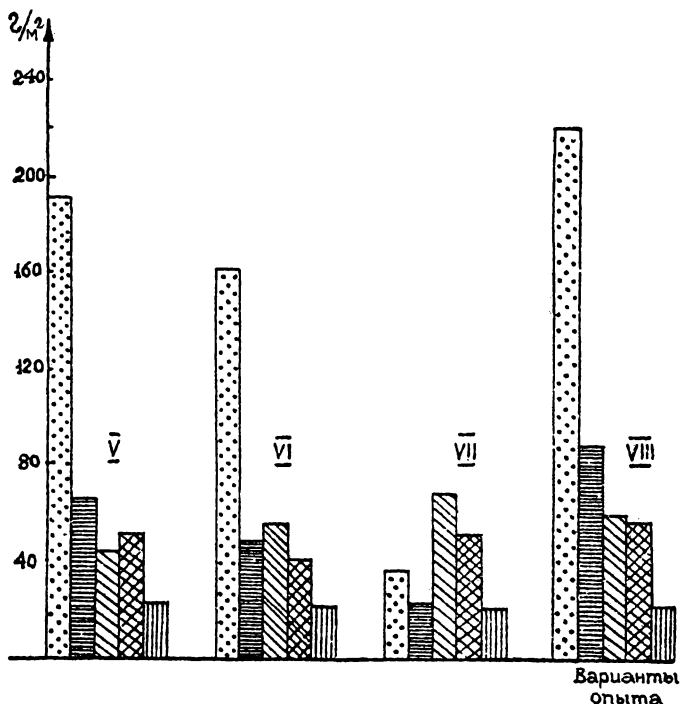


Рис. 2 а

В меньшей степени, чем другие злаки, реагировали на удобрения полевица тонкая и душистый колосок. Интересно, что под влиянием удобрений (варианты  $\overline{\text{NR}}$  и  $\overline{\text{NRK}}$ ) активно начала внедряться в травостой тимopheевка луговая - вид, отсутствующий на контрольном участке.

В целом участие злаков по массе в фитоценозе существенно увеличивалось во всех вариантах с азотом, достигая максимума при внесении полного минерального удобрения ( $\overline{\text{NRK}}$ ). В последнем случае продуктивность злаков по сравнению с контролем возросла в 5,9 раза (рис. 3). Анализируя изменение продуктивности злаков под влиянием удобрений, можно установить следующий ряд по их отзывчивости на  $\overline{\text{NRK}}$  ежа сборная (увеличение биомассы в 13,6 раза), овсяница луговая (9,6), тимopheевка луговая и шпрей

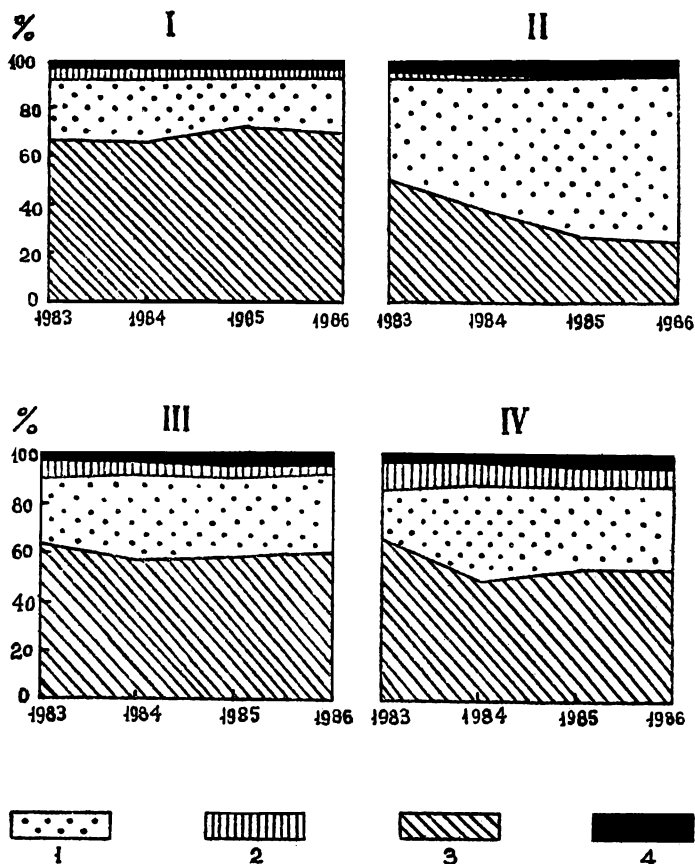


Рис. 3. Изменение продуктивности агроботанических групп под влиянием удобрений ( $\text{г}/\text{м}^2$ ): I - УШ - варианты опытов; 1 - злаки; 2 - бобовые; 3 - разнотравье; 4 - ветошь

ползучий (5,8), полевица тонкая (1,2). В результате улучшения питательного режима значительно повышается доля злаков в травостое (рис. I).

Бобовые представлены в фитоценозе клевером луговым, средним, ползучим, каштановым, чиньей весенней и луговой, горошком

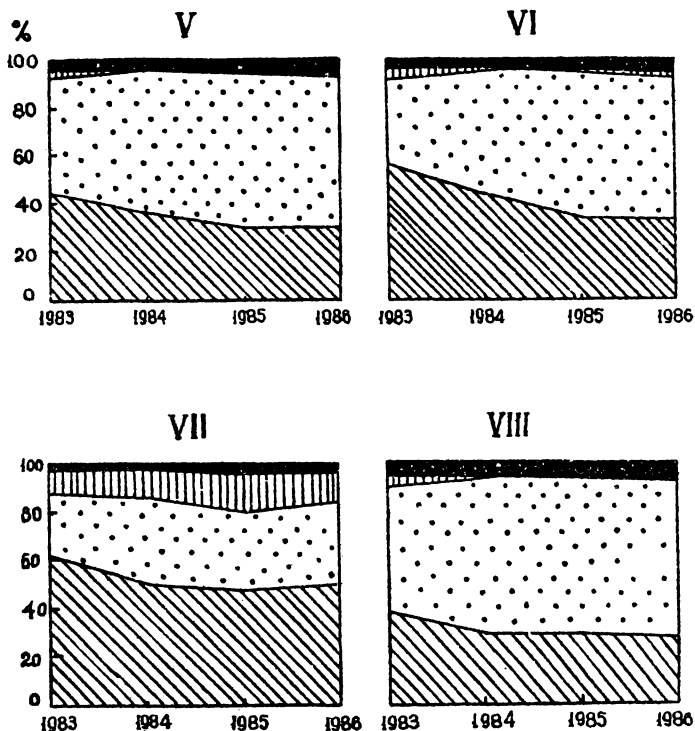


Рис. 3 а

заборным и мышиним. Оценка продуктивности по видам не проводилась из-за малой доли бобовых в сложении биомассы, поэтому определялась только суммарная продуктивность всей группы. Низкое содержание бобовых в травостое объясняется кислой реакцией почвы ( $\text{pH}=3,8$ ) и слабой обеспеченностью подвижным фосфором. В целом группа бобовых положительно реагировала на внесение фосфора и калия, биомасса их возросла в 2,5–4,3 раза. Особенно благоприятное воздействие оказало совместное внесение фосфорно-калийных удобрений, при этом биомасса бобовых увеличилась в 7,9 раза (рис. 3). В вариантах, где вносили азот отдельно или в сочетании с фосфором и калием, продуктивность бобовых в первый год исследований существенно возросла, затем стала снижаться. На



четвертый год внесения азотных удобрений из травостоя выпали *Lathyrus vernus*, *Trifolium pratense*, *Vicia sepium*, сократилось обилие *Trifolium medium*.

Из групп разнотравья в контроле доминирует *Alchemilla murbeckiana* (21,2% биомассы), довольно велика доля *Trollius europaeus* (13,7%), *Aegorodion podagria* (7,9%), в меньшей степени представлены *Geranium sylvaticum*, *Sanguisorba officinalis*, *Cirsium heterophyllum*. На продуктивность манжетки заметное влияние оказали фосфорные удобрения - масса ее увеличилась в 1,5 раза. Существенно изменился и внешний облик манжетки: возросла листовая поверхность, растения стали более мощными. У купальницы европейской наблюдается тенденция к снижению продуктивности при внесении всех видов удобрений. Особенно угнетающее действие оказали азотные удобрения (вариант N): масса сократилась в 2,5 раза. Снять обыкновенная положительно реагировала на внесение удобрений, но наиболее благоприятное воздействие отмечено в вариантах NP, PK, NPK.

В целом для группы разнотравья характерна менее выраженная реакция на внесение минеральных удобрений по сравнению со злаками (рис. 3). Общая биомасса незначительно колебалась от варианта к варианту и только азотные удобрения резко ее снизили (в контроле - 181,5 г/м<sup>2</sup>, в варианте N - 122 г/м<sup>2</sup>). Для этого варианта характерно интенсивное обеднение видового состава. Разница в количественном соотношении видов в контроле и в варианте с азотом составляет 18 видов (коэффициент флористического сходства равен 78,4%, а в год закладки опыта - 90,5%). Травостой отличается самой высокой долей участия злаков (68,8%, рис. 1).

Под влиянием удобрений (варианты N, NP, PK, NPK) образуется густой высокорослый травостой, препятствующий развитию видов, возобновляющихся семенным способом, что приводит к выпадению из фитоценоза таких растений, как *Viola tricolor*, *Trifolium pratense*, *Rhinanthus vernalis*; усиливается позиция собственно луговых видов, а участие лесных и лугово-лесных снижается.

На основе эксперимента растения опытного участка, в зависимости от их реакции видов на азотные удобрения были разделены на следующие группы:

- а) положительно реагирующие - виды, продуктивность которых увеличивалась более чем в 3 раза (*Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Phleum pratense*, *Elytrigia repens*),
- б) индифферентные - виды, продуктивность которых по срав-

нению с контролем почти не изменяется (*Ajuga reptans*, *Cirsium heterophyllum*, *Achillea millefolium* ;

в) отрицательно реагирующие – виды, существенно снижающие биомассу по сравнению с исходным фитоценозом или полностью выпадающие из травостоя (*Trollius europaeus*, *Viola tricolor*, *Trifolium spadiceum* и др.).

Фосфорные и калийные удобрения (варианты Р, К, РК) не оказали существенного влияния на видовой состав и продуктивность травостоя, и только *Trifolium pratense* реагировал положительно .

Итак, в результате лучшей обеспеченности растений элементами питания (варианты N, NP, NK, NPK ) в травостое начинают преобладать виды, отличающиеся сильной конкурентной способностью (*Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Phleum pratense* ). Мощная разветвленная корневая система, расположенная в поверхностном горизонте почвы (0–10 см), позволяет этим злакам активно поглощать питательные вещества, вносимые с удобрениями. Значительное опережение злаков в росте и развитии по сравнению с бобовыми и разнотравьем приводит к перестройке фитоценоза, заканчивающейся образованием качественно нового разнотравно-крупнозлакового сообщества с доминированием ежи сборной.

### 3.2. Изменение послонного распределения надземной и подземной фитомассы

Для контрольного участка характерна довольно высокая замочелость, почти сплошной ковер образуют мезофильные виды мхов – *Hylacomnium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Climacium dendroideum*, *Thuidium abietinum* . Суммарная масса мхов достигает 80–95 г/м<sup>2</sup>.

Травостой контрольного участка невысокий (50–60 см), средней густоты, слабо расчленен на подъярусы. Проективное покрытие 85–90%. Большая часть надземной фитомассы (85%) сосредоточена в приземном (0–25 см) горизонте. В горизонте до высоты скашивания (0–7 см) располагается 32,4% надземной фитомассы. Доля фитомассы, находящейся выше 50 см, не превышает 2,1%. В целом для травостоя контрольного участка характерен укороченный вертикальный профиль (рис. 4а), треть фитомассы расположена ниже уровня скашивания, что ведет к увеличению потерь при сенокосении.

В вариантах Р, К, РК отмечены несущественные различия в распределении фитомассы по вертикальному профилю. Масса тра-

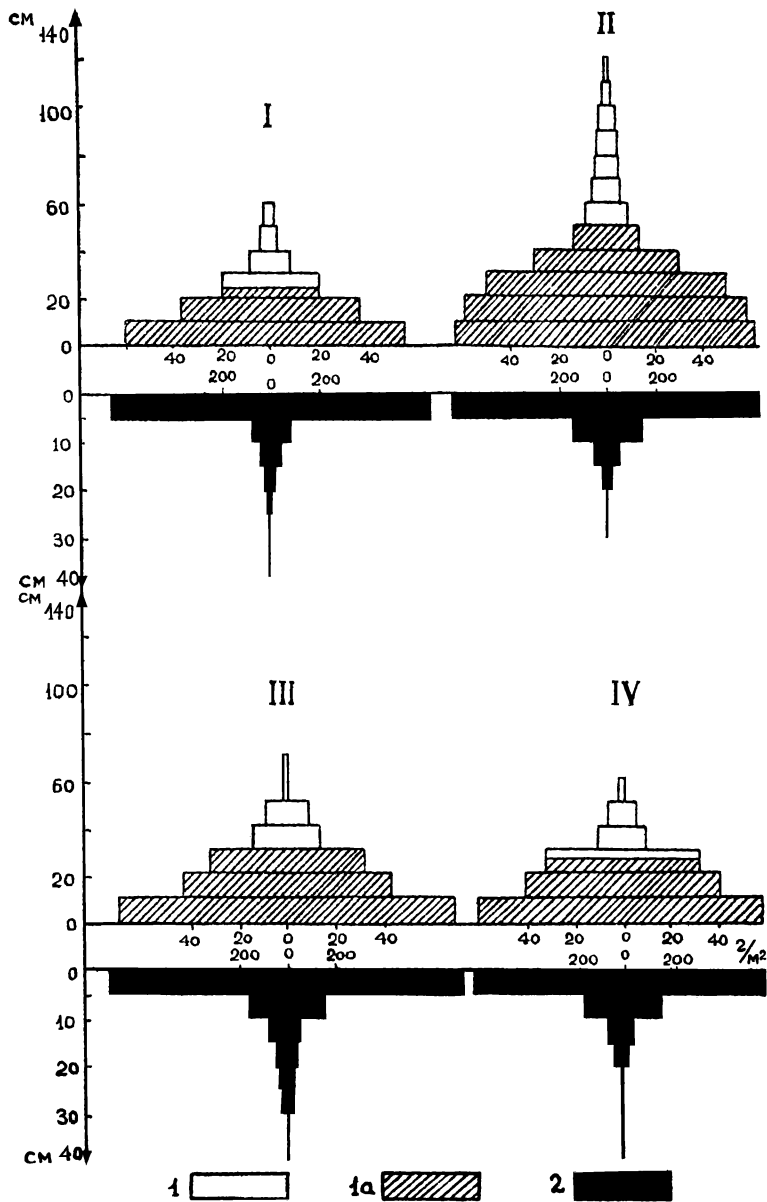


Рис. 4

Рис. 4 и 4 а. Стратификация надземной и подземной фитомассы на фоне минеральных удобрений ( $г/м^2$ ). I - III варианты опытов. Фитомасса: I - надземных органов; I<sup>a</sup> - в том числе основная ее часть 85%; 2 - подземная масса

восток, расположенная ниже уровня скашивания, достаточно велика и составляет 25,1-27,8%. Основная фитомасса травостоя (85%) сосредоточена в горизонте 0-30 см.

Резкие изменения в стратификации фитомассы произошли под влиянием отдельного внесения азота (вариант N) и при внесении азота в сочетании с фосфором и калием (варианты NP, NK, NPK). Травостой становится сомкнутым, высокорослым, растения более развитыми, увеличивается индекс листовой поверхности. Обращает на себя внимание более равномерное распределение фитомассы по вертикальному профилю. В горизонте 0-7 см сосредоточено 13,5-16,5% фитомассы, значительно возрастает общая высота растений, отдельные генеративные побеги ежи сборной достигают 130 см (варианты NP и NPK; основная часть фитомассы 85% сконцентрирована в биогоризонте 0-50 см (рис. 4, 4а). При этом вертикальный профиль травостоя увеличивается вдвое по сравнению с исходным сообществом. В структуре травостоя четко выделяются три подъяруса: первый (высота 80-120 см) образуют генеративные побеги *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Sanguisorba officinalis*, *Phleum pratense*; второй 50-80 см - *Aegopodium podagraria*, *Agrostis tenuis*, *Cirsium heterophyllum*; третий - *Alchemilla rigescens*, *Veronica chamaedrys*, *Dianthus deltoides*, *Potentilla erecta*.

Как указывалось выше, под влиянием удобрений изменяется обилие отдельных видов в фитоценозе, в результате чего заметные изменения наблюдаются и в соотношении фракций травостоя. Так, в вариантах с азотом преобладают в травостое злаки и здесь отмечается более высокое обилие стеблей; масса стеблей достигает 228,6  $г/м^2$ , а листьев - 255,2  $г/м^2$ . При внесении фосфорно-калийных удобрений (варианты P, PK, K) в травостое доминируют виды разнотравья, такие как *Alchemilla murbeckiana*, *Aegopodium podagraria*, *Cirsium heterophyllum*, обладающие крупными листовыми пластинками. В этом случае отмечено явное преобладание листьев над стеблями (масса листьев - 217,3 - 268,0  $г/м^2$ , а стеблей - 72,5 - 89,4  $г/м^2$ ; соотношение между ними равно 3:1).

Интересно проследить влияние удобрений на продуктивность и послойное распределение подземной фитомассы. Основная масса

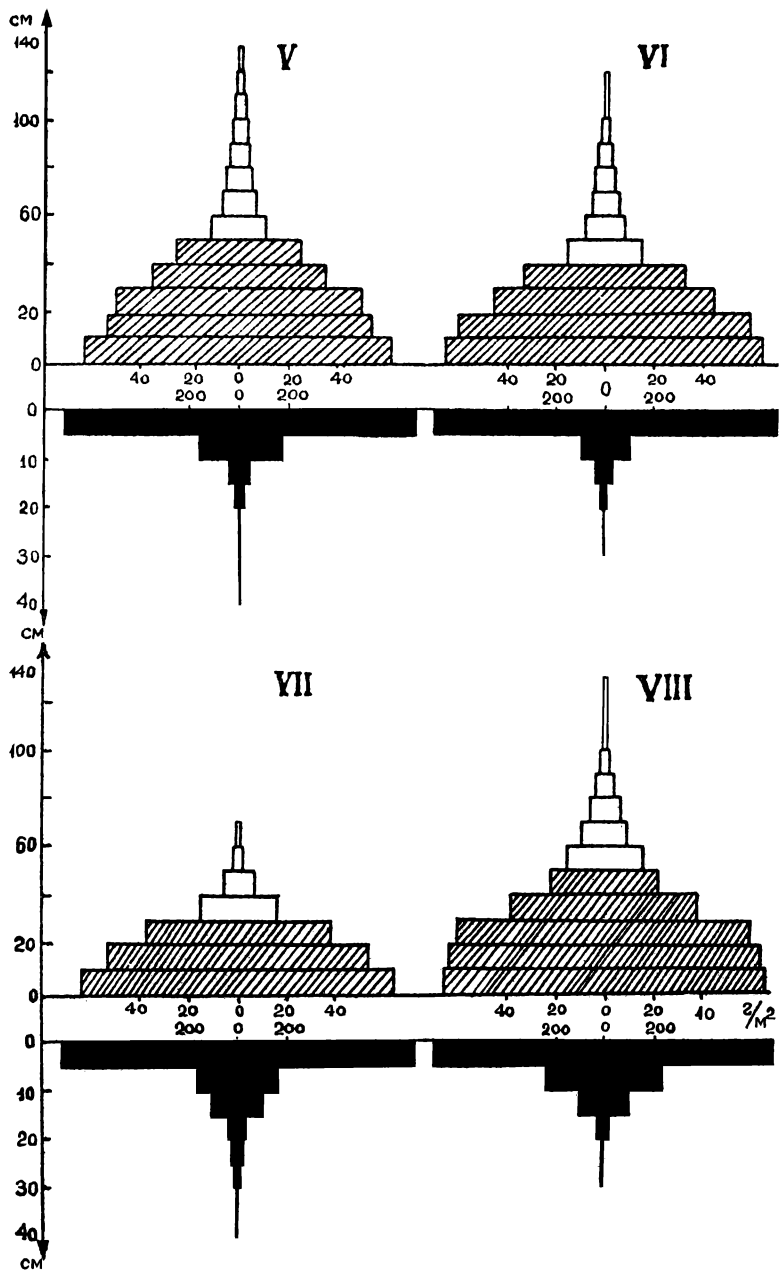


Рис. 4 а

корневых систем, независимо от вариантов, располагается в верхнем (0–5 см) горизонте почвы (рис. 4, 4а). Здесь сосредоточено от 65,9% (вариант НКК) до 84,5% (контроль) всей подземной фитомассы. Обращает внимание на себя повышенное содержание подземных органов в нижележащих горизонтах в вариантах с удобрениями. Наибольшая концентрация подземной фитомассы на глубине 5–10 см отмечена в варианте с полным минеральным удобрением (465,5–584,3 г/м<sup>2</sup>, или 21,8–25,6% от всей подземной фитомассы), тогда как на контрольном участке масса подземных органов в этом горизонте не превышает 145,7 г/м<sup>2</sup> (9,3%). Заметные изменения в распределении подземной фитомассы вызывают фосфорные и фосфорно-калийные удобрения, под их влиянием корневые системы углубляются. В вариантах N, НК, НКК, напротив, наметилась четкая тенденция уменьшения глубины проникновения корневых систем (рис. 4, 4а). На четвертый год внесения удобрений в этих вариантах произошло снижение запаса подземной фитомассы. Особенно резко уменьшился запас массы подземных органов в варианте с внесением только азота: в 1983 г. – 2075,5 г/м<sup>2</sup>, а в 1986 г. – 1604,2 г/м<sup>2</sup>. Вероятно это связано с тем, что при внесении азота разложение отмерших корней происходит быстрее.

### 3.3. Динамика урожайности луга под влиянием минеральных удобрений

За период исследований (1983–1986 гг.) выявлены основные закономерности в изменении урожайности хозяйственной продуктивности травостоя, происходящие на фоне различных видов минеральных удобрений (табл. 2). Калийные удобрения не дали существенной прибавки урожая, разница между опытом и контрольным вариантом недостоверна. Незначительное влияние калия на урожайность объясняется достаточно высокой обеспеченностью почвы этим элементом. Однако калий оказал положительное влияние на качество травостоя, обилие видов из группы бобовых, таких как клевер луговой и средний и др., увеличилось по сравнению с контролем в 3 раза. Воздействие фосфорных и фосфорно-калийных удобрений на урожайность примерно одинаково, однако совместное внесение фосфора и калия более эффективно, т.к. в этом варианте отмечена максимальная биомасса бобовых (4,0–5,3 ц/га). Существенно уменьшилась доля купальницы европейской, что не могло не отразиться на биохимическом составе травостоя и на его поедаемости.



В случае раздельного внесения одного из макроэлементов (Р, К или N) наиболее экономически целесообразно азотное удобрение. Более высокий урожай (40,7 ц/га) был получен при внесении азота на третий год ошты, прибавка по сравнению с контролем составила 24,3 ц/га. Кроме того, в этом варианте сформировался злаковый травостой, состоящий из ценных в кормовом отношении видов, таких как ежа сборная, овсяница луговая, где на долю только этих 2 видов приходится 53% от общей фитомассы.

Азотные удобрения в сочетании с фосфорными обеспечивают более высокую урожайность, чем азотно-калийные.

Максимальный урожай (47,5-50,4 ц/га) был получен при внесении полного минерального удобрения (вариант NPK) на 3-4 год эксперимента. Здесь урожай увеличился в 2,8 раза по сравнению с контрольным участком; прибавка достигла 31,1-33,8 ц/га. Повышение урожайности во всех вариантах, где вносили азот (N, NP, NK, NPK), произошло главным образом за счет злаков (рис. 1) и особенно ежи сборной, овсяницы луговой и тимофеевки луговой. Эти виды отличаются не только высокой продуктивностью, но и повышенным содержанием питательных веществ. Кроме того, увеличение в травостое верховых и полуверховых злаков, обладающих высокими технологическими свойствами по сравнению с разнотравьем, ведет к существенному снижению потерь урожая при сенокосении.

Анализ результатов проведенных экспериментов дает основание прийти к заключению, что путем внесения полного минерального удобрения можно в течение 3-4 лет увеличить приблизительно в 2,5 раза биологическую продуктивность деградированных после лесных суходольных лугов, доведя ее до уровня потенциальной. При этом сводится до минимума замоховелость лугов, улучшается качественный состав травостоя за счет возрастания доли верховых и полуверховых злаков. Активизация кущения, увеличение численности и мощности побегов злаков приводит к формированию высокопродуктивного травостоя с более равномерным распределением надземной фитомассы по вертикальному профилю, в связи с этим уменьшаются потери урожая при скашивании.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алтуний Д.А. Удобрения сенокосов и пастбищ в Нечерноземной зоне. М.: Россельхозгиз, 1983. 144 с.
2. Бахарь М.Ф., Рабцевич Г.П. Повышение продуктивности са-



нокосов. Минск: Ураджай, 1983. 80 с.

3. Горчаковский П.Л., Абрамчук А.В. Рациональное использование и охрана лугов Урала. 1984. С.9-17.

4. Горчаковский П.Л., Абрамчук А.В. Основы охраны и экологического мониторинга луговой растительности // Продуктивность сенокосов и пастбищ. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1986. С. 25-29.

5. Кутузова А.А. Меньше травмировать дернину при улучшении лугов // Кормопроизводство. 1983. №10. С.33-35.

6. Работнов Т.А. Влияние минеральных удобрений на луговые растения и луговые фитоценозы. М.: Наука, 1973. 178 с.