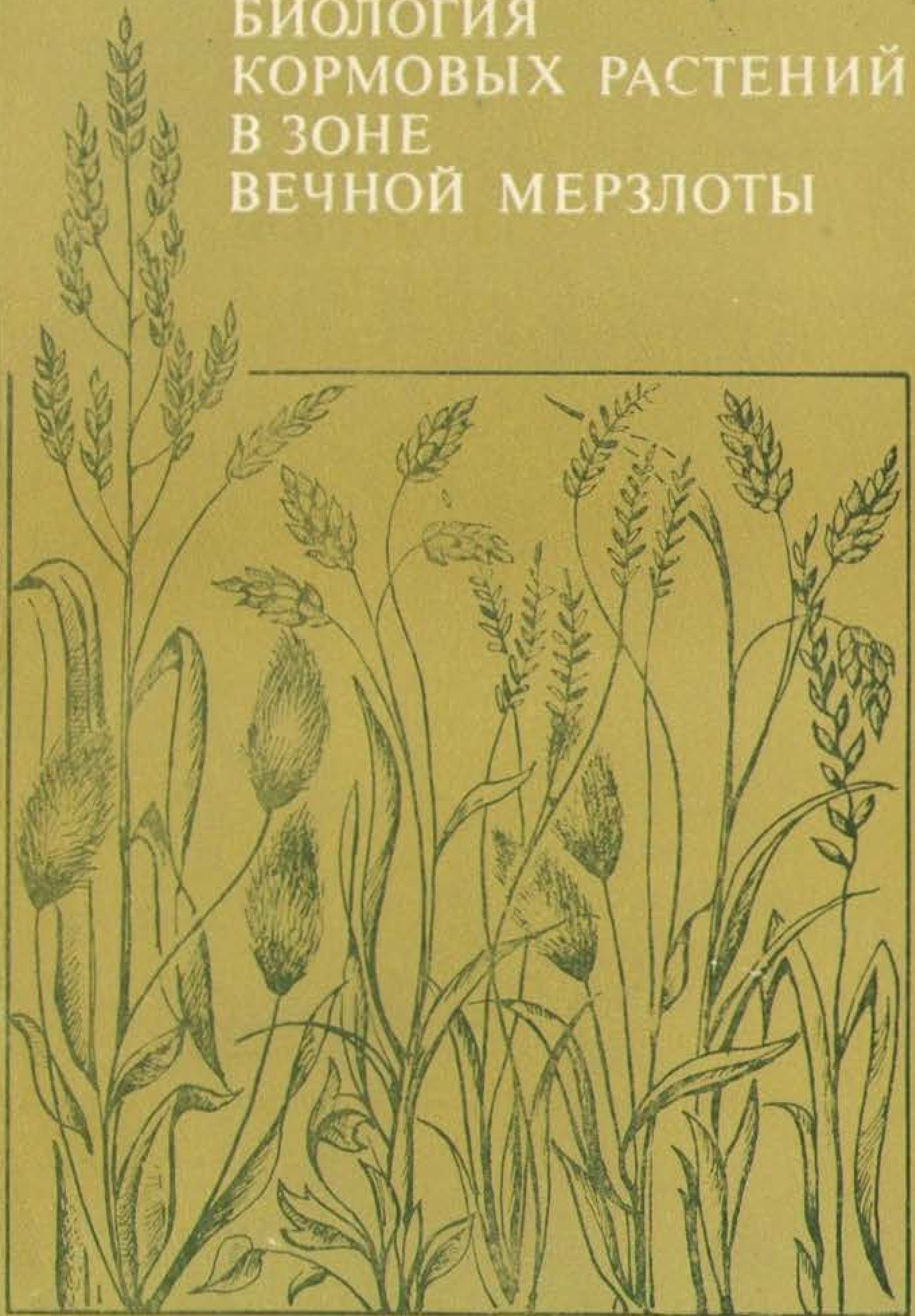
Библиотека В.П. Ивановой

БИОЛОГИЯ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ В ЗОНЕ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ



АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ЯКУТСКИЙ ФИЛИАЛ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ

БИОЛОГИЯ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ В ЗОНЕ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

Ответственный редактор
д-р с.-х. наук проф. Л. Г. Еловская

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Новосибирск · 1976

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ЯКУТСКИЙ ФИЛИАЛ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ

БИОЛОГИЯ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ В ЗОНЕ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

Ответственный редактор
д-р с.-х. наук проф. Л. Г. Еловская

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Новосибирск·1976

В сборнике впервые представлены результаты изучения биологии многолетних кормовых растений в агрофитоценозах Северо-Востока СССР. Освещены эколого-биологические особенности возделывания многолетних трав на мерзлотных почвах бассейнов рек Лены, Вилюя и Колымы. Дан анализ влияния минимальных температур перезимовки и орошения на биологию и продуктивность ряда видов. Приводится фенология, оценка зимостойкости, особенности развития корневых систем, величина кормовой и семенной продуктивности основных видов многолетних трав, пригодных для возделывания в зоне вечной (многолетней) мерзлоты; представлены оригинальные исследования биологии пушицы влагалищной и узколистной, арктофилы рыжеватой и ивы красивой; дается материал по сезонным изменениям фитомассы, отавности.

Книга рассчитана на биологов, работников сельского хозяйства северных районов страны, преподавателей и студентов сельскохозяйственных институтов.

Б $\frac{21006-891}{055(02)-76}$ 446—76

© Издательство «Наука», 1976.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Территория Северо-Востока страны, где повсеместно распространены многолетнемерзлые грунты, обладает колоссальными природными ресурсами, громадным энергетическим потенциалом и неиспользованными возможностями земельных угодий. Здесь бурными темпами развивается промышленность. Возникают новые города и магистрали. Значительно увеличивается население. Соответственно возрастают потребности в продуктах сельскохозяйственного производства (молоке, масле, мясе, овощах, картофеле). Однако, несмотря на животноводческий уклон сельского хозяйства Якутии, потребности населения республики в мясе и свежем молоке за счет местного производства удовлетворяются еще не полностью. Животноводство в зоне вечной мерзлоты — главная отрасль сельскохозяйственного производства, но продуктивность его из-за низкой урожайности естественных кормовых трав и сеяных культур, бедности их ассортимента, крайне невысокой питательности производимых на месте кормов низка.

Чтобы удовлетворить потребности в сельскохозяйственных продуктах, необходимо увеличить объем производства путем интенсивного ведения сельского хозяйства в районах недостаточно развитого земледелия, в частности в зоне вечной мерзлоты. В ходе научно-технической революции колоссальные земельные фонды этой зоны будут все шире осваиваться под выращивание кормовых растений. Все шире будет развиваться интенсивное полевое кормопроизводство, представленное кормовыми агрофитоценозами. Но если по возделыванию однолетних кормовых растений накоплен достаточный опыт, то с внедрением в производство наиболее перспективных в условиях северного лета видов многолетних дело обстоит хуже. Опыт их возделывания сталкивается с целым рядом трудностей: низкой полевой всхожестью семян, частыми вымерзаниями, изреженностью всходов, низкой продуктивностью. Одна из причин этого — почти полная неизученность эколого-биологических основ введенных в культуру кормовых растений.

Особая сложность успешного возделывания многолетних трав в зоне вечной мерзлоты связана с двуединством факторов, лимитирующих успешное развитие кормовых растений: недостаток тепла и влаги, а иногда избыток ее. Что оказывается решающим в каждом отдельном случае? Какова сила влияния на биологию растений каждого фактора?

Говоря о пищевом режиме, необходимо представлять, что даже то немногое, что известно о биологии пригодных на корм растений, получено из опыта экстенсивного ведения хозяйства и не раскрывает потенциальных возможностей их в условиях интенсификации с применением орошения, тепловой мелиорации и непривычно высоких доз удобрений.

В сборнике приведены результаты изучения биологии культурных и дикорастущих растений, играющих роль кормовых ценозообразователей в зоне вечной мерзлоты. Представленные статьи выполнены коллективом лаборатории геоботаники и споровых растений с участием специалистов лаборатории почвоведения Института биологии, Отдела прикладной математики и вычислительной техники Якутского филиала Сибирского отделения АН СССР и Института мерзлотоведения Сибирского отделения АН СССР.

В первой статье дан оригинальный материал по экологии и биологии кормовых растений при возделывании их в богарных и орошаемых условиях, разной глубине заделки семян, разным методом обработки, внесении высоких доз удобрений на различных типах почв, в различных почвенно-географических и сельскохозяйственных зонах Якутии. Во второй представлены результаты исследований по выращиванию видов и сортов многолетних кормовых трав в условиях Колымского района Магаданской области. В третьей рассмотрены биологические особенности сезонного развития надземной фитомассы тундровых кормовых растений.

Г. В. Денисов, В. С. Стрельцова, Н. Е. Фомина, Д. А. Саморцева, Т. Н. Рябинина, И. Л. Вольперт

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ В БАССЕЙНАХ РЕК ЛЕНЫ И ВИЛЮЯ

ЦЕЛЬ, ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

На первом этапе исследований изучались следующие вопросы:

1) основные факторы, определяющие полевую всхожесть и выживаемость растений в ювенильный период их жизнедеятельности;

2) влияние заделки семян и уровня влагообеспеченности почвы на особенности морфогенеза многолетних трав в первый год жизни;

3) определение силы влияния таких экологических факторов, как уровень влагообеспеченности и степень охлаждения узла кущения в период перезимовки на зимостойкость и продуктивность многолетних трав;

4) последействия орошения на особенности морфогенеза многолетних трав во второй год их жизни;

5) возможности управления глубиной закладки узла кущения и размещения корневой системы трав в процессе создания кормового агрофитоценоза.

При выполнении программы были использованы стандартные, а в отдельных случаях специальные методики, разработанные и апробированные в процессе исследования.

1. Методика определения силы влияния экологических факторов, полевой всхожести и выживаемости, предусматривающая создание двух уровней влагообеспеченности (богарного и поливного), на которых высевается 10 видов многолетних трав при глубине посева 2, 4, 6 см и поверхностном. Размер учетной делянки $1 \times 0{,}3$ м, повторность десятикратная. На каждой микроделянке высевается по 100 всхожих семян при заданной глубине исследования.

2. Методика ускоренного проведения регрессионного анализа с определением возможности и регулирования закладки узла кущения и зоны развития корневых систем многолетних трав.

Для обработки результатов влияния взаимосвязей между заглублением в почву семян костра безостого и глубиной про-

Таблица 1

Экспериментальные данные после ранжировки, см

Номер по порядку	Заглубление семян в почву	Заглубление узла кущения	Глубина проникновения корней	Высота растения	Номер по порядку	Заглубление семян в почву	Заглубление узла кущения	Глубина проникновения корней	Высота растения
1	0,5	0,50	7,50	9,85	13	3,3	2,00	12,30	14,00
2	1,0	1,00	10,50	13,00	14	3,5	2,03	8,57	16,60
3	1,2	1,20	5,60	5,00	15	3,7	1,90	11,60	18,75
4	1,5	1,50	8,92	11,31	16	3,8	2,20	9,70	16,50
5	2,0	1,89	8,41	13,83	17	4,0	2,26	9,50	16,71
6	2,3	1,70	9,20	14,10	18	4,1	2,50	9,60	17,70
7	2,5	2,05	10,13	15,98	19	4,2	1,80	9,30	15,70
8	2,6	2,00	7,20	18,50	20	4,3	2,25	10,25	16,35
9	2,7	1,77	10,26	15,96	21	4,5	2,78	9,23	16,52
10	2,8	2,50	9,50	18,50	22	4,6	1,85	7,70	13,75
11	3,0	1,80	8,42	14,50	23	4,7	2,30	7,50	17,50
12	3,2	2,17	10,00	18,06	24	5,0	2,52	9,94	16,38

никновения корней, высотой растения и заглублением узла кущения применялись стандартные методики регрессионного и дисперсионного анализов (Хальд, 1956). Вычисления проводились на ЭЦВМ при помощи разработанных нами на языке АЛГОЛ процедур ранжировки данных, расчета некоторых статистических характеристик эмпирических рядов распределения и коэффициентов линейной регрессии (табл. 1).

При ранжировании рядов происходит значительное сокращение числа наблюдений за счет усреднения замеров морфологических характеристик для совпадающих значений заглубления семян. В табл. 2 показаны математические ожидания m и средние квадратические отклонения σ приведенных рядов распределения, а также коэффициенты регрессионного уравнения вида

$$y = \alpha + \beta x,$$

где за результирующий параметр y поочередно принимаются соответственно: глубина проникновения корней, высота расте-

Таблица 2

Статистическая характеристика рядов распределения морфологических параметров костра безостого

Показатель	m	σ	a_0	a_1	S
Заглубление:					
семян в почву	3,125	1,125	—	—	—
узла кущения	1,936	0,510	0,899	0,332	0,304
Глубина проникновения корней	9,202	1,454	8,280	0,295	1,438
Высота растения	15,212	3,133	10,152	1,619	2,444

Таблица 3

Доверительные интервалы для коэффициентов регрессионных уравнений

Показатель	α	β
Глубина проникновения корней	$8,279 \pm 0,553$	$0,295 \pm 0,609$
Высота растения	$10,152 \pm 0,939$	$1,619 \pm 1,035$
Заглубление узла кущения . .	$0,899 \pm 0,117$	$0,332 \pm 0,129$

ния и заглубление узла кущения, а x — заглубление семян. Остаточная дисперсия S^2 вычисляется как усредненная сумма квадратов отклонений значений уравнения регрессии от наблюдаемых величин соответствующих параметров. Величина S характеризует разброс исходных данных вокруг регрессионной прямой и не превосходит в случае адекватности модели σ_y (Хальд, 1956).

Статистические оценки a_0 и a_1 для коэффициентов α и β уравнения регрессии подчиняются распределению Стьюдент (табл. 3). Следовательно, значение границ доверительных интервалов для них (при 95%-ном уровне значимости и 22 степенях свободы; Митропольский, 1961), определяются по формулам:

$$\alpha = a_0 + 2{,}074(S/\sigma_x\sqrt{n-1});$$

$$\beta = a_1 + 2{,}074 \quad (S/\sqrt{n}).$$

Графически полученные результаты интерпретируются в виде прямых в декартовой системе координат. В случае отсутствия ЭВМ регрессионный анализ становится весьма трудоемок. Наибольшую трудность представляет вычисление величины SP, особенно в случае многомерной регрессии (табл. 4). В целях упрощения расчетов была использована модифицированная нами методика вычисления коэффициентов уравнения регрессии (Мойсюк, 1966).

Придавая вычислениям из табл. 4 законченный вид, получим уравнение регрессии и значение дисперсии статистических оценок для коэффициентов α и β.

$$y = 9{,}201 + 0{,}295(x-3{,}125) = 8{,}279 + 0{,}295x;$$

$$S_\alpha^2 = S^2/n = 0{,}178; \quad S_\alpha = 0{,}422;$$

$$S_\beta^2 = S^2/SSD_x = 0{,}119; \quad S_\beta = 0{,}345;$$

$$S_y^2 = 0{,}178 + 0{,}119\,(x = 3{,}125)^2.$$

Таблица 4

Схема вычисления для ручного регрессионного анализа с дисперсионным анализом полученных результатов

Номер по порядку	x	y	Y	$y-Y$
1	0,5	7,50	8,427	—0,927
2	1,0	10,50	8,575	1,925
3	1,2	5,60	8,634	—3,034
4	1,5	8,92	8,722	0,194
5	2,0	8,41	8,870	—0,459
6	2,3	9,20	8,958	0,242
7	2,5	10,13	9,017	1,113
8	2,6	7,20	9,047	—1,847
9	2,7	10,26	9,076	1,184
10	2,8	9,50	9,106	0,394
11	3,0	8,42	9,165	—0,740
12	3,2	10,00	9,224	0,776
13	3,3	12,30	9,253	3,047
14	3,5	8,57	9,312	—0,742
15	3,7	11,60	9,371	2,029
16	3,8	9,70	9,401	0,299
17	4,0	9,50	9,460	0,040
18	4,1	9,60	9,489	0,111
19	4,2	9,30	9,519	—0,219
20	4,3	10,25	9,548	0,702
21	4,5	9,228	9,607	0,379
22	4,6	7,700	9,637	—1,937
23	4,7	7,500	9,666	—2,166
24	5,0	9,940	9,755	0,185
n	24			
S	75	220,83	220,824	—0,009
SS	270,320	2080,542	700,704=SP	
S^2/n	234,375	2031,912	690,093=S_xS_y/n	
SSD	35,945	48,63	10,611=SPD	
β		SPD/SSD_x=0,295		
SPD^2/SSD_x		3,132		
$SSD_{y/x}$		45,498		
f		22		
S^2		2,068	S=1,438	
S/n	3,125	9,201		

Примечание. x — заглубление семян в почву; y — глубина проникновения корней; Y — значение уравнения регрессии; $y-Y$ — отклонения значений уравнения регрессии от величин непосредственных измерений.

Для упрощения расчетов, которые, как было видно, достаточно трудоемки, исходная табл. 4 преобразуется путем замены независимой переменной x на $+1$ или -1 в зависимости от знака соотношения $x_i-\bar{x}$, т. е. вместо x появляется новая переменная

$$\tilde{x} = \operatorname{sign}(x_i-\bar{x}),$$

вычисленное значение которой дано в табл. 5.

Таблица 5

Построение регрессионной прямой упрощенным методом

Номер по порядку	x	$\tilde{x}$	y	Y	$y-Y$
1	0,5	—1	7,500	8,417	—0,917
2	1,0	—1	10,500	8,566	1,934
3	1,2	—1	5,600	8,627	—3,027
4	1,5	—1	8,916	8,716	0,200
5	2,0	—1	8,411	8,865	—0,454
6	2,3	—1	9,200	8,955	0,245
7	2,5	—1	10,130	9,015	1,115
8	2,6	—1	7,200	9,044	—1,844
9	2,7	—1	10,260	9,074	1,186
10	2,8	—1	9,500	9,104	0,396
11	3,0	—1	8,425	9,137	—0,712
12	3,2	+1	10,000	9,224	0,776
13	3,3	+1	12,300	9,254	3,046
14	3,5	+1	8,570	9,314	—0,744
15	3,7	+1	11,600	9,373	2,227
16	3,8	+1	9,700	9,403	0,297
17	4,0	+1	9,500	9,463	0,037
18	4,1	+1	9,600	9,493	0,107
19	4,2	+1	9,300	9,523	—0,223
20	4,3	+1	10,250	9,553	0,697
21	4,5	+1	9,228	9,613	—0,385
22	4,6	+1	7,700	9,642	—1,942
23	4,7	+1	7,500	9,672	—2,172
24	5,0	+1	9,940	9,762	0,178
n	24				
S	75		220,830	220,809	0,021
SS	270,320			$\bar{S}_{y(+)}=S_{y(+)}/S_{x(+)}$=9,629	
S^2/n	234,375			$\bar{S}_{y(-)}=-S_{y(-)}/S_{\tilde{x}(-)}$= 8,694	
SSD	35,945				
σ	1,250				
S/n	3,125		9,201		
$S_{(+)}$		13	125,188		
$S_{(-)}$		—11	95,642		
β		$(\bar{S}_{y(+)}-\bar{S}_{y(-)})/2{,}5\sigma_x$=0,299			
$SSD_{y/x}$			45,463		
f			22		
S^2			2,066	$S\approx$1,44	

Приводя эти данные, как и в табл. 4, к окончательному виду, получим

$$Y = 9{,}201 + 0{,}299(x-3{,}125) = 8{,}267 + 0{,}299x;$$

$$S_a^2 = S^2/n = 0{,}086; \quad S_a = 0{,}293;$$

$$S_b^2 = S^2/SSD_x = 0{,}057; \quad S_b = 0{,}239;$$

$$S_y^2 = 0{,}086 + 0{,}57\,(x-3{,}125)^2.$$

Предварительно вычисляется среднеарифметическое значение независимого параметра. Среднее берется с точностью на 1 знак после запятой больше, чем соответствующая переменная в табл. 5.

Результирующий параметр y сохраняется в том же виде, в каком был в исходной таблице. Из табл. 5 выбираются все y_i с положительными $\widetilde{x}_i (i = 1,. . ., 24)$ и складываются между собой, результат сложения $S_{y(+)}$ записывается в соответствующую строку таблицы. Те же действия выполнятся для y_i с отрицательными $\widetilde{x}_i$ для получения суммы $S_{y(-)}$. По формулам, указанным в правой части табл. 5, вычисляются $\overline{S}_{y(+)}$ и $\overline{S}_{y(-)}$. Это выборочные средние для двух случайных совокупностей $y_{i(+)}$ и $y_{i(-)}$. В случае нормального двумерного распределения величин (x, y) коэффициент линейной регрессии может быть вычислен по формуле

$$\beta = \overline{S}_{y(+)} - \overline{S}_{y(-)}/2{,}5\sigma_x.$$

Графы Y и $y—Y$ добавлены для проведения дисперсионного анализа, причем непосредственно из отклонений вычисляется

$$SSD_{y/x} = \sum_{i-1}^{n} (y_i - Y_i)^2$$

и имеет $n—2$ степени свободы.

Для контроля правильности вычислений учитываются очевидные равенства:

$$S_{x(+)} - S_{x(-)} = n,\ S_{y(+)} - S_{y(-)} = S_y,$$
$$S_y + S_{y-Y} = S_y \rightarrow S_y + S_{y-Y} = S_y,$$
$$S_{y-Y} \approx 0.$$

Ниже приведены вычисленные указанным способом коэффициенты a_0 и a_1 остальных уравнений (табл. 6). Данные табл. 6 свидетельствуют о необходимости проверять нормальность двумерного распределения (x, y)

Таблица 6

Коэффициенты линейной регрессии (упрощенный метод расчета)

Показатель	a_0	a_1	S
Глубина проникновения корней	8,267	0,299	1,44
Высота растения	12,392	0,902	3,71
Заглубление узла кущения . . .	1,368	0,182	0,36

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследовались многолетние кормовые травы, которые в процессе научной или производственной деятельности учреждений зоны вечной мерзлоты зарекомендовали себя высокозимостойкими и урожайными видами или, напротив, оказались недостаточно зимостойкими, но представляют большой интерес и ценность в силу иных биологических и хозяйственных особенностей, например таких, как высокая продуктивность, отавность, отзывчивость на орошение и высокие дозы удобрений (ежа сборная, тимофеевка луговая) или высокая белковость (люцерны синегибридная и желтая, эспарцет песчаный). Кроме того, изучалась биология нового вводимого нами в культуру вида — арктагростиса широколистного. В опыт были введены наиболее зимостойкие сорта и формы, что позволило при оценке зимостойкости вида получить наивысшие показатели (табл. 7).

Таблица 7

Многолетние травы в эколо-биологическом изучении

Вид		Сорт или популяция
Волосец сибирский	*Clinelymus sibiricus* (L.) Nevski	Гуран
Костер безостый	*Bromus inermis* Leyss.	Камалинский 14
Регнерия волокнистая	*Roegneria subfibrosa* Tzvel.	Омская 10
Регнерия изменчивая	*R. mutabilis* (Drob.) Hyl.	Регнерия ленская
Пырей бескорневищный	*Agropyron tenerum* Vasey	Камалинский 175
Житняк ширококолосый	*A. pectiniforme* Roem et Schult.	Гребенчатый 14
Лисохвост луговой	*Alopecurus pratensis* L.	Северо-Двинский
Лисохвост тростниковидный	*A. arundinaceus* Poir.	Чурапчинская местная (ЯАССР)
Арктагростис широколистный	*Arctagrostis latifolia* (R. Br.) Griseb.	Отбор с Чукотки
Тимофеевка луговая	*Phleum pratense* L.	Хабаровская
Ежа сборная	*Dactylis glomerata* L.	Московская 222
Люцерна синегибридная	*Medicago sativa* L.	Камалинская 930
Люцерна серповидная	*M. falcata* L.	Марусинская 425
Эспарцет песчаный	*Onobrychis arenaria* D. C.	Песчаный 1251

В настоящей работе рассмотрены те виды, которые в условиях пониженных температур почвы в специальном опыте (—40°) успешно перезимовали и дали хозяйственно-ценный урожай.

РАЙОНЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для проведения исследований биологических и экологических особенностей многолетних кормовых трав, отбора модельного землепользования и местообитания, из 10 сельско-

хозяйственных зон Якутской АССР мы ограничились двумя зонами исследований. В них размещено 65% посевных площадей и 58% животноводства республики. Они располагают большими перспективами роста, развитие их не мыслится без создания высокопродуктивных кормовых фитоценозов на площадях, доступных самой современной сельскохозяйственной технике.

Экспериментальные работы выполнялись в Западно-Вилюйской сельскохозяйственной зоне (на Нюрбинском научно-производственном стационаре луговодства Института биологии ЯФ СО АН СССР, пос. Нюрба Ленинского района в границах землепользования совхоза «Нюрбинский») и в VIII пригородной сельскохозяйственной зоне (на полевом стационаре лабораториями геоботаники и почвоведения на землях ОПХ Якутского НИИ сельского хозяйства). Каждый пункт размещался на почвах и элементах рельефа с таким расчетом, чтобы мог выполнять функцию модельного для избранной зоны.

Названные выше зоны в соответствии с принятым в ЯАССР сельскохозяйственным районированием (Головных, 1968) представлены следующим образом.

V Западно-Вилюйская сельскохозяйственная зона мясо-молочного скотоводства (68,3%), мясного табунного коневодства (10,1%) и земледелия расположена в верхней и средней частях бассейна р. Вилюя и включает Ленинский, Сунтарский и Верхневилюйский районы. Площадь ее 152,3 тыс. км^2, что на 16% превышает площадь такого государства, как Англия (131 тыс. км^2).

Сельскохозяйственное производство зоны сконцентрировано в основном в долине р. Вилюя и на прилегающих к ней пространствах. Сельскохозяйственными угодьями занято 28% территории зоны, так что для расширения пахотных земель имеются огромные возможности. В составе угодий преобладают сенокосы и пастбища (95%). В 1968 г. имелось 270,1 тыс. га сенокосов, 129,9 тыс. га пастбищ и только 21,4 тыс. га пахотных земель, поэтому удельный вес продукции земледелия (зерно, картофель, овощи) в валовой продукции совхозов составляет лишь 4,2% (Головных, Конников, Щербаков, 1970). Собственными кормами хозяйства обеспечиваются на 50—70%. Основными источниками местных кормов служат аласные луга. Однако урожайность трав на них крайне низка. Кроме того, наблюдается дальнейшее падение продуктивности этих некогда богатых естественных кормовых угодий. Так, средняя урожайность аласных лугов Сунтарского района за 1945—1949 гг. составляла 12 ц/га сена, а за 1966—1969 гг. не превысила 5—6 ц/га (Павлов, 1972). По ориентировочным подсчетам улучшение находящихся в обороте сенокосов и пастбищ не обеспечит растущих потребностей животноводства в кормах. Поэтому создание в этой зоне высокопродуктивных кормовых фитоценозов с помощью орошения и интенсивного ведения хозяйства — одна из основных задач сельскохозяйственного производства.

Географическое положение Ленинского района, в котором размещен Нюрбинский научно-производственный стационар Института биологии ЯФ СО АН СССР по луговодству, приурочено к среднему течению р. Вилюя. На севере он граничит с Оленекским, на западе и юге — с Сунтарским, на востоке — с Верхневилюйским районами. Территория района (52,4 тыс. км^2) в 8 раз превышает площадь Голландии. Рельеф левобережной (по отношению к Вилюю) равнинной зоны представлен чередованием гряд и холмов, разделенных глубокими долинами мелких рек и логов, изобилует аласами. Почвообразующими породами здесь являются пески, песчаники, глинистые сланцы, пласты бурого угля и алевриты (Черняк, 1962). Правобережье Вилюя покрыто сосново-лиственничными, лиственнично-сосновыми и сосновыми борами на каолинизированных песках и галечно-песчаных отложениях. Около 5—7% правобережья занято аласами и травяными речками.

Климат в районе Нюрбинского стационара резко континентальный с низкими температурами воздуха зимой и относительно высокими летом. Средняя месячная температура самого холодного месяца (января) — 36,1°, а самого теплого (июля) 17,2°. Абсолютно минимальная температура доходит до —64°, абсолютно максимальная — до +34°. По классификации А. К. Мозолевской и Г. С. Неплох (1974), район относится к умеренному, засушливому агроклиматическому подрайону Якутии. Сумма температур воздуха выше 10° составляет 1370°, продолжительность периода 90 дней (с 1/VI по 31/VIII). Переход среднесуточной температуры воздуха через +5°С весной отмечается 5 мая, осенью — 17 сентября. Продолжительность вегетационного периода 120 дней. Сумма температур воздуха выше 5° — в среднем 1593°. Обычно с переходом температуры воздуха через 5° возобновляется вегетация луговых трав. Заморозки наблюдаются не только весной и осенью, но и летом. В июне бывает понижение температуры воздуха до минус 4—6°, в июле до 0—2° мороза, в августе до минус 3—5°. Продолжительность безморозного периода 70—90 дней. Снежный покров устанавливается в первой декаде октября и полностью сходит в первой декаде мая. Снежный покров лежит около 220 дней. Высота его к концу зимы 50—60 см.

Среднегодовая многолетняя сумма осадков 209 мм, из них 152 мм приходится на теплый период года (май—сентябрь), что недостаточно для нормального роста и развития растений. За вегетационный период оптимальное водопотребление злаково-разнотравной луговой растительности около 250 мм.

На всей территории района, где проводились исследования, залегают мощные толщи вечной мерзлоты.

VIII Пригородная сельскохозяйственная зона по принятому сельскохозяйственному районированию (см. Система ведения

сельского хозяйства в Якутской АССР, 1968) включает в себя территорию Якутского горсовета, Намский и Орджоникидзевский районы. Площадь зоны 40,2 тыс. км². Средняя высота территории над уровнем моря не превышает 200, а в пойме р. Лены опускается до 100 м и ниже.

В зоне сосредоточена почти половина всех пахотных площадей республики, так как почти вся территория района размещена в пределах теплого агроклиматического района, прилегающего к долине р. Лены, что создает особенно благоприятные условия для развития земледелия. Длительность безморозного периода по зоне варьирует от 65 до 90 дней. Вегетационный период начинается 14—16 мая и заканчивается 18—19 сентября.

Климат здесь отличается резкой континентальностью, хотя средняя годовая температура составляет — 10°; годовая амплитуда температурных колебаний достигает 100°: летом температура воздуха может подняться до +38°, зимой опуститься до —62°. Сумма активных температур в рассматриваемой зоне достигает 1200—1400°, хорошая теплообеспеченность позволяет успешно возделывать яровые кормовые культуры, но препятствует этому высокая засушливость климата. Годовая сумма осадков не превышает 200—250 мм, а в летний период их выпадает не более 90—120 мм. В таких условиях развитие хозяйства зоны по интенсивному типу пригородной специализации значительно осложняется.

На долю зоны приходится более 16% поголовья крупного рогатого скота и более 13% конепоголовья республики. В хозяйствах зоны заготавливается около 20 тыс. т молока, значительная часть которого перерабатывается на масло. В его производстве имеется четко выраженная сезонность, население г. Якутска в зимний период молочными продуктами удовлетворяется не в полной мере.

В хозяйствах зоны более 115 тыс. га сенокосов и 114 тыс. га пастбищ. Значительная часть их размещена в пойме р. Лены и на площадях, требующих коренного улучшения. Повышение продуктивности пойменных лугов р. Лены — одна из ведущих проблем сельскохозяйственного производства зоны. В связи с этим в задачи исследовательских учреждений республики входит разработка теоретических основ повышения продуктивности этих земель, включая создание высокоурожайных орошаемых агрофитоценозов.

Поскольку бóльшая часть лугов зоны расположена в пойме р. Лены, для проведения исследований был выбран Орджоникидзевский район как наиболее характерный для Центральной Якутии. Точка закладки опытов была определена в окрестностях пос. Покровска, административного центра Орджоникидзевского района, в границах землепользования ОПХ Якутского НИИ сельского хозяйства — признанного модельной единицей.

ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ В ПОЙМЕ Р. ЛЕНЫ

Почвы, пищевой и гидротермический режим участка

Полевые опыты были заложены в пойме р. Лены (пос. Немтюнцы Орджоникидзевского района) на территории землепользования Покровского опытно-производственного хозяйства Якутского НИИСХ (участок «Малютка»).

Почва опытного участка мерзлотная пойменная дерновая светло-серая супесчаная, с нейтральной и слабощелочной реакцией почвенной среды. Поглощающий комплекс насыщен основаниями кальция, составляющими 60—70% суммы обменных оснований. Верхний дерновый горизонт содержит 2—3% гумуса, в нижних горизонтах его не более 1% (табл. 8). Запас подвижных питательных веществ незначителен. Влажность устойчивого завядания растений (Астанов и др., 1959) характеризовалась следующими данными (по горизонтам):

см	% веса	см	% веса
0— 2	3,62	20—30	3,48
2— 5	3,35	30—40	3,48
5—10	3,48	40—50	3,22
10—20	3,48	50—60	2,95

Условия влагообеспечения растений определялись за отдельные периоды вегетации. Разница в наличии влаги на орошаемых и богарных делянках хорошо прослеживается по данным 1973 г. (табл. 9).

Поступление влаги в почву за счет летних осадков 1973—1974 гг. было неодинаковым. Так, за июнь — сентябрь в 1973 г. осадков выпало 142 мм (при средних многолетних 145 мм), тогда как за тот же период в 1974 г.— 212 мм.

Различия в увлажнении сказались и на температурном режиме почвы и окружающего воздуха. Температура почвы (по горизонтам в пределах 0—30 см) на богаре была на 0,2—4° выше, чем на орошаемом участке (табл. 10). Температура воздуха на высоте 50 см от поверхности почвы на богаре была на 0,3—1,5° выше, чем на поливных делянках. На высоте 1 м эта разница варьировала от 0,2 до 2,4°.

Закладка опытов

Обработка почвы опытного участка (залежь) состояла из весновспашки на глубину 25—28 см, дискования с последующим боронованием. Перед посевом внесено минеральное удобрение (NPK) из расчета по 40 кг/га действующего вещества. В состав полного минерального удобрения входили аммиачная селитра, двойной суперфосфат и калийная соль.

Таблица 8

Агрохимическая характеристика мерзлотной пойменной почвы опытного участка «Малютка» (по данным лаборатории почвоведения института биологии ЯФ СО АН СССР)

Глубина взятия образцов, см	Гидроскопическая влага, %	pH		Гумус	Азот	Обменные основания, мг-экв на 100 г		P_2O_5		Азот гидролизуемый	K_2O подвижный	Емкость поглощения, мг-экв на 100 г
		водной	солевой	%		Ca	Mg	валовой, %	подвижный, мг/100	мг/100		
0—10	4,34	8,3	7,1	2,58	0,13	15,3	2,9	0,07	3,0	5,88	3,76	12,6
10—20	1,64	8,2	7,2	3,28	0,17	15,2	4,8	0,06	2,4	6,85	11,75	13,4
20—30	1,50	8,4	7,2	1,53	0,10	11,6	8,5	0,05	1,2	7,99	2,35	12,3
30—40	1,35	8,4	7,0	1,51	0,24	8,8	1,5	0,07	1,7	13,57	Сл.	6,9
40—60	1,15	7,9	7,0	0,91	0,12	6,6	2,4	0,04	1,6	7,35	»	7,2
60—80	1,05	7,8	6,8	0,91	0,02	3,1	2,1	0,05	1,2	4,52	1,17	3,6
80—100	0,60	7,6	6,8	0,24	0,05	5,6	3,9	0,05	1,8	—	Сл.	4,9

Таблица 9

Влияние приходной части водного баланса на влажность почвы под посевами многолетних трав (1973 г.)

Показатель, мм	29/VII		10/VIII		19/VIII		26/VIII		21/X	
	без полива	при орошении	без полива	при орошении	без полива	при орошении	без полива	при орошении	без полива	при орошении
Поливная норма	—	35,0	—	—	—	30,0	—	—	—	—
Осадки	8,9		8,5		40,9		4,9		14,7	
Запасы влаги в почве по горизонтам, см										
0—10	6,0	30,6	14,2	27,5	19,6	24,3	21,7	23,7	14,4	17,3
0—30	28,3	92,1	45,6	81,1	58,8	76,1	54,5	76,1	45,3	54,9

Таблица 10

Влияние полива на температурный режим воздуха и почвы на опытном участке в августе, °С

Дата исследований (август)	Максимальная температура воздуха на высоте (см)		Температура почвы на глубине (см)										
	50	100	на поверхности почвы, °С: максимальная	на поверхности почвы, °С: минимальная	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
25	—	—	—	—	23,3 / 20,8	19,1 / 18,8	17,3 / 16,8	15,6 / 15,0	13,6 / 13,1	12,3 / 13,8	11,2 / 13,0	10,8 / 12,8	10,0 / 12,0	9,5 / 10,8
27	22,3 / 20,5	25,5 / 23,1	31,5 / 26,2	27,6 / 23,0	22,0 / 19,3	20,0 / 18,0	17,8 / 16,3	17,0 / 15,0	15,3 / 14,0	13,6 / 13,0	12,0 / 14,0	11,8 / 13,0	11,0 / 12,3	10,0 / 12,2
28	23,1 / 22,8	25,5 / 23,4	30,5 / 26,7	26,5 / 23,0	23,0 / 21,0	21,5 / 19,0	17,3 / 17,0	15,2 / 15,0	14,0 / 13,5	13,2 / 13,0	12,0 / 14,0	11,8 / 13,0	11,0 / 12,3	10,0 / 12,2
29	22,8 / 22,3	24,0 / 23,4	29,3 / 26,0	26,0 / 23,2	24,1 / 21,0	18,5 / 18,0	16,5 / 15,2	14,8 / 14,3	13,5 / 13,2	13,6 / 13,0	12,2 / 13,0	12,0 / 13,0	11,0 / 11,0	10,5 / 10,2
30	14,5 / 14,2	16,0 / 15,8	30,0 / 24,5	22,5 / 21,0	20,0 / 20,0	17,2 / 17,0	16,6 / 16,1	16,2 / 14,5	13,5 / 13,0	13,2 / 12,8	12,8 / 13,4	12,5 / 12,6	12,5 / 13,0	10,5 / 11,4

Примечание. Числитель — на богаре, знаменатель — на орошаемом участке.

Закладка опытов проведена 28 июля 1973 г. Семена трав высевались вручную рядовым способом с междурядьями 30 см. Глубина заделки семян 2—3 см. Площадь делянки 1 м², повторность десятикратная. После посева трав были проведены прикатывание и полив из расчета 350 м³/га.

Уход за посевами трав состоял из рыхления почвы, прополки сорняков. После перезимовки (весной 1974 г.) травы подкармливались NPK из расчета 60 кг/га действующего вещества.

Агрометеорологические условия проведения опытов

Весна 1973 г. была теплая и дружная. Снежный покров сошел 1 мая (на 3 дня раньше обычного). Среднесуточная температура воздуха за первую и вторую декады мая была на 4°С выше нормы, за третью — на 1°С выше средней многолетней. В целом за май — выше на 2,9°. Осадков выпало около 6 мм, что составляло лишь 1/3 месячной нормы. Переход среднесуточной температуры воздуха через +5°С отмечен 7 мая, или на 9 дней раньше обычного, через +10°С—19 мая (на 11 дней раньше). В конце мая запасы продуктивной влаги в пахотном слое составили 25 мм.

Переход среднесуточной температуры воздуха через +15°С, определяющей начало лета, отмечен 31 мая (на 17 дней раньше средней многолетней), конец лета, совпадающий с переходом среднесуточной температуры воздуха через +15° в сторону похолодания,— 10 августа. Продолжительность летнего сезона 72 дня с суммой температур 1181° (средняя многолетняя 973°).

Июнь характеризовался теплой погодой и осадками в пределах нормы. Среднесуточная температура воздуха в июле была на 3° выше нормы. В отдельные дни температура воздуха поднималась в начале месяца до 24—30°, в середине и в конце — до 22—32°. В первой декаде осадков выпало в пределах нормы, во второй — только 1/3, а в третьей — половина декадной нормы. Относительная влажность воздуха опускалась ниже 30%. Август был теплым и влажным. Среднесуточная температура воздуха за месяц (в целом) — на 1° выше нормы. Во второй декаде выпало 54 мм осадков, или 140% многолетней нормы (сильные дожди).

В первые две декады сентября стояла теплая погода; среднесуточная температура воздуха была на 2° выше нормы, в конце месяца похолодало и выпал мокрый снег.

Устойчивый снежный покров зафиксирован 20 октября. Максимальная средняя глубина снежного покрова (31—32 см) отмечена 15—20 марта; смыкание промерзающего слоя почвы с многолетней мерзлотой в конце октября — начале ноября на глубине 175 см. В зимний период минимальная среднедекадная температура на поверхности почвы в январе 1974 г. опускалась до —57°, в феврале до —56° (см. табл. 10). На глубине узла

кущения наблюдалось постепенное понижение температуры. Например, самая низкая температура почвы (—22,2°) здесь была отмечена по срочному термометру 25 февраля 1974 г., по минимальному (—32°) — 5 февраля, а наименьшая максимальная температура составила —22,2°.

К весне почва прогревалась и оттаивала медленно. Так, за 2 месяца (с 25 февраля по 25 апреля) температура почвы на глубине узла кущения повысилась на 16,5°. Оттаявший слой почвы на 5 мая составил 24 см, в конце декады — 35—38 см. Сезонное оттаивание почвы закончилось в конце сентября на глубине 215 см.

Весна 1974 г. была ранняя. В начале мая температура воздуха превысила норму на 4°. Переход среднесуточной температуры воздуха через 0° в сторону повышения отмечен 30 апреля (на один день раньше обычного), через +5°С—3 мая, или на 12 дней раньше нормы. Снег на открытых местах сошел 2—5 мая. Середина мая характеризовалась неустойчивой погодой с ветрами. Однако средняя температура воздуха и осадки были в норме. В конце мая температура оказалась на 3° выше, осадки составили 65% средней многолетней.

Начало июня отличалось малооблачной погодой. Средняя декадная температура воздуха превышала обычную на 2,4°. Осадков выпало 85% нормы. Во второй и третьей декадах июня стояла прохладная погода. Среднесуточная температура воздуха в середине июня была на 3,4°, в конце его на 2,5° ниже нормы. В ночь на 14 и 15 июня наблюдались заморозки силой —1,3 и —2,3°С. В конце месяца выпало три декадных нормы осадков.

Прохладная и дождливая погода стояла и в начале июля. Температура воздуха была на 2,7° ниже нормы, осадки составили две декадные нормы. Только с 15 июля наблюдалось повышение температуры воздуха, 18 июля максимальная температура достигла 32,4°. В конце месяца относительная влажность воздуха снизилась до 33%. Всего за месяц выпало 75 мм осадков, что обеспечило интенсивный рост вегетативной массы растений.

В середине августа была облачная с осадками погода с температурой воздуха на 2° ниже обычного. В конце месяца (30/VIII) отмечен кратковременный заморозок силой —0,4° в воздухе и —1° на поверхности почвы. Конец лета, совпадающий с переходом среднесуточной температуры воздуха через +15° в сторону понижения, отмечен 10/VIII, или на 3 дня раньше обычных сроков.

Сентябрь характеризовался прохладной со слабыми осадками погодой (за месяц выпало 10,8 мм, или 21% средней многолетней). Днем температура воздуха колебалась в пределах 6,3—12,1°, ночью понижалась в первой декаде до —6,8°, во второй декаде до —2,8° и в третьей до —11,3°. Однако в среднем

за месяц температура была в норме. Устойчивый переход среднесуточной температуры через +5° в сторону понижения отмечен 20 сентября, или на 2 дня позже обычного.

Сумма положительных температур воздуха за май—сентябрь составила 1800°, эффективных температур выше +5°—1090°, выше +10°—538°. Распределение этих показателей по периодам вегетации растений показало, что от начала отрастания растений до выхода их в трубку сумма положительных температур воздуха составила 332, за период выход в трубку—колошение — 417, а колошение — молочная спелость — 383°. Сумма температур почвы (выше+5°) на глубине 5 и 10 см во время выколашивания растений составила соответственно 344 и 315°. Позднее наблюдалось некоторое снижение этих показателей. Сумма температур почвы, переходящая через +10°, в течение вегетации постепенно нарастала и на начало августа составила 200°.

ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ В ДОЛИНЕ Р. ВИЛЮЯ*

Место закладки опыта. Опыты научно-производственного стационара заложены на территории совхоза «Нюрбинский», в 7 км от пос. Нюрба Ленинского района ЯАССР на левобережье Вилюя.

Почвенный покров в основном мерзлотный черноземно-луговой и частично мерзлотный боровой песчаный. Массив стационара площадью 160 га со всех сторон обрамлен березово-лиственничным лесом. С южной стороны расположено оз. Люнкё с площадью зеркала 1,5—2 га.

Агротехника закладки опыта. Участок расположен на залежи. Вспашка почвы проведена 24—25 июня 1974 г. Глубина вспашки, в соответствии с программой, на обеих почвенных разностях — 10, 20 и 30 см. Дискование в три следа проведено 1 июля тракторной дисковой бороной; прикатывание кольчатым катком — 3 июля. Минеральные удобрения внесены 20 июля (РУМ-3) из расчета 4,7 ц/га мочевины, 5 ц/га суперфосфата и 0,3 ц/га хлористого калия (N_{216}, P_{240}, K_{17}). Хорошая обеспеченность почвы калием позволила уменьшить дозу его внесения.

Минеральные удобрения заделаны мелкой перепашкой(10 см) с одновременным боронованием и последующим предпосевным прикатыванием кольчатым катком (ЗКВГ-6).

---

* В подготовке материала по агрометеорологии и гидротермическому режиму почв научно-производственного стационара Института биологии ЯФ СО АН СССР принимали участие канд. геогр. наук П. П. Гаврильев, мл. научн. сотр. Ин-та мерзлотоведения СО АН СССР и агрометеоролог ГМС Нюрба Якутского управления гидрометеослужбы Е. Шацева. Им наша искренняя признательность. *Авторы.*

С 1 по 4 августа травы посеяны на обеих почвенных разностях с последующим прикатыванием водоналивным катком. Фактическая глубина заделки семян 0,5—4 см. В этом диапазоне заглубления размещено 72—80% высеянных семян.

Почвы, пищевой и гидротермический режим участка. В структуре почвенного покрова Нюрбинского стационара фон представлен мерзлотными черноземно-луговыми почвами. Вся площадь опытного поля на глубине 130—140 см подстилается многолетней мерзлотой. На 19 июня сезонная оттайка почвы на распаханном участке составила 62 см, а 25 июля — 110 см. Почвы имеют легкосуглинистый механический состав, отличаются хорошей дифференциацией профиля на генетические горизонты, слабо засолены, уплотнены. На вспаханной осенью 1973 г. части участка в июне следующего года наблюдались большие трещины глубиной 3—15 см. По морфологическим особенностям (мощности гумусового горизонта, характеру вскипания и механическому составу подстилающих горизонтов) участок был разделен на однородные площадки для закладки различных опытов.

Опыт 1-74 с различной глубиной заделки семян заложен на мерзлотной черноземно-луговой почве. Мерзлота 5 июля 1974 г. находилась на глубине 110 см. Почва от 10%-ной соляной кислоты вскипает слабо с поверхности и интенсивно с глубины 29 см.

Почвенный профиль разреза 43 имеет следующее строение:

Ап — 0—22 см. Темно-серый, легкосуглинистый, свежий, с поверхности пылит, рыхлый, пороховидный, слабо вскипает с поверхности, пронизан корнями растений.

A_1 — 22—29 см. Темно-серый, легкосуглинистый, свежий, слегка уплотнен, вскипает от 10% HCl, пронизан корнями, мелкокомковато-пороховидный, переход к следующему горизонту ясный по цвету и механическому составу, граница перехода неровная. Глубина гумусовых затеков до 70 см.

В — 29—90 см. Серо-палевый, супесчаный, сырой, сильно уплотнен, с сизоватыми и ржавыми пятнами оглеения, слоистого сложения, бурно вскипает от 10% HCl, порошистый, с сизыми оглеенными карманами среднего суглинка. Переход ясный по цвету.

ВС — 90—110 см. Буровато-рыжий, супесчаный, уплотнен сильнее предыдущего, сырой, слоистого сложения, бурно вскипает от HCl, порошистый, с ржавыми вкраплениями гидроокиси железа. Почва мерзлотная, черноземно-луговая. легкосуглинистая.

В физико-химическом отношении эти почвы характеризуются следующим: имеют слабощелочную и щелочную активную реакцию, содержат 10—12% гумуса в верхнем горизонте, обладают относительно невысоким содержанием валового фосфора. Поглощающий комплекс их насыщен основаниями и имеет около 25—30 м-экв обменных оснований.

Таблица 11

Содержание аммиачного и нитратного азота по удобренному фону, мг/100 г почвы

Глубина взятия образца, см	На богаре		При орошении		Глубина взятия образца, см	На богаре		При орошении	
	$N—NH_3$	$N—NO_3$	$N—NH_3$	$N—NO_3$		$N—NH_3$	$N—NO_3$	$N—NH_3$	$N—NO_3$
	8 августа					*19 августа*			
0—2	6,48	13,88	15,07	15,07	0—2	11,90	17,00	9,65	19,31
2—5	19,66	6,74	1,47	14,70	2—5	2,00	6,00	29,60	21,71
5—10	1,73	11,56	1,18	11,83	5—10	0,64	7,75	4,77	19,10
10—20	1,10	5,52	1,15	10,40	10—20	0,58	13,52	1,28	16,02
20—40	0,91	1,37	0,93	1,40	20—40	0,49	3,48	0,50	11,50
40—60	0,47	0,94	0,46	0,93	40—60	0,47	5,85	0,48	6,94

Изучение пищевого режима почв показало, что содержание аммиачного и нитратного азота (табл. 11) высокое. Это объясняется тем, что до посева трав на участок было внесено большое количество азотных (карбомид) и фосфорных (двойной суперфосфат) удобрений (по 300 кг/га действующего вещества).

Хорошее снабжение аммиачным азотом, своевременная заделка удобрений и благоприятные условия года дали возможность хорошо развиться нитрофицирующим бактериям, о чем свидетельствует повышенное количество нитратов.

Сравнивая два варианта влагообеспеченности почв, видим, что несмотря на одноразовый полив и низкую поливную норму (120 м³/га) легкодоступного для растений азота в почве поливного варианта заметно больше, чем на богарном варианте (см. табл. 11).

Визуально (по выцвету солей на поверхности почвы) был выбран наиболее засоленный участок, приуроченный к депрессивному понижению рельефа.

Как показал анализ водных вытяжек образцов почвы, взятых с различной глубины (табл. 12, разрез № 6), почва участка слабо солончаковатая. Тип засоления сульфатно-кальциево-магниевый. Соли не токсичны. Результаты анализа водной вытяжки из разреза № 6 дают представление о характере и величине засоления почвы, выбранного под опыты местообитания, в его максимальном проявлении.

Наиболее типичны для участка анализы водной вытяжки из почв разреза № 5, который может быть принят как модельный для всего опытного участка. Степень засоления слабая. Таким образом, основная часть отводимой под опыты почвы вполне пригодна для посевов многолетних трав.

Одновременно был проведен анализ воды, предназначенный для полива опытных делянок, подводимой к стационару каналом из оз. Нюрбачан. Вода для полива пригодна. Кроме пищевого режима на участке изучались водные свойства почвы (табл. 13).

Таблица 12

Характеристика засоленности почвы и оросительной воды опытного участка (22 июня 1974 г.)

Глубина взятия образца, см	Сумма солей, %	HCO_3	Cl	SO_4	Ca	Mg	Na	K
			Разрез № 5					
0—22	0,179	1,40	0,05	0,86	0,65	0,15	1,39	0,12
22—36	0,246	0,60	0,05	2,92	0,70	1,25	1,50	0,12
			Разрез № 6					
0—23	1,296	1,20	0,05	18,57	8,25	9,45	1,91	0,21
23—35	0,298	1,00	0,05	3,17	1,15	1,15	1,80	0,12
			Поливная вода из оз. Нюрбачан					
—	0,653	4,80	0,20	3,56	2,20	2,80	1,95	1,51

Примечание. Содержание солей в почве — м-экв на абсолютно сухую навеску, в воде — г/л.

Полив участка проводился 7 августа. Даже при небольшой норме полива (120 м³/га) наблюдается разница во влажности 20-сантиметрового слоя орошаемой и неорошаемой почвы. Определение водопроницаемости почвы (по Нестерову) на опытном участке показало, что водопроницаемость на угодьях в первые 10 минут резко отличается (табл. 14). После вспашки она увеличивается примерно в 2 раза. По истечении времени водопроницаемость уравнивается.

Опыты для изучения особенностей морфогенеза костра безостого и пырея бескорневищного в условиях различной глуби-

Таблица 13

Влажность черноземно-луговой почвы, % к абсолютно сухой почве

Глубина взятия образца, см	На богаре	При орошении	Глубина взятия образца, см	На богаре	При орошении
	8 августа			*19 августа**	
0—2	15,7	25,5	0—2	69,7	72,1
2—5	40,0	46,6	2—5	65,9	64,3
5—10	44,3	47,7	5—10	64,5	58,6
10—20	38,1	44,0	10—20	46,8	59,9
20—40	14,6	16,3	20—40	24,0	24,5
40—60	18,4	19,9	40—60	21,4	21,6

* В августе шли дожди.

Таблица 14

Водопроницаемость мерзлотной черноземно-луговой почвы стационара (22 июня 1974 г.), мм/мин

Угодья	Интервал наблюдений							
	Минуты				Часы			
	0—10	10—20	20—30	30—60	1—2	2—3	3—4	4—5
Зябь	3,80	0,91	0,91	0,65	0,98	1,58	0,98	0,98
Вспашка	3,26	0,54	0,54	0,65	1,71	1,57	1,57	1,57
Луг	1,74	1,23	0,98	0,79	1,36	1,16	1,09	1,02

ны вспашки расположены на двух типах почв — боровых мерзлотных супесчаных неоподзоленных и мерзлотных черноземно-луговых. Представлены они залежью. Контуры этих почв примыкают друг к другу и расположены в условиях ровного рельефа.

Боровые песчаные почвы слабо дифференцированы на генетические горизонты. Верхний горизонт (0—39 см) супесчаный, коричневато-серый с пятнами гумуса. Далее идет песок со слабо заметными диагональными прослойками гумуса.

Мерзлота 9 июля находилась на глубине 140 см. Это на 0,5 м глубже, чем на соседнем участке с черноземно-луговыми почвами более тяжелого механического состава. Мерзлотные черноземно-луговые почвы характеризуются разрезом 52:

A_1 — 0—16 см. Буровато-темно-серый, легкосуглинистый, свежий, уплотнен, мелкокомковатый, пронизан корнями растений с мелкими ракушками на поверхности почвы, местами слабо вскипает с поверхности, переход ясный по цвету и механическому составу.

B — 16—53. Палево-серый, среднесуглинистый, плотный, слоистого сложения, порошистой структуры с оглеением, бурно вскипает от 10%-ной соляной кислоты, пронизан редкими корнями, переход ясный по цвету и характеру вскипания.

BC — 53—95. Более серый, среднесуглинистый, свежий, сильно уплотнен, слоистого сложения, порошистый, оглеенный, вскипание слабое, мерзлота с 95 см, почва мерзлотная, черноземно-луговая. легкосуглинистая

Определение влажности по профилю описанных типов почв показало, что влажность боровых песчаных почв почти в 3 раза ниже, чем суглинистых, оструктуренных (табл. 15,16). Наметившаяся закономерность уменьшения влажности с увеличением глубины вспашки происходит из-за увеличения объемного веса почвы.

При сопоставлении вспаханных делянок с нераспаханным контролем был установлен большой расход влаги в почве за счет влагопотребления луговой растительностью.

В противовес распаханным делянкам при внесении удобрений на целине карбомид и двойной суперфосфат не заделывались. Большая часть аммиака испарилась. Поэтому аммиачных и нитратных форм азота на целинных участках оказалось заметно меньше, чем на участках, где равные дозы удобрений были заделаны (табл. 17).

Для дополнительной характеристики черноземно-луговых почв могут служить данные разреза 16, расположенного на

Таблица 15

Влажность почвы (15 августа 1974 г.), % к абсолютно сухой навеске

Глубина взятия образца, см	Глубина вспашки, см			
	10	20	30	целина
Боровые песчаные				
0—10	8,6	8,0	6,3	3,6
10—20	13,4	10,0	8,4	5,3
20—40	17,1	11,4	10,3	8,0
40—60	19,1	15,5	16,6	13,1
Черноземно-луговые				
0—10	27,0	26,8	26,2	21,2
10—20	30,2	27,7	26,9	20,7
20—40	26,4	28,0	23,7	21,3
40—60	24,8	23,4	23,1	21,5

Таблица 16

Содержание аммиачного и нитратного азота (15 августа 1974 г.), мг/100 г почвы

Глубина взятия образца, см	$N—NH_3$	$N—NO_3$	Глубина взятия образца, см	$N—NH_3$	$N—NO_3$
Боровые супесчаные			*Черноземно-луговые легкос углинистые*		
*Разрез 108, 10 см**					
0—10	7,82	5,21	0—10	2,80	13,26
10—20	1,13	1,36	10—20	9,37	11,45
20—40	0,70	0,34	20—40	0,76	1,01
40—60	0,95	0,46	40—60	0,75	
Разрез 109, 20 см					
0—10	17,31	4,76	0—10	9,13	13,19
10—20	0,88	1,76	10—20	4,87	4,61
20—40	0,66	0,89	20—40	0,76	0,51
40—60	0,69	0,46	40—60	0,74	0,49
Разрез 110, 30 см					
0—10	2,12	2,55	0—10	2,52	12,62
10—20	0,65	1,30	10—20	0,76	1,51
20—40	0,66	0,88	20—40	0,74	0,49
40—60	0,70	0,46	40—60	0,73	0,49
Разрез 111, целина					
0—10	1,65	0,62	0—10	0,97	0,72
10—20	0,84	0,63	10—20	0,96	0,48
20—40	0,64	0,43	20—40	0,72	0,30
40—60	0,67	0,45	40—60	0,70	0,30

* Здесь и далее указаны глубины основной обработки почвы.

Таблица 17

Влажность почвы, % к абсолютно сухой

Глубина взятия образца, см	На богаре	При орошении	Глубина взятия образца, см	На богаре	При орошении
8 августа			*19 августа*		
0—10	45,2	58,8	0—10	64,8	92,1
10—20	61,7	68,1	10—20	73,3	78,0
20—40	40,4	42,0	20—40	43,6	39,2
40—60	33,4	34,5	40—60	38,2	37,4

более уплотненной и суглинистой почве (мерзлота на глубине 75 см 2 июля: слабое вскипание с поверхности):

A_1 — 0—28 см. Буровато-серый, легкосуглинистый, рыхлый, мелкокомковато-пороховидный, свежий, вскипает от 10%-ной соляной кислоты, пронизан корнями растений, встречаются мелкие ракушки, переход резкий по механическому составу и цвету.

B — 28—75 см. Пятнистый, основной фон сизовато-серый, с буро-рыжими пятнами и карманами. Сильно оглеенный, среднесуглинистый, листоватого сложения, порошистый, сильно уплотнен, бурно вскипает от 10% HCl, пронизан небольшим количеством корневых остатков, с 75 см — мерзлота. Прослеживаются линзы льда.

Почва мерзлотная черноземно-луговая. Определялась влажность почвы и содержание аммиачного и нитратного азота. Представление о водном режиме почв дает табл. 17, из которой ясно, что семена или корневые системы, размещенные в этот период в верхнем 10-сантиметровом слое, недостатка во влаге не испытывали.

В эти же даты было проведено определение содержания аммиачного азота (табл. 18). Обеспеченность аммиачным и нитратным азотом хорошая. На поливном участке процессы аммонификации и нитрофикации развиты больше, чем на богарном.

Таблица 18

Содержание аммиачного и нитратного азота, мг/100 г почвы

Глубина взятия образца, см	На богаре		При орошении	
	$N—NH_3$	$N—NO_3$	$N—NH_3$	$N—NO_3$
	8 августа			
0—10	2,32	15,69	22,29	17,83
10—20	1,29	16,23	1,35	17,56
20—40	0,84	6,74	1,13	10,22
40—60	0,53	7,48	0,54	6,48
	19 августа			
0—10	2,30	15,38	3,31	21,19
10—20	0,71	10,00	7,58	20,68
20—40	0,55	8,93	1,14	16,66
40—60	0,55	7,73	0,55	5,55

Особенности теплового режима почв слоя сезонного протаивания*

Почвы начинают протаивать со сходом снежного покрова (в среднем 1—5 мая). Прогревание корнеобитаемого слоя происходит медленно. Активная температура (10°) достигает глубины 20 см примерно 15—20 июня. Максимальное распространение температуры +10° не превышает слой 50—55 см. Биологический температурный минимум луговых трав (+5°) достигает слоя 90—100 см. Положительные температуры выше 10° наблюдаются в течение 2,5—3 мес и только в верхнем 20—30-сантиметровом слое. Тем не менее, на неорошаемых лугах верхние слои почвы (0—10 и 0—20 см) чрезмерно прогреваются. Здесь температура достигает 32,7—19,5°.

Средняя многолетняя глубина протаивания суглинистых почв около 180 см (рис. 1). Режим почв значительно изменяется в зависимости от их влажности (льдистости), типа, а также погодных условий, характера растительности и т. д. На электронно-вычислительной машине «М-222» рассчитана динамика протаивания почв при различных метеорологических условиях (рис. 2): средний сезон при обеспеченности температурой воздуха (P=50%), теплый сезон (P = 20%) и холодный (P=80%).

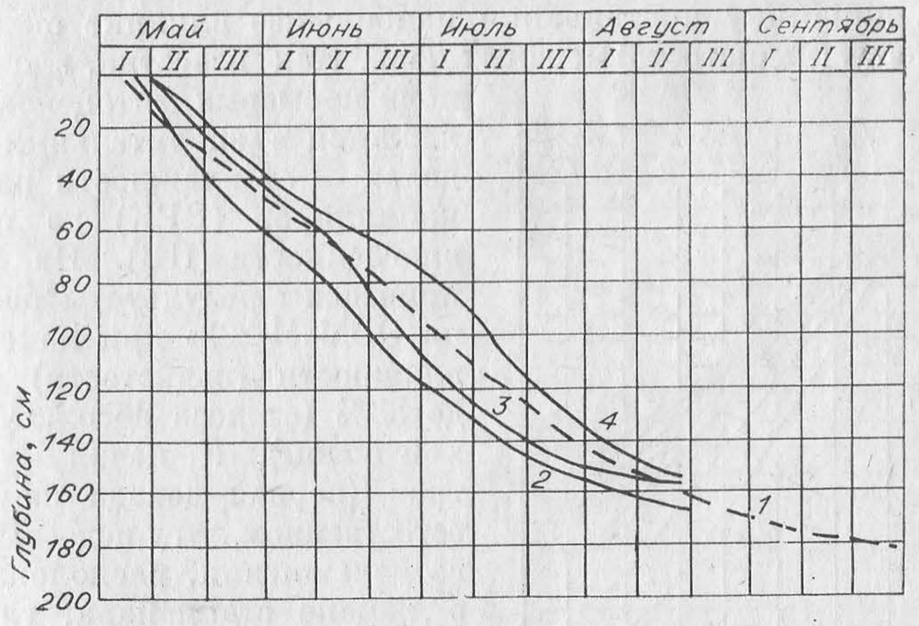


Рис. .1. Динамика протаивания почв в районе Нюрбы (Якутская АССР) в 1974 г. (по Гаврильеву П. П.).

1 — черноземно-луговая суглинистая почва (средняя многолетняя динамика протаивания; метеостанция Нюрба; *2* — лугово-черноземная песчаная почва (алас Куочай); *3* — черноземно-луговая суглинистая почва (естественный луг научно-производственного стационара); *4* — черноземно-луговая суглинистая под посевом трав.

* Раздел выполнен в соавторстве с канд. геогр. наук П. П. Гаврильевым, мл. науч. сотр. Института мерзлотоведения СО АН СССР.

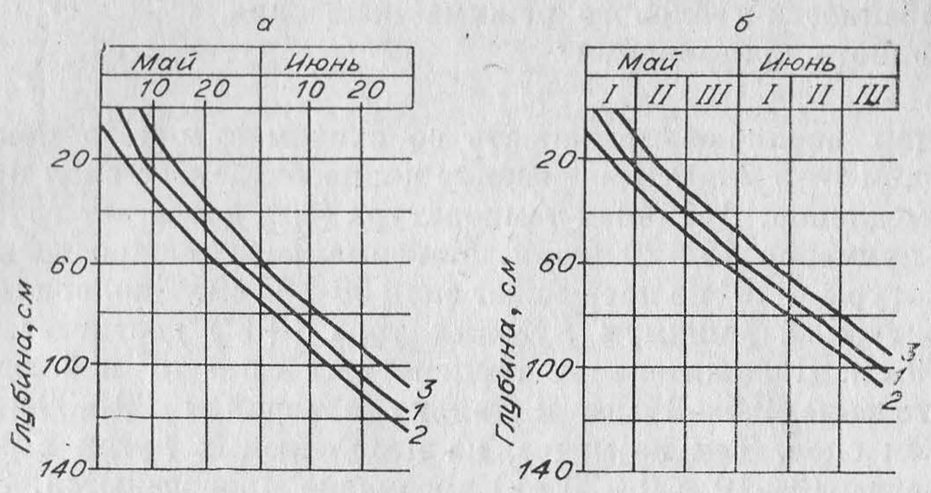


Рис. 2. Динамика протаивания мерзлотных суглинистых почв при различных условиях теплообеспеченности и начальной влажности ($W_н$) (по Гаврильеву).

а—протаивание почвы при $W_н = 14{,}5\%$; *б* — $W_н = 22\%$.

1 — протаивание почв в средний сезон по термическим условиям; *2* — теплый сезон при обеспеченности температуры воздуха $P_t = 20\%$; *3* — холодный сезон при обеспеченности температуры воздуха $P_t = 80\%$.

За счет изменчивости термического режима воздуха отклонение глубины протаивания почв от среднего многолетнего значения составляет ± 8—10 см.

На динамику протаивания наибольшее влияние оказывает влажность (льдистость) мерзлых почв. Как известно, влажность почв кормовых фитоценозов колеблется в значительных пределах — от влажности разрыва капилляров (ВРК) до полной влагоемкости (ПВ). На рис. 3 приведены результаты расчетов на ЭВМ«М-222» при изменении влажности (льдистости) от 11 до 33% (от веса абсолютно сухой почвы). К началу уборки трав (первая декада июля) на естественном лугу недостаточного увлажнения, расположенном в районе стационара, глубина протаивания почв 155—175 см, на лугах нормального увлажнения — 110—130 см, а на лугах сильного увлажнения — 100 — 105 см (см. рис. 1, 3, 4; кривая *3* получена на более сухом участке луга, кривая *4*—на участке луга, где два года назад проводилось лиманное орошение).

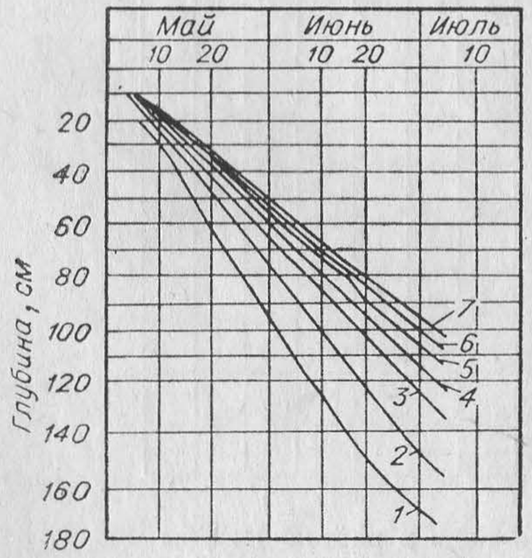


Рис. 3. Динамика протаивания суглинистых почв при различных значениях начальной влажности (льдистости) $W_н$(Ленинский район ЯАССР; по Гаврильеву П. П.)%.

1 — протаивание почв при влажности $W_н = 11\%$; *2* — $W_н = 14{,}5$; *3* — $W_н = 18$; *4* — $W_н = 22$; *5* — $W_н = 26$; *6* — $W_н = 29$; *7* — $W_н = 33$.

Таблица 19

Перепад температуры системы почва — воздух (ст. Нюрба, 1973 г.), °С

Показатель	Часы наблюдений							
	18	21	00	03	06	09	12	15
				Июль				
Температура поверхности почвы	14,0	11,0	11,0	20,0	30,0	32,0	28,0	21,0
воздуха на высоте 1 м	15,2	12,4	11,4	16,2	20,5	22,4	22,1	20,2
Перепад	—1,2	—1,4	—0,4	3,8	9,5	9,6	5,9	0,8
				Сентябрь				
Температура поверхности почвы	3,0	2,0	1,0	4,0	15,0	17,0	13,0	5,0
воздуха на высоте 1 м	6,1	3,9	2,8	3,8	9,5	12,5	12,4	8,4
Перепад	—3,1	—1,9	—1,8	0,2	5,5	4,5	0,6	—3,4

Таким образом, на одну и ту же дату в зависимости от начальной влажности (льдистости) глубина протаивания почв может изменяться в широких пределах. Термический режим слоя сезонного оттаивания существенно зависит и от типа почв. Супесчаные почвы оттаивают достаточно интенсивно — 2,2 см, черноземно-луговые — значительно медленней — 1,8—2 см в сутки. Термический режим, охлаждение или нагревание почв, формируется в результате теплообмена системы почва — воздух. Этот процесс можно характеризовать термоградиентными условиями.

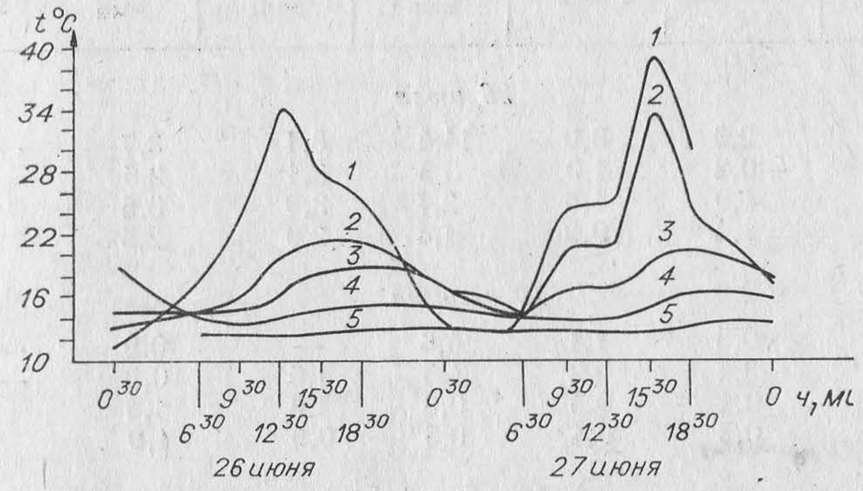


Рис. 4. Суточный ход температуры верхнего слоя мерзлотной черноземно-луговой почвы (0—20 см, 26—27 июня 1974.).

1 — поверхность почвы; глубина, см: *2* — 5; *3* — 10; *4* — 15; *5* — 20.

Таблица 20

Температура системы почва—воздух на черноземно-луговых почвах (коллекционный участок, 1974 г.), °С

Температурные градиенты	Время наблюдений					
	6 ч 30 мин	9 ч 30 мин	12 ч 30 мин	15 ч 30 мин	18 ч 30 мин	0 ч 30 мин
26 июля						
Поверхность почвы — воздух	1,0	4,1	10,8	3,9	2,1	—1,4
Глубина почвы						
10 см — воздух	3,3	—1,4	—3,2	—5,0	—4,8	—5,3
20 см — воздух	0,9	—3,8	—7,3	—7,3	—10,9	—10,0
19 августа						
Поверхность почвы — воздух	0,8	1,4	4,0	0,5	0,4	—0,8
Глубина почвы						
10 см — воздух	0,3	—0,1	—0,3	—1,6	—0,9	—3,8
20 см — воздух	—0,3	—1,0	—1,4	—3,1	—3,5	—4,2

В июле в дневные часы перепады температуры системы почва — воздух составляют 5—10° и более, а во второй половине августа уменьшаются до 2—4°, что показывает уменьшение нагревания (охлаждение) почв во второй половине вегетации трав (табл. 19).

Верхние слои почв характеризуются резко выраженным суточным изменением температуры. В начале вегетации трав

Таблица 21

Суточный ход внутрипочвенных термоградиентов на мерзлотных черноземно-луговых почвах (коллекционный участок, 1974 г.), °С

Слой почвы, см	6 ч 30 мин	9 ч 30 мин	12 ч 30 мин	15 ч 30 мин	18 ч 30 мин	0 ч 30 мин
26 июля						
0—5	2,6	8,0	14,4	6,1	3,7	—3,7
5—10	—0,2	1,0	3,3	3,1	2,6	0,1
10—15	1,0	1,5	2,7	3,9	3,6	1,8
15—20	1,4	0,9	1,4	2,0	2,5	1,9
19 августа						
0—5	0,8	1,1	4,6	—	0,9	—6,2
5—10	—0,1	0,2	1,5	1,6	0,9	—1,8
10—15	0,1	0,5	0,6	1,6	1,4	0,2
15—20	0,5	0,4	0,5	0,9	1,0	0,2
11 сентября						
0—5	—7	3,0	12,6	9,6	—1,0	9,0—в.21 ч
5—10	—3	—1,5	2,5	3,5	2,5	—0,4
10—15	—1,5	—1,7	0,5	2,5	2,5	—1,4
15—20	—0,5	—0,8	—0,5	0,5	1,5	—1,2

средние суточные амплитуды температуры поверхности почвы 10—15°, в середине вегетации — 20—25° и в конце — 5—10°. В отдельные дни они достигают 35—40° и более. С глубиной суточная амплитуда быстро затухает (рис. 4). На естественных лугах средние суточные градиенты температуры от поверхности до верхней границы мерзлой зоны составляют 20—25°, а в отдельные дни в дневные часы могут быть около 40—45°.

Таблица 22

Изменение среднесуточной температуры, мерзлотных боровых песчаных почв после ее распашки и посева трав (1974 г.) °С

Дата	Глубина почвы, см					
	10			20		
	целина (контроль)	глубина вспашки 30 см (опыт)	увеличение температуры после вспашки	целина (контроль)	глубина вспашки 30 см (опыт)	увеличение температуры после вспашки
1	2	3	4	5	6	7
Август						
24	13,1	13,7	0,6	9,8	12,6	2,8
25	13,2	14,0	0,8	11,3	12,4	1,1
26	9,9	13,0	3,1	10,4	12,4	2,0
27	11,0	11,3	0,3	10,7	11,7	1,0
28	10,7	11,2	0,5	10,0	10,8	0,8
29	10,7	11,1	0,4	9,3	10,5	1,2
30	8,7	8,7	0,0	8,5	9,5	1,0
31	10,0	10,1	0,1	9,2	9,8	0,6
Сентябрь						
1	10,4	10,8	0,4	9,3	10,2	0,9
2	9,3	10,6	1,3	8,7	9,5	0,8
3	10,5	11,9	1,4	8,9	10,2	1,3
4	11,9	11,9	0,0	10,2	10,8	0,6
5	10,3	11,6	1,3	9,3	10,8	1,5
6	9,4	10,0	0,8	8,7	9,5	0,8
7	10,3	12,0	1,7	9,0	10,7	1,7
8	9,7	11,6	1,9	8,9	10,6	1,7
9	8,7	10,2	1,5	8,3	9,8	1,5
10	8,2	9,5	1,3	7,7	9,0	1,3
11	7,7	9,3	1,6	7,2	8,8	1,6
12	7,4	9,4	2,0	6,8	8,6	1,8
13	7,3	8,5	1,2	6,9	8,0	1,1
14	7,9	9,4	1,5	6,7	8,6	1,9
15	7,5	8,8	1,3	7,1	8,0	0,9
16	6,9	7,8	0,9	6,5	8,0	1,5
17	6,0	7,2	1,2	6,4	6,7	0,3
18	7,8	8,6	0,8	6,9	8,1	1,2
19	4,2	4,6	0,4	5,1	5,6	0,5
20	3,4	3,5	0,1	4,1	4,5	0,4
21	2,6	2,9	0,3	3,7	3,8	0,1
22	2,3	2,9	0,6	2,7	3,2	0,5
23	4,1	4,7	0,6	3,4	4,5	1,1
24	3,8	4,8	1,0	3,6	4,7	1,1
25	2,4	2,2	0,2	—	3,8	—
26	1,5	1,2	0,3	—	2,4	—

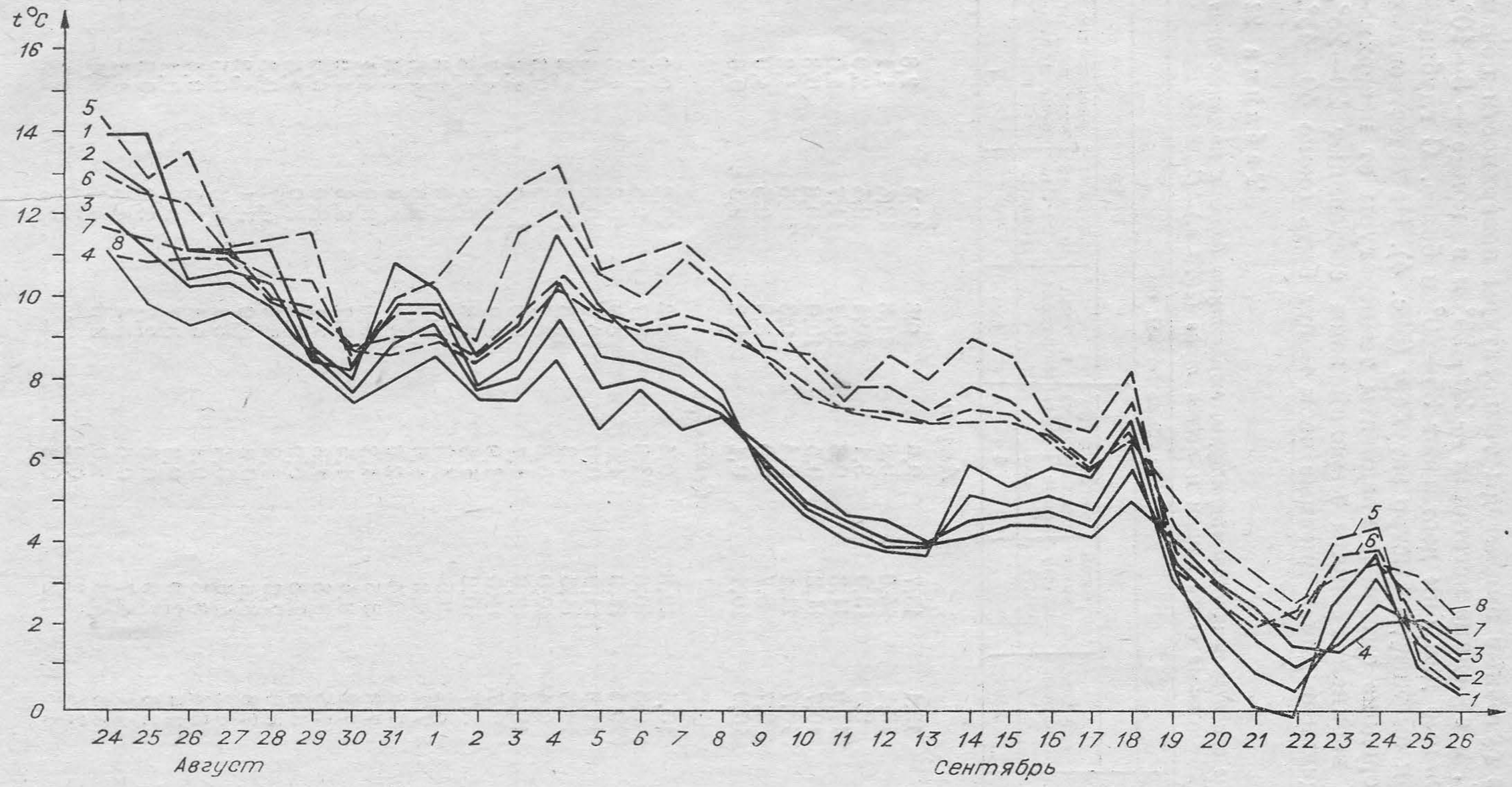


Рис. 5. Ход среднесуточной температуры мерзлотной черноземно-луговой почвы на целине и после ее вспашки на 10 см.
Температура на целине обозначена сплошной линией, на вспашке — штриховой Замеры проводились на глубинах от поверхности почвы. 5 см (кривые *1*,), 10 см (*2*, *6*). 15 см (*3*, *7*), 20 см (*4*, *8*).

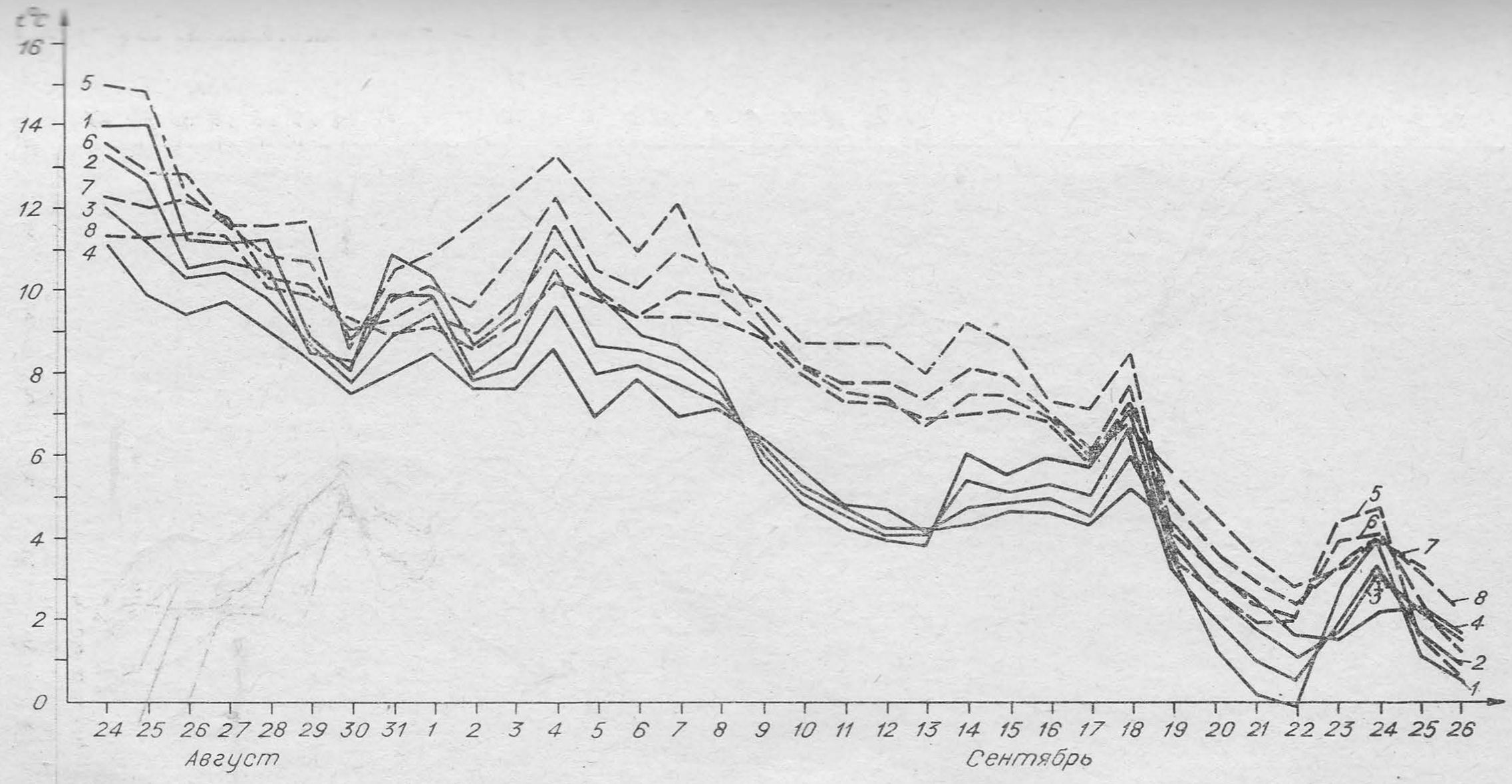


Рис. 6. Ход среднесуточной температуры черноземно-луговой почвы на целине и после ее вспашки на глубину 20 см.
Усл. обозн. см. рис. 5.

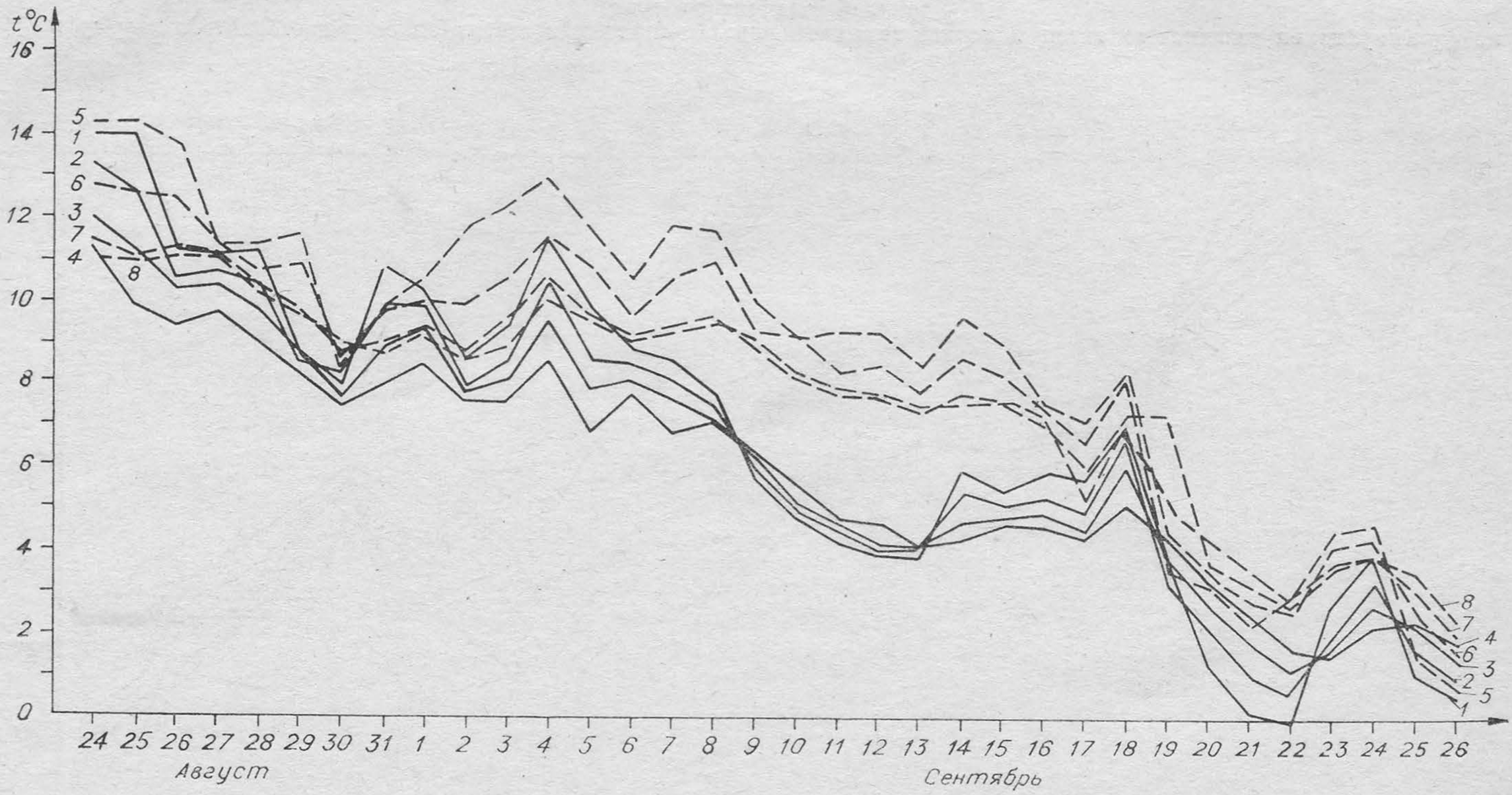


Рис. 7. Ход среднесуточной температуры черноземно-луговой почвы на целине и после ее вспашки на глубину 30 см. Усл. обозн. см. рис. 5.

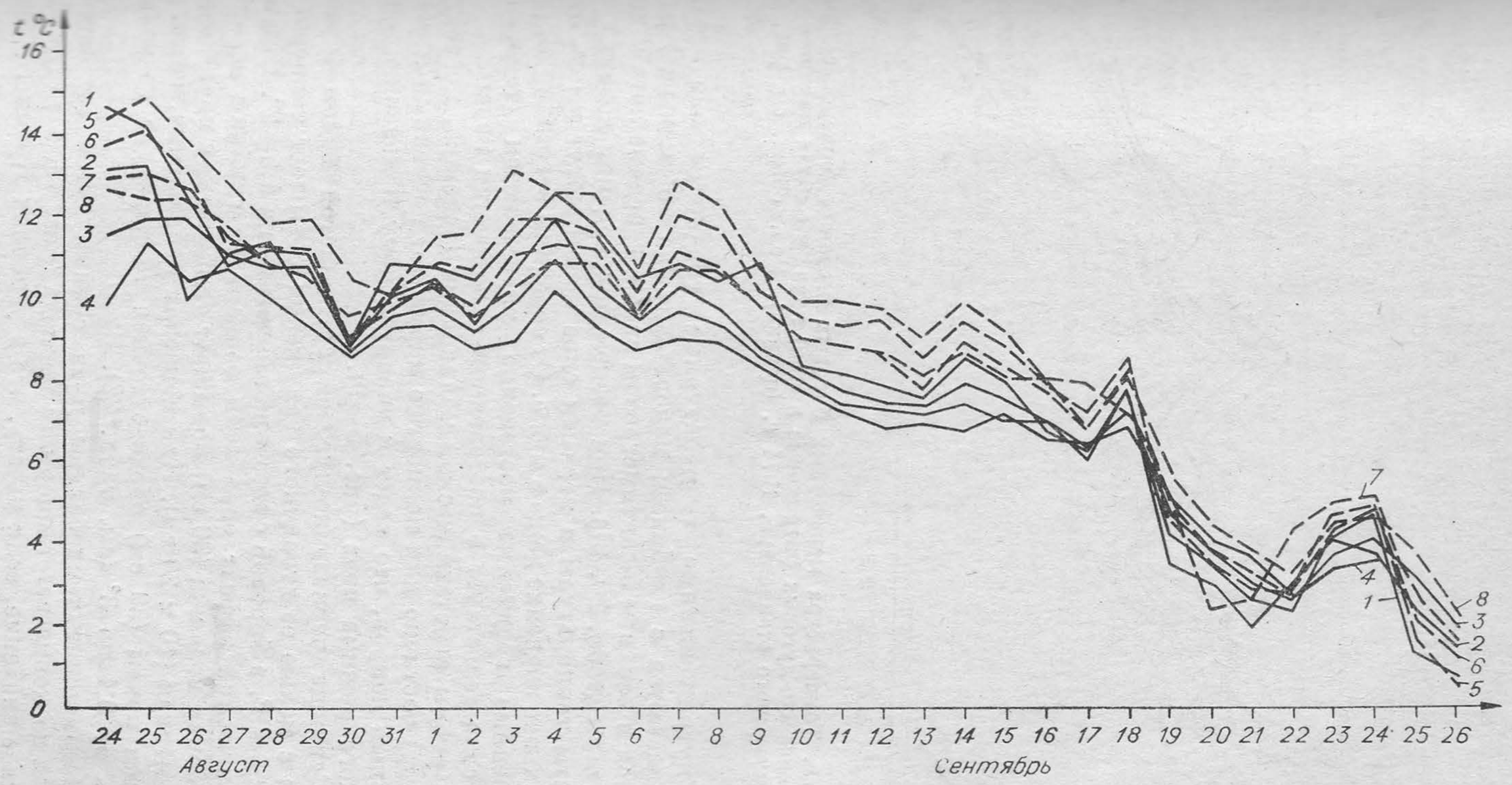


Рис. 8. Ход среднесуточной температуры боровой супесчаной почвы на целине и после ее вспашки на глубину 30 см. Усл. обозн. см. рис. 5.

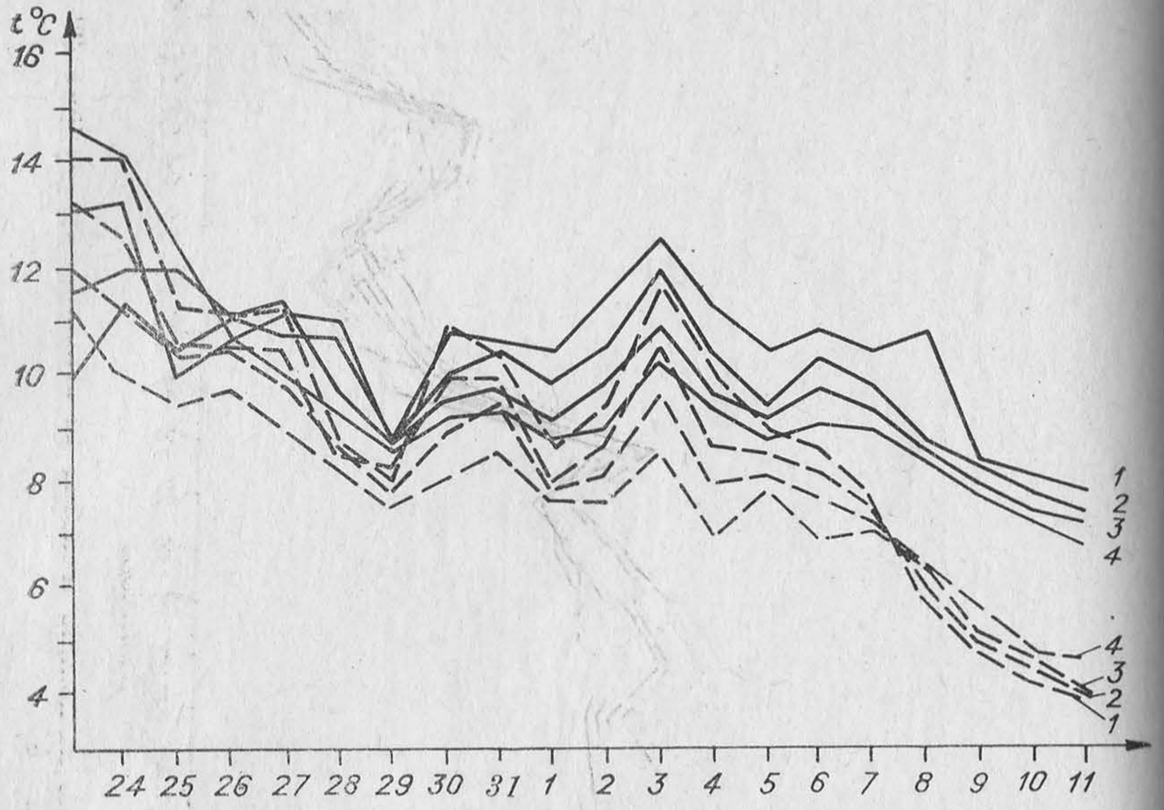


Рис. 9. Температура мерзлотных боровых песчаных (сплошные линии) и черноземно-луговых (штриховые линии) почв в опытах научно-производственного стационара, 1974 г. (целина). Усл. обозн. см. рис. 5.

Внутрипочвенные температурные градиенты значительно уменьшаются с глубиной; наибольшие (до 15° и выше) отмечаются в верхнем 5-сантиметровом слое в середине лета в дневные часы (табл. 20, 21). При резком похолодании воздуха градиенты температуры в верхнем слое почвы могут иметь отрицательное значение даже в июле. От середины вегетации внутрипочвенные градиенты постепенно уменьшаются (табл. 22), что свидетельствует о постепенном охлаждении почвы.

Приемы агротехнической мелиорации (вспашка, посев трав и т. д.) частично или полностью нарушают почвенный и растительный покров, что ведет к значительному изменению термического режима почв (рис. 5—9).

Вспашка черноземно-луговой суглинистой почвы и посев трав с целью ее вторичного залужения повышает температуру на 2,5—3°, а боровой супесчаной почвы — на 1,5—2°. При этом термический эффект обработки зависит от глубины вспашки. Глубокая вспашка (30 см) повышает температуру почв больше, чем мелкая (10 и 20 см). Как показали наблюдения, после распашки почвы (30 см) среднесуточная температура ее повысилась от 0,1 до 3° (см. табл. 22).

Повышение температуры почв сеяных лугов сохраняется почти до конца вегетационного периода (рис. 10, 11), что имеет важное значение, если учесть, что в условиях Крайнего Севера

Таблица 23

Сумма эффективных температур воздуха и почвы, °С

Показатель	0—5°	5—10°	10° и выше
1	2	3	4
Почва мерзлотная черноземно-луговая (вспашка на 30 см)			
Посев — прекращение вегетации (4/VIII—26/IX)			
Температура			
воздуха	520,2	271,8	80,7
почвы на глубине 5 см . . .	564,2	310,9	101,3
» » 10 см . .	536,1	279,5	75,1
Посев — массовые всходы (4/VIII—22/VIII)			
Температура			
воздуха.	237,3	147,3	62,6
почвы на глубине 5 см . .	244,0	154,0	68,9
» » 10 см . .	234,2	144,2	58,9
Массовые всходы — начало кущения костра безостого (22/VIII—15/IX)			
Температура			
воздуха	236,3	116,3	18,1
почвы на глубине 5 см. . .	264,7	144,7	32,4
» » 10 см. . .	244,7	124,7	16,2
Массовые всходы — начало кущения пырея бескорневищного (22/VIII—13/IX)			
Температура			
воздуха	222,4	112,4	18,1
почвы на глубине 5 см . .	247,3	136,5	32,4
» » 10 см . .	228,1	118,1	16,2
Массовые всходы — массовое кущение пырея бескорневищного (22/VIII—26/IX)			
Температура			
воздуха	282,9	124,5	18,1
почвы на глубине 5 см . .	320,2	156,9	32,4
» » 10 см. .	301,6	135,3	16,2
Почва мерзлотная боровая песчаная (вспашка на 30 см). Посев—прекращение вегетации (4/VIII—26/IX)			
Температура			
воздуха	520,5	271,8	80,7
почвы на глубине 5 см. . .	572,3	315,7	103,3
» » 10 см. . .	549,3	291 ,6	80,6
Посев — массовые всходы (4/VIII—22/VIII)			
Температура			
воздуха	237,3	147,3	62,6
почвы на глубине 5 см . . .	244,0	154,0	68,9
» » 10 см . .	224,2	144,2	58,9
Массовые всходы — начало кущения костра безостого (22/VIII—15/IX)			
Температура			
воздуха	236,3	116,3	18,1

Окончание табл. 23

1	2	3	4
почвы на глубине 5 см . .	269,2	149,2	34,4
» » 10 см . .	255,0	135,0	21,7
Массовые всходы — начало кущения пырея бескорневищного (22/VIII—13/IX)			
Температура воздуха.	222,4	112,4	18,1
почвы на глубине 5 см . .	250,3	140,3	34,4
» » 10 см . .	237,1	127,1	21,7
Массовые всходы — массовое кущение пырея бескорневищного (22/VIII—25/IX)			
Температура			
воздуха	282,7	124,5	18,1
почвы на глубине 5 см	326,0	161,7	34,4
» » 10 см . .	310,8	147,4	21,7

пониженная температура играет отрицательную роль в жизни растений, особенно в начале и конце их вегетационного периода (Коровин, 1954). На стационаре температурный режим пахотного слоя почвы и воздуха в 1974 г. был представлен следующими суммами эффективных температур (табл. 23).

Таким образом, в различные периоды жизни растений температурные градиенты среды были неодинаковы. Но на

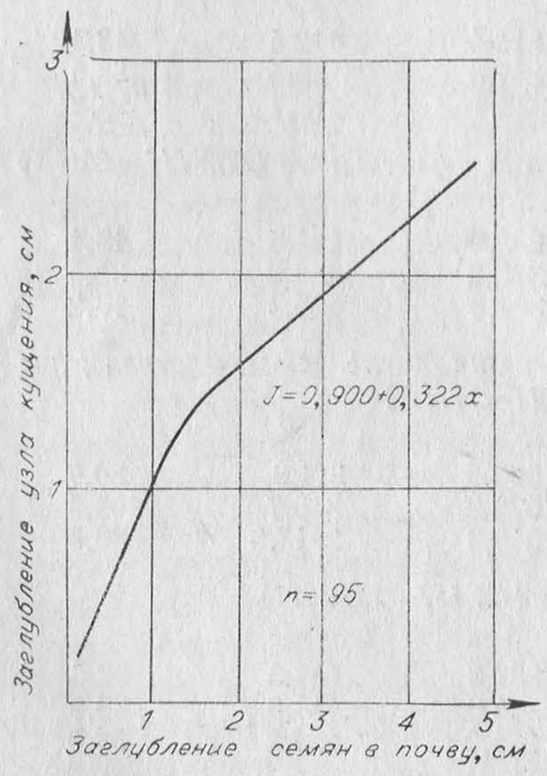


Рис. 10. Зависимость глубины залегания узла кущения безостого от заглубления семян в почву в ювенильный период его развития.

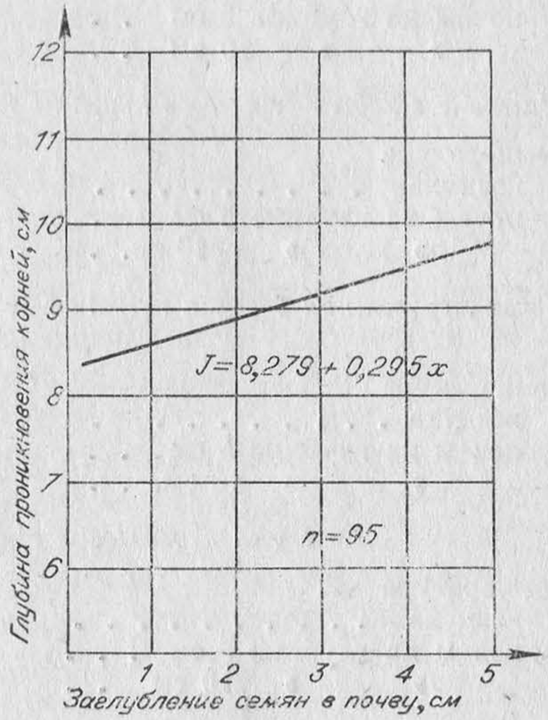


Рис. 11. Зависимость глубины проникновения корней костра безостого от заглубления семян в почву в ювенильный период его развития.

обоих типах почв наиболее обеспечен теплом поверхностный слой (0—5 см), у которого сумма эффективных температур (выше 10°) нижней точки на мерзлотной черноземно-луговой почве была на 25,6% (+20,6), а боровой песчаной на 28% (+22,6) выше, чем у окружающего воздуха. Примерно такое же соотношение эффективных температур и между рассматриваемым слоем почв и низлежащим (5—10 см).

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ ПРИ ИХ ВОЗДЕЛЫВАНИИ

Костер безостый

Прохождение фенологических фаз на богаре и при орошении. Эта культура при посеве на пойменных землях р. Лены проявила достаточно высокую требовательность к влажности ложа. В условиях орошения в Покровске семена дали массовые всходы на 16 дней раньше, чем на богарном варианте. Примерно на столько же всходы поливного варианта опередили богарный вариант по времени прохождения межфазного периода: всходы — 3-й лист (табл. 24).

Орошение, глубина заделки семян, полевая всхожесть и выживаемость растений в ювенильный период. Лучшая всхожесть костра безостого на орошаемом участке наблюдается при заделке семян на глубину 2—4 см, хуже — при поверхностном посеве и на глубине 6 см (опыты в Нюрбе). В условиях же богары всхожесть выше, чем на поливе, и лучшие результаты по всхожести — при посеве на глубину в 4 см. Полив, следовательно, способствовал повышению всхожести только при поверхностном посеве и при заделке семян на глубину 2 см (табл. 25). При заделке же семян на бóльшую глубину полив приводит к незначительному снижению полевой всхожести. На выживаемость всходов полив отрицательно влияет при увеличении глубины посева до 4—6 см.

Таблица 24

Прохождения фенологических фаз костром безостым в год посева

Фаза	На богаре	При орошении	Разница, дни
Полные всходы	24/VIII	8/VIII	—
Посев — всходы, дни . . .	27	11	16
Фаза 3-го листа	14/IX	14/VIII	—
Всходы — 3-й лист, дни	21	6	15
Кущения	—	22/VIII	—
Всходы — кущение, дни	—	14	—

Примечание. Посев проведен 28/VII 1974 г.

Таблица 25

Изменение полевой всхожести и выживаемости костра безостого под влиянием орошения и различной глубины заделки семян на мерзлотных черноземно-луговых почвах, %

Фон	Глубина заделки семян, см			
	0	2	4	6
Полевая всхожесть				
На богаре	36,0	44,6	62,6	48,3
При орошении	35,7	47,6	57,5	43,8
Разница	+0,7	+3,0	—5,1	—4,5
Выживаемость (период всходы — начало кущения)				
На богаре	33,1	44,2	61,9	46,4
При орошении	30,6	40,1	50,3	37,8
Разница	—2,5	—4,1	—11,6	—8,6

В период проведения опытов влажность почвы семенного ложа не опускалась до 12—13%, ниже которых семена не способны поглощать воду из почвы (Овчаров, 1969), и значит прорастание семян лимитировала не влага, а недостаток кислорода. Посев семян в опыте был проведен на мерзлотных черноземно-луговых почвах, склонных к заплыванию.

Со времен Лемана и Айхеле (1936), а также его предшественников (XVII в.) было известно, что без доступа кислорода, при снижении его содержания в почве семена трав могут не прорасти или прорасти частично.

Наряду с ухудшением аэрации почвы после ее поливов происходит быстрое поверхностное иссушение слоя почвы, в котором размещена еще не заглубившаяся корневая система молодых растений. Именно в этот период в фазу развития ростка и в фазу развития проростка растения, не перешедшие к автотрофному питанию (фотосинтезу), особенно беззащитны против иссушающего воздействия поверхностной корки и часто гибнут (Строна. Цит. по Реймерсу, Илли, 1974).

Таким образом, полив на посевах многолетних трав без достаточно хорошего знакомства с водно-физическими свойствами почв и видовыми особенностями трав механически применять нельзя.

Орошение и морфогенез ювенильного периода. Опыты в Покровске показали, что полив способствовал не только сокращению сроков прохождения фенофаз костра безостого, но и ускорил процессы роста всех его органов. Так, осевой побег почти в 2 раза был длиннее (табл. 26), чем у растений на богаре.

При орошении у костра безостого особенно увеличилось количество побегов (в 3,5 раза), листьев на осевом побеге (2,4 раза) и на растении в целом (3,3 раза), в 1,7 раза увеличилась длина и ширина листьев. Этим он выгодно отличается от

Таблица 26

Влияние орошения на морфогенез костра безостого в первый год жизни (посев 1973 г.)

Показатель	На богаре	При орошении	Сила влияния, %
Процесс роста			
Длина осевого побега, см	7,8±0,06	13,4±0,12	63,2±0,20
Максимальная длина корней, см:			
зародышевых	8,9±0,04	11,6±0,07	16,0±0,44
узловых	4,2±0,25	12,5±0,08	61,3±0,20
Наибольшие параметры листьев, см:			
длина	5,55±0,07	9,70±0,03	60,1±0,21
ширина	0,42±0,01	0,72±0,01	64,6±0,18
Процесс развития			
Число побегов	1,1±0,12	3,8±0,14	70,6±0,16
» листьев на осевом побеге	2,5±0,28	6,1±0,20	72,4±0,14
Общее число листьев на растении	2,7±0,29	9,0±0,96	60,2±0,21
Число узловых корней	1,81±0,24	5,5±0,59	51,5±0,25
Накопление биомассы растений			
Вес сухой массы одного растения, г			
надземной	0,121±0,024	1,208±0,213	50,0±2,90
подземной	0,102±0,023	1,131±0,075	76,5±1,30

других видов многолетних злаковых растений, у которых обычно рост листьев в ширину отстает от роста в длину. Следовательно, костер безостый отзывчив на орошение и увеличивает при этом листовую площадь. Особенно отразился полив на росте и развитии подземных органов. В 3 раза выросло число стеблевых корней, в 11 раз сухой вес корневой системы. В итоге почти в 10 раз увеличился средний вес одного растения.

Проведение дисперсионного анализа выявило, что сила влияния орошения как экологического фактора на рост и развитие органов костра безостого в ювенильный период максимально проявилось в повышении кустистости и роста числа листьев на осевом побеге; на его долю приходится 71—72% всего комплекса экологических факторов.

Сила влияния орошения на формирование сухой надземной массы составляет лишь 50%, другая половина приходится на долю иных (еще не изученных) факторов. Их определение, как и доля их участия в формировании надземной массы, могло бы представить значительный научный и практический интерес. Сила влияния орошения на формирование корневой системы в год посева составила 76,5%. Эта характерная особенность позволяет предполагать, что благодаря хорошему развитию корневой системы в год полива растения будут более приспособлены к условиям существования и при недостатке влаги.

Глубина заделки семян и морфогенез. Костер безостый при поверхностном посеве семян в первый же год жизни узел кущения заглубляет на 0,63 см. При посеве на глубину 2 см только 74% семян заглубляется, на глубину 4 см — 62, на 6 см — 57% (табл. 27).

Количество зародышевых корней у растения с увеличением глубины заделки закономерно падает. У стеблевых корней закономерность иная: меньше всего их при поверхностном посеве (1, 4), больше (3) при глубине заделки семян от 2 до 5 см; с увеличением глубины заделки до 6 см их число вновь уменьшается (2, 4).

В то же время костер безостый, выросший из семян, посеянных на глубину от 4 до 6 см, выгодно отличается от особей, выросших при более мелком посеве, количеством листьев, а также длиной первого и второго листа. Особенно это различие заметно на длине второго листа, которое при поверхностном посеве равно 3,7 см, а при глубине заделки на 6 см увеличивается более чем в 2 раза, достигая 7,6 см.

Влияние орошения на зимостойкость. В период перезимовки костер безостый в условиях богары и орошения хорошо переносит понижение температуры на глубине залегания узла кущения до 16—19°. Процент выпавших растений в этом случае весьма незначителен и может быть отнесен на популяционную невыравненность изучаемой формы костра безостого (0,5—6%).

Однако при понижении температуры до — 40° в богарных условиях вымерзает бóльшая часть растений (табл. 28, 29). И хотя на орошаемом варианте опыта процент сохранившихся растений превысил эти показатели на богаре в 3,8 раза, хозяйственно-ценный травостой при этом уровне вымерзания получить весьма сложно.

Таблица 27

Влияние глубины заделки семян костра безостого на морфогенез ювенильного периода (опыты в Нюрбе), n=30

Показатель	Глубина заделки семян, см			
	0	2	4	6
Длина этиолированной части побега, см	0,95	1,82	3,35	5,00
Глубина закладки узла кущения, см	0,63	1,49	2,49	3,44
Максимальная длина корней, см	4,00	5,70	4,23	4,00
Число корней:				
зародышевых	2,50	2,00	1,80	1,40
узловых	1,40	3,00	3,00	2,40
Число листьев	2,20	2,80	2,90	2,80
Длина листьев, см:				
первого	5,80	7,80	6,80	9,80
второго	3,70	6,30	7,10	7,60

Таблица 28

Процент перезимовавших растений костра безостого при различной температуре перезимовки на глубине узла кущения

Фон	Минимальная температура, °С			
	—16	—19	—40	В среднем
На богаре	94,1	99,5	10,7	68,1
При орошении	96,5	97,0	38,4	77,3
В среднем по температурному режиму	96,3	98,3	24,6	—

Расчет силы влияния рассматриваемых экологических факторов показал, что в суммарном действии факторов вымерзания 86% приходится на долю снижения температуры почвы и 2,9% на изменение влажности ее. Однако суммарное влияние этих двух факторов не ограничивается простым сложением (усугубляясь взаимовлиянием), достигающим 94%. Видимо, никакими приемами агротехники, в любой степени меняющими экологию возделывания костра при температуре почвы на глубине узла кущения в — 40°, невозможно повысить зимостойкость растений при данном генотипическом материале.

Таким образом, практическое решение вопроса о возделывании костра безостого в указанных параметрах нижних температур связано с решением одной из двух задач: разработкой методов тепловой мелиорации или созданием сортов костра безостого повышенной зимостойкости.

Представляется, что для обеспечения гарантированной перезимовки посевов костра безостого на мерзлотных почвах, по своим свойствам близким к имеющимся в нашем опыте, они должны размещаться на участках, снежный покров которых обеспечит зимнее утепление верхнего слоя почвы до —19°.

Наряду с этим целесообразно расширить работу и выявить среди коллекций ВИРа сорта и формы этого вида с повышенной зимостойкостью для их прямого районирования в рассматриваемой зоне. Кроме того, опыт показывает, что хорошие результаты может дать организация массовых отборов на участках

Таблица 29

Влияние изучаемых экологических факторов на перезимовку костра безостого (n=48), %

Фактор	Сила влияния	Вероятность
Влажность почвы	2,9	99,9
Минимальная температура почвы	86,0	99,9
Взаимодействие факторов	4.7	99,9
Суммарное действие факторов	94,0	99,9
Случайные (неизученные) факторы.	6,0	—

с искусственно создаваемым провокационным низкотемпературным фоном. Это позволит ускорить селекционный процесс за счет создания в Якутии необычно жесткого режима перезимовки на площадях, практически не ограниченных, при затратах гораздо меньших, чем на существующих фитотронах.

Последействие орошения и морфогенез растений второго года жизни. Последействия орошения на втором году жизни растений костра безостого особенно сильно проявляются в фазах выхода в трубку и колошения. Например, во время выхода растений в трубку общее число побегов на одно растение в богарном варианте составляло 2,2 шт., при орошении 3,6, или в 1,6 раза больше (табл. 30). В фазу цветения показатели соответственно составили 4,1 и 6,4, или побегов было в 1,5 раза больше. Характерно, что в фазу цветения вегетативно-удлиненных побегов на орошаемом варианте было в 1,8 раза больше, чем на богарном, в то время как для вегетативно-укороченных побегов это отношение уменьшилось до 1,1. Видимо, к концу вегетации уровень влагообеспеченности двух изучаемых вариантов выровнялся. Это привело к закладке почти одинакового количества вегетативно-укороченных побегов, что может во многом предопределить интенсивность образования побегов в следующем году.

До фазы цветения на фоне последействия орошения растения были выше (+46%), лучше облиственны (+76%). Однако в габитусе побегов наметилась дифференциация на усреднение режима увлажнения. Так, если по средней высоте генеративные побеги на фоне последействия орошения были на 30% выше аналогичных побегов на богарном варианте, то у вегетативно-удлиненных побегов на поливе такого преимущества не было. Это, видимо, было связано с тем, что большая часть пластических веществ в растениях орошаемого варианта отвлечена на формирование вегетативно-укороченных побегов, которых в 4 раза больше, чем у растений на богаре.

Если судить о накоплении воздушно-сухой наземной массы по основным фазам вегетации, то видно, что последействие орошения предыдущего года к моменту цветения растений снижается. Если вес одного растения в фазе выхода в трубку и начала колошения на поливном варианте был в 3,4—3,6 раза выше, чем на богаре, то в период цветения лишь в 2,1 раза. Наряду с этим из-за улучшения влагообеспеченности на орошаемом варианте и увеличения поверхности транспирации деятельность корневой системы растений активизировалась. Средняя глубина проникновения корневой системы в фазе выхода в трубку и начала колошения на 20, а в фазу цветения на 50%, превышала аналогичный показатель для растений на богаре.

Интересно, на наш взгляд, то, что вес наземной массы на второй год жизни растения был выше веса корневой системы. Так, в фазу выхода в трубку на богаре вес сухой наземной мас-

Таблица 30

Влияние последействия орошения на морфогенез костра безостого во второй год жизни (n-30)

Биометрический показатель	На богаре			При орошении		
	8/VI—выход в трубку	11/VII—начало колошения	30/VII—цветение	8/VI—выход в трубку	11/VII—начало колошения	30/VII—цветение
Общее число побегов . . .	22,2±0,18	4,0±0,28	4,1±0,42	3,6±0,82	6,2±0,48	6,4±0,52
в том числе:						
генеративных	0	0	0,14±0,05	0	0,5±0,09	0,6±0,14
вегетативно-удлиненных	1,6±0,09	3,1±0,23	1,9±0,19	3,0±0,14	2,0±0,18	3,5±0,46
вегетативно-укороченных	0,6±0,09	0,9±0,09	2,1±0,33	0,6±0,09	3,7±0,37	2,3±0,23
Общее число листьев . . .	5,1±0,37	20,0±1,30	20,6±1,44	16,9±1,10	23,6±2,10	33,6±4,2
Средняя высота растения, см	13,3±0,73	40,0±1,96	58,7±2,30	18,6±0,82	57,8±2,42	85,1±2,79
Высота побегов, см:						
генеративных	0	0	69,1±4,60	0	71,2±3,32	90,0±4,75
вегетативно-удлиненных	13,3±0,73	26,8±0,81	57,5±2,30	18,6±0,82	48,8±1,92	48,7±1,71
вегетативно-укороченных	4,6±0,17	13,4±1,08	6,7±1,26	8,7±0,45	15,0±0,83	27,1±2,24
Вес воздушно-сухой надземной массы, г	0,070±0,007	0,578±0,033	1,363	0,239±0,014	2,069	2,959±0,250
В том числе:						
листьев	0,049±0,005	0,386±0,021	0,763	0,166±0,010	0,539	1,268±0,117
стеблей	0,021±0,002	0,192±0,015	0,600	0,073±0,005	1,356	1,530±0,148
соцветий	0	0		0	0,174	0,230±0,035
Средняя глубина проникновения корней	11,6±0,57	14,0±0,51	12,6±0,70	14,2±0,71	17,0±0,55	18,9±0,78
Вес воздушно-сухой основной массы корней, г . .	0,034±0,004	0,472±0,26	0,302±	0,231±0,026	0,421	0,585±0,058

сы в 2 раза превышал подземную. В период цветения в обоих вариантах увлажнения вес подземной массы растений костра безостого был ниже веса наземной в 4,5—5 раз.

Эти данные несколько противоречат закономерностям, подмеченным другими исследователями (Ивановский, 1959; Сухов, Шеина, 1974) и требуют дальнейшего подтверждения.

Влияние глубины посева семян на заглубленность узла кущения корневой системы и высоту растения. Глубина посева семян исстари являлась практически единственным способом, с помощью которого земледелец пытался поставить растение в максимально благоприятные условия существования, имея в виду заглубление корневой системы и узла кущения. О зависимости этих параметров часто упоминается в литературе (Носатовский, 1965; Куперман, 1973). Однако в доступных нам источниках не обнаружено работ, дающих статистическую зависимость указанных параметров от глубины посева. Для травосеяния в условиях вечной мерзлоты этот вопрос приобретает особую актуальность в силу специфики их гидротермического режима. Это поставило нас перед необходимостью изучить указанные закономерности в условиях полевого опыта.

Высеивался костер безостый в черноземно-луговую почву. Глубина заделки семян варьировалась от 0,5 до 5 см. При построении регрессионных зависимостей использовались данные 95 измерений.

Для решения поставленной задачи нами был построен график (см. рис. 10), из которого видно, что в указанных параметрах глубина залегания узла кущения предопределена глубиной посева семян, это, в известной мере, позволяет регулировать размещение узла кущения в наиболее увлажненном слое почвы.

Как показывает анализ уравнения регрессии, увеличение глубины заделки семян на 1 см влечет за собой заглубление узла кущения на 0,3 см. Это и должно явиться одной из предпосылок при решении вопроса об оптимальной глубине посева семян с учетом конкретных условий гидротермического режима поля. При решении вопроса о глубине посева необходимо принимать во внимание зону размещения корневой системы выросших из семени растений, что может быть необходимо при решении вопросов о глубине заделки удобрений, промачивания почвы при поливах и т. д. (см. рис. 9).

Как видно из табл. 3, 95%-ный доверительный интервал для углового коэффициента регрессии, связывающей изменение глубины проникновения корней с глубиной залегания семян, составляет $0{,}295 \pm 0{,}609$ и включает в себя значение $\beta = 0$. Действительно, воспользовавшись t-распределением при 22 степенях свободы, получим:

$$t = |(0{,}295 - 0)\sqrt{24}/1{,}438| \approx 1{,}007,$$

$$P\ \{|t| > 1{,}007\} \approx 0{,}35.$$

В данном случае отличие оценки a_1 для коэффициента β от нуля незначащее. Следовательно, глубина проникновения корней в почву изменяется незначительно в зависимости от заглубления семян и представляет случайные колебания вокруг среднего значения $m_y = 9{,}2$ см, соответствующего среднему значению глубины залегания семян, равному 3,1 см.

Иными словами, увеличивая глубину заделки семян в погоне за падающей влажностью подсыхающего поля, мы заглубляем узел кущения в процессе дальнейшего роста и развития растения, не добившись, однако, увеличения заглубления корневой системы ниже 9 см, на уровень которых она выходит при заделке семян практически на любую глубину (от 0,5 до 5 см).

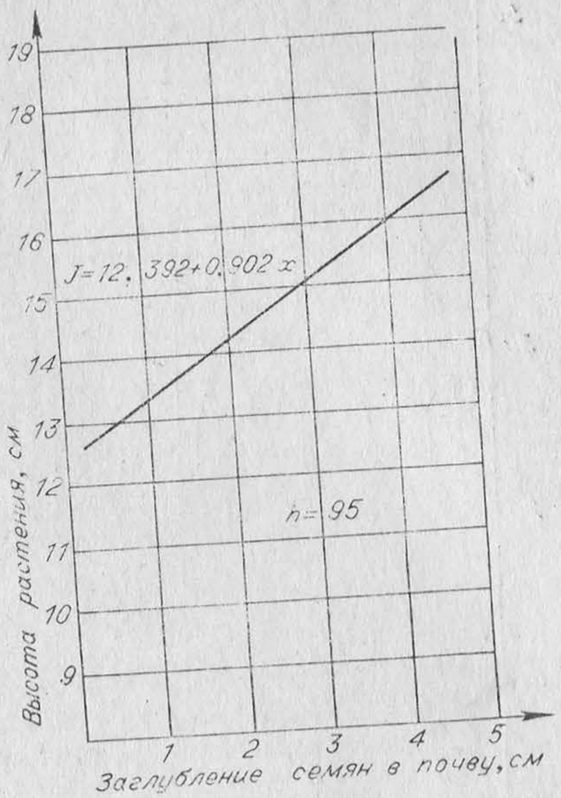


Рис. 12. Зависимость высоты растения костра безостого от заглубления семян в почву в ювенильный период его развития.

В противовес корневой системе высота растений в этот период зависит от глубины посева семян (рис. 12).

При увеличении глубины заделки на 1 см высота растения увеличивается на 0,9 см, что свидетельствует о том, что в пределах изучаемой глубины посева (5 см) для наиболее эффективного функционирования корневой системы доминирующим фактором является не температурный режим, а *водообеспеченность почвы.*

Таким образом, глубина заделки семян костра безостого в условиях мерзлотных почв данного местообитания оказывает значительное влияние на глубину залегания узла кущения и высоту растения, но не влияет на глубину залегания корневой системы растения в ювенильный период.

Сопоставим фактическое распределение семян костра по глубине посева (участок с поверхностным посевом и заделкой семян бороной) с ожидаемым заглублением корневой системы и узла кущения (рис. 13, табл. 31).

Судя по данным табл. 31, 85% семян заложат узел кущения на глубине менее 2 см. Поскольку благоприятный водный режим на изучаемых участках для костра находится ниже, указанные 85% растений заложат узел кущения в неблагоприят-

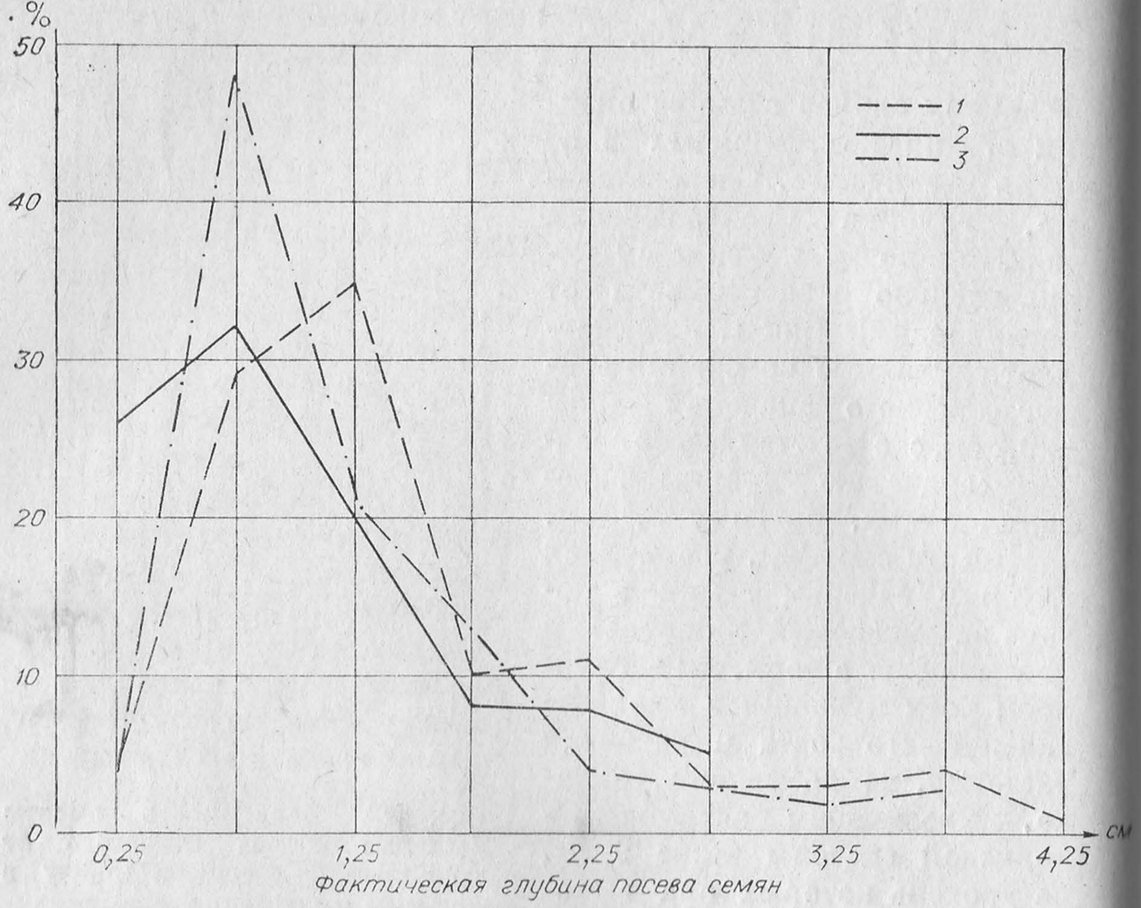


Рис. 13. Распределение семян костра безостого по глубине на мерзлотной черноземно-луговой почве при поверхностном посеве и заделке бороной «зигзаг» после вспашки на глубины, см:
1—10 *2*—20; *3*—30.

ных условиях иссушенного слоя почвы. При измерении действительных параметров растений на участке оказалось, что заглубление узла кущения 82% семян менее 2 см. Таким образом, прогноз в этом случае находится в хорошем согласии с фактическими наблюдениями.

Опыты показали, что на почвах одного типа при посеве семян костра поверхностно в разброс с последующей заделкой их бороной «зигзаг», на различных глубинах вспашки распределение семян по фактическому заглублению было весьма различно (рис. 14). Качество такого еще практикующегося способа сева крайне низко.

Чтобы узел кущения закладывался не мельче 2 см, необходимо поместить семена на глубине не менее 3,3—4 см. Этого можно добиться только с помощью стандартных сеялок.

Распределение семян по глубине при одинаковых способах посева на различных типах почв неодинаково. На черноземно-луговых почвах при разбросном поверхностном посеве семян костра безостого с последующей их заделкой боронованием и прикатыванием по фону отвальной вспашки (варианты 10,

Таблица 31

Зависимость заглубления узлов кущения и корневой системы от глубины посева семян

Показатель	Глубина посева семян, см							
	<0,25	0,25—0,75	0,75—1,25	1,25—1,75	1,75—2,25	2,25—2,75	2,75—3,25	3,25—3,75
Фактическое количество семян, попавших на глубину, %	3,0	49,4	21,5	13,3	4,0	3,2	2,2	3,3
Ожидаемое заглубление узла кущения, см	0,2	0,7	1,2	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2
Ожидаемая глубина проникновения корней, см . . .	8,3	8,5	8,7	8,9	9,0	9,1	9,2	9,4

20 и 30 см глубины) большая часть семян разместилась на глубине меньше 2 см. Ввиду того, что почва легкосуглинистая, несыпучая, только 3% семян попали в благоприятные условия — глубже 3,3 см.

На боровой песчаной почве прослеживается закономерность увеличения глубины заделки семян с увеличением глубины вспашки. При глубине в 10 см 25% семян попадают глубже

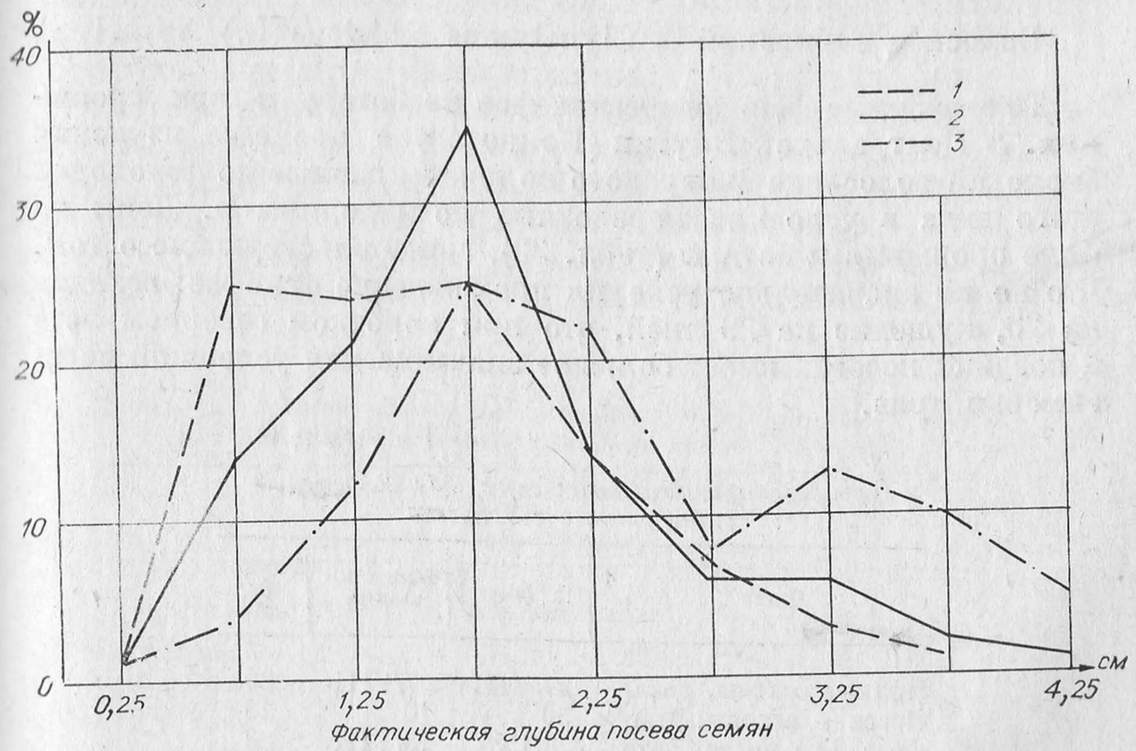


Рис. 14. Распределение семян костра безостого по глубине на мерзлотной боровой песчаной почве при поверхностном посеве и заделке боронами «зигзаг» после вспашки на глубины, см:
1—10; *2*—20; *3*—30

2 см, при 20-сантиметровой вспашке — 29, а при 30-сантиметровой — 58%. Это можно объяснить тем, что при неглубокой вспашке по сравнению с 30-сантиметровой меньший слой почвы перемешивается с верхним гумусированным дерновым горизонтом, что существенно увеличивает объемный вес и сыпучесть почвы и дает возможность семенам проникать гораздо глубже 2 см.

При вспашке сыпучесть почвы уменьшается и за счет значительного количества корневых остатков растений, поэтому только 4% семян попадают глубже 3,3 см.

Таким образом, на черноземно-луговых почвах вспашка на глубину до 30 см не позволяет увеличить заглубление семян и боронованием. В результате у 97% из них узел кущения закладывается на глубине менее 2 см.

На боровой супесчаной почве увеличение глубины вспашки с 20 до 30 см дает некоторый эффект и у 15% семян узел кущения размещается на приемлемых глубинах.

Следовательно, при поверхностном разбросанном посеве семян костра безостого с последующей заделкой их тяжелыми боронами «зигзаг» и прикатыванием водоналивными катками на мерзлотных черноземно-луговых и боровых супесчаных почвах не обеспечивается их размещение на глубинах с оптимальными условиями произрастания.

Волоснец сибирский — Clynelymus sibiricus (L.) Nevski

Прохождение фенологических фаз на богаре и при орошении. В Центральной Якутии (Покровск) в процессе изучения биологии волоснеца сибирского получены данные по фенологии этого вида в условиях мерзлотных почв долины р. Лены на фоне орошения и богары (табл. 32), свидетельствующие о том, что полив значительно ускорил прохождение фенофаз: всходов на 20, кущение на 29 дней, что при коротком северном лете и поздних посевах имеет большое значение для успешной перезимовки трав.

Таблица 32

Прохождение фенологических фаз волоснецом сибирским в год посева

Фаза	На богаре	При орошении	Разница, дни
Полные всходы, дата	27/VIII	7/VIII	20
Посев — всходы, дни	30	10	20
Фаза 3-го листа, дата	8/IX	15/VIII	23
Всходы — 3-й лист, дни	12	8	4
Кущение, дата	19/IX	20/VIII	29
Всходы—кущение, дни	23	13	10

Примечание. Посев проведен 28/VII 1974 г.

Глубина заделки семян, полевая всхожесть и выживаемость растений. Оптимальной глубиной заделки семян волоснеца сибирского в первый год жизни на орошении и богаре оказалась глубина по опытам в Нюрбе 2—4 см (49—57%). При этом в богарных условиях поверхностный посев с прикатыванием и посев на глубину 6 см были почти равноценны, полевая всхожесть составляла 35—38%. Таким образом, орошение не дало особенно заметного положительного влияния на увеличение полевой всхожести. Исключение составил вариант с заделкой на 6 см, где полевая всхожесть оказалась на 12% выше, чем на поливе (табл. 33).

Характерно, что орошение при всех изучаемых глубинах заделки не только не повышает, но даже снижает выживаемость от 8 до 13%. Это связано, видимо, с отрицательной реакцией вида на образование неизбежной при орошении почвенной корки, к которой особенно склонны черноземно-луговые почвы опытного поля.

Орошение и морфогенез ювенильного периода. В Покровске из всей суммы факторов, влияющих на прохождение процессов роста и развития у волоснеца сибирского, сила влияния поливов составила 53—85%. Исключение из общего правила — поведение зародышевых корней, которые на повышение влажности почвы практически не прореагировали, орошение не повлияло на их рост. Особенно велика оказалась сила влияния поливов на ускорение развития длины боковых корней (85,4%) и вес сухой массы корневой системы (71,4%) (табл. 34).

Заметное влияние оказало орошение на усиление кущения растений волоснеца сибирского, число побегов под его воздействием увеличилось в 2,4 раза. Заметно выросла площадь листьев растений на поливе; если число листьев на осевом побеге выросло в среднем на 43%, то среднее количество листьев на одно растение увеличилось в 2,2 раза. В целом же вес надзем-

Таблица 33

Изменение полевой всхожести волоснеца сибирского под влиянием орошения и различной глубины заделки семян, %

Вариант	Глубина заделки семян, см			
	0	2	4	6
Полевая всхожесть				
На богаре	35,2	49,0	50,3	36,7
При орошении	34,7	54,1	57,5	48,8
Разница	—0,5	+5,1	+7,2	+12,1
Выживаемость (период всходы — начало кущения)				
На богаре	99,2	95,5	91,0	87,1
При орошении	86,0	83,5	82,5	75,6
Разница	—13,2	—12,0	—8,5	—11,5

Таблица 34

Влияние орошения на рост и развитие волоснеца сибирского в первый год жизни (посев 1973 г.)

Показатель	На богаре	При орошении	Сила влияния, %
Процессы посева			
Длина осевого побега, см	6,2±0,02	11,0±0,07	58,9±0,20
Максимальная длина корней, см:			
зародышевых	7,3±0,10	8,7±0,04	8,8±0,46
узловых	5,6±0,03	11,7±0,05	85,4±0,07
Наибольшие параметры листьев, см:			
длина	4,65±0,04	7,82±0,01	56,8±0,22
ширина	0,24±0,03	0,44±0,03	69,3±0,15
Процессы развития			
Число побегов	1,6±0,18	3,9±0,40	52,3±0,24
Число листьев на осевом побеге	3,2±0,31	4,6±0,46	52,6±0,24
Общее число листьев на растении	3,5±0,37	8,0±0,84	58,4±0,24
Число узловых корней	2,2±0,24	6,2±0,65	66,9±0,16
Накопление биомассы			
Сухой вес, г:			
надземной	0,087±0,008	0,560±0,016	70,7±1,60
подземной	0,080±0,004	0,360±0,004	71,4±1,59

ной сухой массы растения под влиянием полива вырос в 6 с лишним раз.

Глубина заделки семян и морфогенез. При поверхностной заделке семян прикатыванием после выкапывания приживших-ся растений по этиолированной части растения можно установить, что фактически проросшие семена оказались не на поверхности, а на глубине, близкой к сантиметру от поверхности почвы (табл. 35). Факт этот интересен и требует дальнейшего изучения механизма данного явления.

При поверхностной заделке семян узел кущения также оказался «втянутым» на 0,7 см глубже поверхности почвы, а при остальных глубинах посева он обнаружил тенденцию к закладке на глубинах, не превышающих 3 см. Механизм регуляции сработал таким образом, что при посеве семян на глубину 2 см узел кущения был заложен на 20% мельче, при посеве на 4 см — на 38, а при 6 см — на 78% мельче, чем посеяно породившее его семя. Поверхностная заделка семян образовала поверхностную корневую систему. Однако самая глубокая заделка не обеспечила рекордной глубины проникновения корневой системы, как этого можно было ожидать, максимально

Таблица 35

Влияние глубины заделки семян волоснеца сибирского на морфогенез ювенильного периода (n=30)

Показатель	Глубина заделки семян, см			
	0	2	4	6
Длина этилированной части побега, см	0,9	1,9	3,1	4,8
Глубина закладки узла кущения, см	0,7	1,6	2,5	2,7
Максимальная длина корней, см	4,1	4,9	5,7	4,7
Количество корней, шт:				
зародышевых	2,2	2,4	2,1	2,0
узловых	1,1	1,9	2,0	2,2
Количество листьев,шт	2	3	2	2,4
Длина листьев, см:				
первого	5,3	6,8	7,3	7,5
второго	2,9	7,7	7,7	9,5

заглубившись на 7,4 см, в то время как глубина заделки семян в 4 см обеспечила проникновение корневой системы на 5,7 см.

Самое большое количество зародышевых корней растение формирует при посеве семян в верхний 2-сантиметровый слой, а стеблевых — при максимальной глубине заделки семян в 4—6 см. При этой глубине заделки формируется максимальная длина первого и второго листа.

Влияние орошения на изменение зимостойкости. Рассматривая данные, характеризующие зимостойкость волоснеца сибирского (табл. 36), видим, что он может быть отнесен к видам выдающейся зимостойкости (табл. 37). Дело в том, что даже в суровых условиях якутского климата температура почвы на глубине залегания злаковых многолетних трав не опускается до этих пределов (Шашко, 1962) и только продолжавшаяся всю зиму очистка от снега участка опытного поля позволила создать эти особо экстремальные условия.

Как показал дисперсионный анализ, ни влажность, ни отдельно взятая температура почвы в пределах сложившихся в опытах значений не явились сколько-нибудь значащими факторами, и тем не менее именно их комплексное взаимодействие, выраженное через суммарное действие, составило 93% (7% — доля иных, не изученных, факторов).

Таблица 36

Процент перезимовавших растений волоснеца сибирского при различной температуре перезимовки на глубине узла кущения

Фон	Минимальная температура, °С			В среднем
	—16	—19	—40	
На богаре	100	100	84,5	93,5
При орошении	99	98,5	98,8	98,8
В среднем по температурному режиму	99,5	99,3	91,7	—

На фоне самого жесткого температурного режима (—40°) с высокой степенью достоверности нами установлено, что даже такой высокозимостойкий вид, как волоснец сибирский, потерял от вымерзания 15,5%. В производственном отношении факт малозначащий, не влекущий за собой преждевременного изреживания травостоя или снижения продуктивности. Но в научном аспекте важно другое: для такого зимостойкого вида, как волоснец сибирский, последействия орошения предшествующего года оказываются весьма ощутимыми. Иными словами, рост и развитие растений в режиме влагообеспеченности, близком к оптимальному, повышает зимостойкость растений.

Таблица 37

Влияние изучаемых факторов на зимостойкость волоснеца сибирского (n=48)

Фактор	Сила влияния, %	Вероятность
Влажность почвы, %	0,4	95,0
Минимальная температура почвы, °С	1,1	95,0
Взаимовлияние факторов, %	92,0	99,9
Суммарное действие факторов, %	93,0	99,9
Случайные (неизученные) факторы, %	7,0	—

Последействие орошения и морфогенез у растений на второй год жизни. В отличие от других видов волоснец сибирский на второй год при поливе в сравнении с возделываемым на богаре не очень сильно прореагировал ростом кустистости. Так, например, в фазу цветения на поливе коэффициент кущения составлял 6,8, а на богаре 5. Однако доля генеративных побегов в условиях орошения при этой кустистости увеличилась в 2 с лишним раза (табл. 38).

Один из хозяйственных недостатков волоснеца в том, что убранный на сено в фазе цветения и позднее он плохо поедается животными. Грубеют его длинные изогнутые ости. Поэтому в условиях полива убирать волоснец необходимо в фазе начала колошения, когда растения волоснеца достигают сенокосной спелости (в 1,5 раза выше, чем на богаре).

Влияние орошения сказывается и на средней облиственности растений. По сравнению с возделываемыми на богаре в фазе выхода в трубку она повысилась на 57%, к началу колошения — на 81% и несколько уменьшилась (52%) к фазе цветения. Произошло это, видимо, потому, что запас влаги прошлого года был исчерпан и уровень увлажненности почвы по вариантам заметно выравнялся.

Из приведенных данных видно (см. табл. 37), что при условиях орошения и богары средняя глубина проникновения кор-

Таблица 38

Влияние последействия орошения на морфогенез волоснеца сибирского во второй год жизни (n=30, 1974 г.)

Биометрический показатель	На богаре			При орошении		
	8/VI—выход в трубку	11/VII—начало колошения	31/VII— цветение	8/VI—выход в трубку	11/VII—начало колошения	31/VII—цветение
Общее число побегов, шт.	3,3±0,28	5,0±0,41	5,0±0,36	6,0±0,41	9,9±0,78	6,8±0,55
В том числе:						
генеративных	0	1,1±0,14	1,5±0,23	0	4,4±0,32	3,1±0,27
вегетативно-удлиненных.	2,6±0,28	2,4±0,23	2,7±0,36	4,1±0,41	1,2±0,23	3,1±0,32
вегетативно-укороченных	0,7±0,06	1,5±0,14	0,8±0,14	1,9±0,32	4,3±0,41	0,6±0,09
Общее количество листьев, шт. . . .	14,2±1,67	16,0±1,23	21,5±0,78	21,9±1,37	29,3±2,10	32,5±2,92
Средняя высота растения, см	26,7±1,14	62,8±3,44	72,7±2,20	32,9±1,02	93,9±1,83	108,2±3,29
Высота побегов, см:						
генеративных	0	60,6±2,81	72,0±2,30	0	86,6±1,10	89,0±1,90
вегетативно-удлиненных.	26,7±1,14	30,6±1,98	33,8±1,09	32,9±1,02	32,0±1,45	33,4±1,05
вегетативно-укороченных	7,7±0,58	15,1±1,10	6,0±0,58	8,3±1,08	14,5±0,47	4,2±0,87
Вес воздушно-сухой надземной массы, г	0,281±0,029	0,954±0,066	1,936±0,155	0,604±0,061	3,913±0,284	3,352±0,66
В том числе:						
листьев	0,150±0,016	0,304±0,040	0,506±0,043	0,316±0,030	0,718±0,058	0,609±0,05
стеблей	0,131±0,013	0,549±0,038	1,238±0,108	0,288±0,028	2,700±0,198	2,269±0,14
соцветий	0	0,138±0,013	0,192±0,026	0	0,495±0,038	0,474±0,27
Средняя глубина заглубления корней, см	11,6±0,67	17,2±0,77	18,2±0,41	12,6±0,41	17,2±0,96	13,6±0,41
Вес воздушно-сухой основной массы корней, г	0,050±0,008	0,227±0,022	0,208±0,019	0,102±0,010	0,507±0,042	0,189±0,11

Таблица 39

Влияние факторов среды на продуктивность волоснеца сибирского

Фактор	Сила влияния, %	Вероятность, %	НСР, г/м²
Орошение	8,2±0,2	0,950	136,5
Низкие температуры	2,0	Не достоверно	240,0
Взаимодействие изучаемых градаций	22,2±4,7	0,990	240,0
Суммарное действие факторов	30,4±8,3	0,999	—
Случайные (неизученные) факторы	69,5	—	—
Частные различия между вариантами	—	0,950	231,2

невой системы растений волоснеца в почву до фазы начала колошения была одинаковой, а после наступления цветения у растений, которые в предыдущем году росли в богарных условиях, оказалась на 33% выше, чем в варианте с орошением. В целом же, как показал опыт, у волоснеца сибирского в конце второго года жизни зона залегания основной массы корневой системы размещена в 14—18-сантиметровом поверхностном слое почвы. Верхний предел характерен и для богарных условий возделывания.

Под влиянием орошения заметно изменился вес корневой системы растений. В орошаемом варианте на всех фазах развития он был почти в 2 раза больше, чем на богаре. В то же время вес надземной вегетативной массы в фазе выхода в трубку при орошении был в 2,1 раза выше, чем у растений с богары, но в фазе колошения разница эта повысилась до 4,1 раза.

Интересно проявилось влияние последействия орошения на доле листовой массы во всем урожае. В обоих вариантах увлажнения в фазу выхода в трубку облиственность составляла 52% (в пересчете на воздушно-сухую массу), в период начала колошения на богаре — 31%, на поливном участке — 18, в фазе цветения на богаре—26, на поливном осталась на прежнем уровне.

Таблица 40

Урожай воздушно-сухой массы волоснеца сибирского на второй год жизни на глубине узла кущения, г/м²

Фон	Минимальная температура перезимовки, °С			В среднем
	—16	—19	—40	
На богаре	750	900	860	837
При орошении	1070	1050	1010	1040
Средний по температурному режиму	910	975	735	—

Установлено, что в зависимости от фенофаз вес воздушно-сухой надземной массы одного усредненного растения при возделывании волоснеца на поливе в 5,6—9,7 раза выше веса подземной массы, при возделывании на богаре соответственно в 6—8,8 раза.

Влияние орошения и температурного режима перезимовки на продуктивность вида. Дисперсионный анализ данных полевого опыта с высокой степенью достоверности показал, что в зависимостных связях условий перезимовки и влагообеспеченности в период вегетации предыдущего года на долю орошения и низких температур приходится очень небольшая сила влияния (2,2—8,2) как раздельно, так и во взаимодействии (табл. 39). Это свидетельствует о выдающейся устойчивости волоснеца сибирского к засухе и предельно низким температурам перезимовки, что подтверждается также данными продук-

Рис. 15. Волоснец сибирский на мерзлотных торфянисто-глеевых почвах Приохотской зоны Магаданской области. Максимальная глубина сезонной оттайки почвы 80 см. Пос. Ола, 1971 г.

тивности волоснеца в условиях жесткого режима перезимовки на богаре (табл. 40).

Результаты дисперсионного анализа свидетельствуют о том, что в круг исследования не вошли факторы среды, способные решающим образом повысить продуктивность культуры волоснеца. И это понятно, так как за границами факторального исследования осталось 69% сил влияния, включая и такие, как уровень обеспеченности растений питательными веществами.

Проведенный опыт показал, что в зоне вечной мерзлоты при посеве на высоком агрофоне волоснец сибирский — культура гарантированно урожайная даже в условиях предельно жесткой перезимовки (—40° на глубине узла кущения), способная дать биологический урожай кормовой массы в условиях богары до 75—90 ц, а в режиме оросительного последействия 105—110 ц воздушно-сухой массы с гектара. Если принять разницу между биологическим и хозяйственным урожаем в 30%, то и тогда речь идет о получении в первом случае 52—63, а во втором — 73—77 ц сена с гектара (рис. 15).

Пырей бескорневищный, или нежный (ранее американский) — Roegneria trachycaulon (Link.) Nevski.

Прохождение фенологических фаз на богаре и при орошении. При посеве в Центральной Якутии наступление фенологических фаз у пырея бескорневищного в первый год жизни при орошении намного ускоряется. Это особенно важно в условиях позднего посева (табл. 41). Если одной из гарантий успешной перезимовки и получения высокого урожая семян растения на втором году жизни принять наступление кущения, то можно выявить заметный эффект орошения, который проявился в ускорении этой фазы у пырея бескорневищного на 31-й день.

Глубина заделки семян, полевая всхожесть и выживаемость растений. Полевая всхожесть и выживаемость растений

Таблица 41

Прохождение фенологических фаз пыреем бескорневищным в год посева

Период развития	На богаре	При орошении	Разница, дни
Полные всходы, дата	24/VIII	6/VIII	18
Посев — всходы, дни	27	9	18
Фаза 3-го листа, дата	14/IX	16/VIII	28
Всходы — 3-й лист, дни	21	10	11
Кущение, дата	19/XI	18/VIII	31
Всходы — кущение, дни	26	12	14

Примечание. Посев проведен 28/VII 1974 г.

пырея бескорневищного во многом определяют будущую продуктивность травостоя, но относятся к наименее изученным вопросам в условиях вечной мерзлоты.

На северо-западе Якутии в условиях Нюрбинского научно-производственного стационара Института биологии ЯФ СО АН СССР изучалось влияние глубины заделки семян в условиях одноразового полива и богары на лугово-черноземных почвах на эти показатели (табл. 42).

Таблица 42

Изменение полевой всхожести и выживаемости пырея бескорневищного под влиянием орошения и различной глубины заделки семян, %

Фон	Глубина заделки семян, см			
	0	2	4	6
Полевая всхожесть				
На богаре	44,2	82,3	78,6	58,1
При орошении	53,1	69,1	82,2	65,5
Разница	+8,9	—13,2	+2,6	+7,4
Выживаемость (период всходы — начало кущения)				
На богаре	43,2	79,2	73,8	54,3
При орошении	50,5	63,5	70,7	54,0
Разница	+7,3	—15,7	—3,1	—0,3

Как при поливе, так и на богаре поверхностный рассев семян (под гладкие водоналивные катки), а равно и заделке семян на глубину 6 см дают самую низкую полевую всхожесть (44—53 и 58—65%). Полив в этом случае в среднем по всем вариантам повысил полевую всхожесть в зависимости от глубины заделки на 3—7% (что весьма не существенно), а при посеве на глубину 2 см снизил на 13% (видимо, за счет образования послеполивной корки).

Выживаемость всходов пырея за такой короткий срок оказалась довольно высокой, что связано с поздними сроками сева и заметным снижением температуры воздуха. Характерно, что орошение во многих вариантах посева не обеспечило заметного повышения выживаемости растений, а при варианте с глубиной заделки семян в 2 см выживаемость снизилась.

Орошение и морфогенез ювенильного периода. В первый год жизни, по морфологическим показателям роста и развития, пырей бескорневищный заметно прореагировал на орошение посевов (табл. 43).

Среди сложного комплекса факторов, регулирующих деятельность органов растения, на долю орошения приходилось 61—80% влияния. Слабее действовало орошение на увеличе-

Таблица 43

Влияние орошения на морфогенез пырея бескорневищного в ювенильный период (1973 г.)

Показатель	На богаре	При орошении	Сила влияния, %
Процессы роста			
Длина осевого побега, см	8,17±0,01	14,65±0,07	61,5±0,20
Максимальная длина корней, см:		±	
зародышевых	8,9±0,03	10,31±0,07	1,7±0,52
узловых	3,9±0,23	12,32±0,03	76,5±0,12
Наибольшие параметры листьев, см:			
длина	5,82±0,04	8,91±0,07	53,3±0,25
ширина	0,22±0,04	0,42±0,03	72,5±0,14
Процессы развития			
Число побегов	1,73±0,20	6,55±0,68	78,7±0,11
Число листьев на осевом побеге	3,37±0,36	5,32±0,54	79,1±0,12
Общее число листьев на растении	3,61±0,39	15,24±1,58	77,1±0,12
Число узловых корней	1,01±0,12	7,13±0,75	75,8±0,13
Накопление биомассы			
Сухой вес массы, г:			
надземной	0,15±0,001	1,25±0,07	76,9±1,35
подземной	0,10±0,02	0,88±0,03	83,2±0,99

ние ширины листьев (сила влияния 53%). Не оживили поливы только жизнедеятельность зародышевых корней пырея бескорневищного, сила влияния на них этого экологического фактора ничтожна (1,7%).

В условиях засушливого климата Центральной Якутии поливы разительно укрепили корневую систему пырея бескорневищного: она проникла в почву в 3,1 раза глубже, чем на участке без полива. Одновременно в 7 раз увеличилось число боковых корней. Характерно также, что вес сухой надземной массы пырея, возделанного без полива, превышал вес подземной массы в 1,5 раза. Не изменилось это соотношение и при поливе.

Орошение в год посева в 3,8 раза увеличило число побегов, в 4,2 раза — общее число листьев на 1 растение, в 1,7 раза — длину листьев, в 1,9 раза — их ширину. Все это заметно увеличило и фотосинтезирующую способность листа, помогло растению успешнее подготовиться к перезимовке.

Глубина заделки семян и морфогенез. Различная глубина заделки семян с присущей спецификой экологии отразилась и на органогенезе растения (табл. 44).

С увеличением глубины заделки семян возросла глубина закладки узла кущения, максимальная длина корней, умножилось количество стеблевых корней, но уменьшилось зародышевых.

Таблица 44

Влияние глубины заделки семян пырея бескорневищного на органогенез ювенильного периода (n=30)

Показатель	Глубина заделки семян, см			
	0	2	4	6
Длина этиолированной части побега, см	0,8	2,2	3,8	5,3
Глубина закладки узла кущения, см	0,65	1,2	2,3	2,9
Максимальная длина корней, см	4,0	5,7	5,3	4,0
Количество корней:				
зародышевых	2,5	2,0	1,8	1,4
узловых	1,4	3,0	3,0	2,4
Количество листьев	2,2	2,8	2,9	2,2
Длина листьев, см:				
первого	5,8	7,8	8,6	9,8
второго	3,7	6,3	7,1	7,6

Орошение и зимостойкость. Среди биологических особенностей луговых трав, введенных или интродуцируемых в культуру в условиях вечной мерзлоты, пожалуй, самой решающей следует считать их зимостойкость. Исследование факторов как внешней среды, так и генетических показателей самих растений, способных повысить этот показатель,— задача первостепенной научной и производственной важности.

Анализ данных (см. табл. 44) приводит к заключению, что зимостойкость изучаемого вида находится в тесной зависимости от температуры почвы на глубине формирования узла кущения. В пределах изучаемых градаций (минус 16—40°С) пырей бескорневищный не показал 100%-ной перезимовки. При температуре —16 и —19°С его зимостойкость довольно стабильна и достигает 94%. Снижение температуры до —40°С резко увеличивает гибель растений, процент перезимовки опускается до 20,4. С высокой степенью достоверности удалось установить, что сила влияния низких температур на зимостойкость (табл. 45, 46) пырея бескорневищного составляет 75%. В отличие от низких температур, которые оказывают прямое действие на зимостойкость, вызывая гибель растений, орошение влияет сложно и косвенно, изменяя теплофизические свойства почвы, условия роста и развития растений в предзимний период. Под-

Таблица 45

Процент перезимовавшего пырея бескорневищного при различной температуре на глубине узла кущения

Фон	Минимальния температура, °С			В среднем
	—16	—19	—40	
На богаре	95,7	96,5	14,1	64,4
При орошении	92,5	91,8	26,6	70,3
В среднем по температурному режиму	94,1	94,2	20,4	—

Таблица 46

Влияние изучаемых экологических факторов на перезимовку пырея бескорневищного (n=48), %

Фактор	Сила влияния	Вероятность
Влажность почвы	29,1	99,9
Минимальная температура почвы	75,0	99,9
Взаимовлияние факторов	12,0	99,9
Суммарное действие факторов	90,2	99,9
Случайные (неизученные) факторы	9,8	—

держание в течение вегетационного периода влажности почвы, близкой к оптимальной, ускоряет процессы роста и развития растений. Это повышает их способность сопротивляться воздействию низких температур.

При умеренном температурном режиме (—16 и —19°С) орошение не способствует увеличению зимостойкости, а, наоборот, несколько ее понижает.

Это снижение происходит, видимо, за счет гибели в травостое особей, не подготовленных к жесткой перезимовке, не успевших физиологически подготовиться к зиме. Они повреждаются даже умеренно низкими температурами. Генетически любой сорт пырея бескорневищного представлен весьма неоднородной популяцией, имеющей и по степени зимостойкости свои крайние выражения дисперсии. Поэтому погибшие в пределах указанных температур особи в своей значительной доле могут быть отнесены к растениям, представляющим наименее зимостойкую часть популяции пырея.

Вследствие указанных причин, влияние взаимодействия низких температур и влажности почвы оказалось меньшим от их раздельного влияния, а суммарное действие составило 90,2%. Это значит, что нам удалось правильно абстрагировать главные факторы, влияющие на зимостойкость пырея бескорневищного, найти нижний температурный предел зимостойкости в условиях богары и орошения.

Последействие орошения и морфогенез второго года жизни. На втором году жизни пырея бескорневищного орошение посевов не проводилось. Таким образом, все сказанное ниже будет относиться к изучению последействия орошения.

Как показали наблюдения, орошение не повлияло на изменение сроков наступления фенологических фаз растений, к 8 июня они вышли в трубку, 11 июня начали колоситься , а к 31 июня было отмечено массовое цветение. Эти данные показывают, что полив растений в предыдущем году привел к многообразному и стойкому последействию на протяжении второго года жизни.

Так, побегов на одном растении в фазу цветения на поливном варианте было на 33% больше, чем на богарном, увеличение это произошло за счет генеративных побегов (+80%). Можно предположить, что появившаяся нехватка влаги поставила растения перед необходимостью перераспределить пластические вещества таким образом, чтобы в первую очередь в соответствии с общебиологическим законом обеспечить нормальное функционирование репродуктивных органов, заложенных еще в прошлом году, и переход к репродуктивной деятельности побегов, вегетативно-удлиненных.

К периоду цветения растения на поливном варианте были на 31% выше, чем на богаре. По высоте растений хорошо прослеживается, как на протяжении вегетации снижается последействие полива: преимущество поливного пырея по росту перед богарным в фазе начала колошения составляло 64%, в начале цветения — 36, а к полному цветению только 31%. Аналогичное положение и при сопоставлении среднего веса растений пырея. В фазе выхода в трубку вес растения с поливного варианта в 9,4 раза выше, чем с неполивного, но в последующем, на всем протяжении межфазного периода (начало колошения — цветение) разница эта снизилась до 1,3—1,4 раза. Аналогичное положение с развитием корневой системы. Уже в фазе выхода в трубку заглубление корневой системы на поливном варианте по сравнению с богарным было выше на 12%, к началу колошения эти показатели сравнялись (табл. 47).

Не останавливаясь на других, ясно видимых биологических отличиях двух рассматриваемых вариантов, необходимо отметить прикладной аспект этих отличий. В условиях последействия полива пырей бескорневищный к 8 июня в фазе выхода в трубку обеспечивает зеленый корм, достигший пастбищной спелости (чего нельзя сказать про богарный вариант). Интересно, что средняя высота растений при поливе на 61% выше, чем на богаре, а средний вес воздушно-сухой массы выше в 5,6 раза, что происходит за счет увеличения кустистости (в 3—10,7 раза) и облиственности растений (в 10—24,5 раз).

Влияние орошения и температурного режима перезимовки на продуктивность вида. О влиянии орошения на продуктивность пырея бескорневищного в различных температурных режимах перезимовки свидетельствуют данные табл. 48, 49.

Растения пырея бескорневищного изученной сортопопуляции (Камалинский 175), обладая повышенной биологической пластичностью, на второй род жизни способны сформировать травостой с продуктивностью 120—680 г/м² воздушно-сухой массы.

Дисперсионный анализ данных полевого эксперимента показал большую зависимость продуктивности пырея от температурного режима перезимовки и условий увлажнения в пер-

Таблица 47

Влияние последействия орошения на морфогенез пырея бескорневищного во второй год жизни (n=30, 1974 г.)

Биометрический показатель	На богаре			При орошении		
	8/VI—выход в трубку	11/VII—начало колошения	31/VII—цветение	8/VI—выход в трубку	11/VII—начало колошения	31/VII—цветение
Общее число побегов, шт.	3,0±0,28	6,2±0,32	5,1±0,73	10,7±0,64	6,8±0,50	6,8±0,41
В том числе:						
генеративных	0	1,1±0,14	2,0±0,18	0	3,4±0,41	3,6±0,32
вегетативно-удлиненных	2,2±0,17	3,4±0,32	2,1±0,32	7,4±0,59	2,7±0,46	2,4±0,27
вегетативно-укороченных	0,8±0,22	1,7±0,27	1,0±0,27	3,3±0,55	0,7±0,14	0,8±0,14
Общее число листьев	10,0±0,89	18,9±0,87	20,0±2,40	32,8±1,73	24,5±1,55	27,0±2,06
Средняя высота растения, см	14,5±0,95	50,4±2,56	70,4±1,94	23,4±0,18	68,2±2,40	92,6±2,27
Высота побегов, см:						
генеративных	0	44,4±2,56	62,7±2,26	0	56,0±2,11	90,6±2,56
вегетативно-удлиненных	14,5±0,95	28,0±0,96	28,2±1,64	23,4±0,76	23,9±1,16	30,3±2,43
вегетативно-укороченных	5,3±0,44	9,7±0,45	6,6±0,60	11,7±0,92	12,2±0,59	13,0±0,53
Вес воздушно-сухой надземной массы, г	0,066±0,099	0,582±0,041	1,020±0,21	0,372±0,034	1,205±0,136	2,354±0,174
В том числе:						
листьев	0,042±0,005	0,207±0,014	0,236±0,02	0,225±0,018	0,247±0,030	0,340±0,021
стеблей	0,024±0,004	0,332±0,030	0,614±0,10	0,153±0,016	0,784±0,091	1,624±0,120
соцветий	0	0,043±0,09	0,170±0,02	—	0,174±0,018	0,390±0,037
Средняя глубина проникновения корней, см	11,1±0,56	13,7±0,32	15,0±0,60	12,5±0,48	13,9±0,46	15,4±0,64
Вес воздушно-сухой основной массы корней	0,024±0,004	0,208±0,019	0,144±0,01	0,227±0,023	0,287±0,031	0,207±0,015

Таблица 48

Урожай воздушно-сухой массы пырея бескорневищного на втором году жизни при различной температуре на глубине узла кущения, г/м²

Фон	Минимальная температура перезимовки, °С			Средний по фону
	—16	—19	—40	
Богара	470	350	120	313
Орошение	680	620	300	533
Средний по температурному режиму	575	485	210	

вый год жизни, когда происходит формирование организма и подготовка его к продуктивной деятельности (см. табл. 49). Из всех действующих факторов, сказавшихся на продуктивности растений в первый и во второй год жизни, влияние температурного режима составило 26,2 ± 1,6%. При понижении температуры на глубине залегания узла кущения от —16 до —40° выявлено достоверное снижение продуктивности на 365 г/м² сухой массы, при понижении от —19 до —40° — на 275 г/м². Даже понижение температуры на 3° (от —16 до —19°) дало достоверное снижение урожая на 90 г/м² ($НСР_{0,5}$ = 81,5).

Еще более усиливается действие изучаемых градаций температур при взаимодействии с влажностью почвы (сила влияния 49,6 ± 2,4%). При формировании травостоя в условиях недостаточного увлажнения понижение температуры до —40° уменьшило урожай в 3,9 раза, а при орошении—в 2,3 раза. Таким образом, влажностью почвы, близкой к оптимальному состоянию в период формирования организма растений и подготовки их к зиме, можно несколько снизить пагубное воздействие предельно низких температур зимнего периода и получить до 30 ц/га сухой массы.

По нашему мнению, пырей бескорневищный вполне пригоден для возделывания практически по всей зоне вечной мерзлоты и в Якутии, в частности. При выборе места посева этой

Таблица 49

Влияние изучаемых факторов на продуктивность пырея бескорневищного (n=48), %

Фактор	Сила влияния	Вероятность	НСР, г/м²
Орошение	16,0±0,8	99,9	137
Минимальная температура почвы, °С	26,2±1,6	99,9	163
Взаимодействие изучаемых градаций	49,6±2,4	9,99	163
Суммарное действие факторов	62,5±5,0	99,9	—
Случайные (неизученные) факторы	34,4	99,9	—

культуры необходимо исходить из того, что абсолютный минимум температуры в ЯАССР может достигать на глубине залегания узла кущения —25° (Шашко, 1961). Это значит, что во избежание самой возможности снижения урожая пырея бескорневищного высевать его необходимо на участках, где высота снежного покрова не ниже 20 см, либо на орошаемых площадях.

Само же орошение в условиях Якутии имеет силу влияния на продуктивность 16,0 ± 0,8% и достоверно повышает урожай при минимальной температуре на глубине залегания узла кущения —16° в 1,45 раза, при —19 в 1,75 и при—40° в 2,5 раза.

Удалось также установить,что влажность почвы и температурный режим перезимовки, хотя и играют основную роль в формировании травостоя пырея бескорневищного, составляя 62,5% действующих факторов, не исчерпывают всех возможностей в повышении его продуктивности. Неизученные резервы в виде случайно действующих факторов составили в наших исследованиях 34,3%. Судя по условиям проведения эксперимента ими могут быть: густота посевов, глубина заделки семян, иные дозы удобрений и др.

Регнерия волокнистая или пырей волокнистый — *Roegneria subfibrosa* Tzvel

Прохождение фенологических фаз при орошении и на богаре. Регнерия волокнистая, как и другие виды многолетних трав, изучавшиеся в Покровске, в богарных условиях, дала всходы только через месяц после посева. Проведение полива на 18 дней ускорило наступление этой фазы (табл. 50).

На богаре семена регнерии волокнистой взошли на 4 дня раньше, чем пырея бескорневищного, и на 5 дней раньше во-

Таблица 50

Прохождение фенологических фаз регнерией волокнистой в год посева

Показатель развития	На богаре	При орошении	Разница, дней
Полные всходы, дата	27/VIII	9/VIII	
Посев — всходы, дни	30	12	18
Фаза 3-го листа, дата	6/IX	14/VIII	
Всходы — 3-й лист	10	5	5
Кущение, дата	14/IX	22/VIII	
Всходы—кущение, дни	18	13	5

Примечание. Посев произведен 28/VII 1974 г.

лоснеца; на 2—4 дня раньше этих двух видов началось у регнерии и кущение.

В целом от посева до кущения в богарных условиях потребовалось 64, а при орошении — 54 дня.

Орошение, глубина заделки семян, полевая всхожесть и выживаемость растений в ювенильный период. В условиях богары (опыты в Нюрбе) самая низкая полевая всхожесть была получена при поверхностном посеве и самая высокая — при посеве на глубину от 2 до 4 см. При посеве на глубину 6 см полевая всхожесть продолжала оставаться высокой и давала показатели гораздо лучшие, чем при поверхностном посеве (табл. 51).

На поливном варианте опыта при поверхностном посеве и при заделке семян на глубину 2 см всхожесть была несколько ниже, чем на богарном варианте, в то же время прорастание семян с глубины в 4 см на поливном варианте оказалось несколько лучше, чем в предыдущих случаях. Объясняется это тем, что регнерия волокнистая относится к растениям, весьма требовательным к аэрации почв. Попавшие в зону действия послеполивной почвенной корки и лишенные необходимого для прорастания кислорода, семена ее снизили всхожесть. В то же время семена регнерии успешно проросли с глубины в 4 см, где они находились в слое, не потерявшем пористости почвы. Не изменилась под воздействием полива всхожесть семян, посеянных на глубину 6 см, так как оказалось ослабленным действие почвенной корки, препятствующей проникновению в почву воздуха. Семена успешно проросли, но всходы от глубоко посеянных семян пробились с затруднениями.

Несколько худшая выживаемость растений при различной глубине заделки семян наблюдается в условиях послепосевного орошения. Связано это также с образованием почвенной кор-

Таблица 51

Изменение полевой всхожести и выживаемости регнерии волокнистой под влиянием послепосевного орошения и различной глубины заделки семян на мерзлотных черноземно-луговых почвах, %

Фон	Глубина заделки семян, см			
	0	2	4	6
Полевая всхожесть				
На богаре	48,5	95,0	84,4	75,4
На поливе	43,5	84,2	92,5	73,6
Отличие	—5,0	—10,0	+8,1	—1,8
Выживаемость (период всходы—начало кущения)				
На богаре	99,4	97,5	97,5	80,5
На поливе	86,8	95,0	90,5	82,3
Отличие	—12,8	—2,5	—7,0	+1,8

ки, быстрым ухудшением водообеспеченности, повышением концентрации солей (в результате их термодиффузного перераспределения после полива) в зоне поверхностно расположенной корневой системы.

Полученные данные свидетельствуют о том, что на лугово-черноземных почвах северо-запада Якутии послепосевные поливы проводить нецелесообразно, так как в результате образования почвенной корки снижается полевая всхожесть и выживаемость растений. Прикатывание посевов тяжелыми водоналивными катками обеспечивает достаточно высокую полноту всходов и лучшую, чем при поливе, выживаемость.

Орошение и морфогенез ювенильного периода. Орошение регнерии волокнистой в Покровске приводит к значительному усилению побегообразования (293%), умножению числа листьев на растении (сила влияния орошения 56,7%). Больше всего сказывается орошение на развитие боковых корней, увеличение их составило в среднем 2,2 см (табл. 52), т. е. 84,5%. Для регнерии волокнистой характерно, что в отличие от других видов на орошение реагировали и зародышевые корни, сила влияния орошения на которые 11,3%.

Среднее количество боковых корней, приходящихся на одно растение, увеличилось при поливе с 3,5 до 7,4. На поливном варианте в 3,6 раза вырос средний вес сухой массы каждого

Таблица 52

Влияние орошения на морфогенез регнерии волокнистой в ювенильный период (посев 1973 г.)

Показатель	На богаре	При орошении	Сила влияния, %
Процессы роста			
Длина осевого побега, см	7,8±0,07	10,9±0,26	25,3±0,40
Максимальная длина корней, см:			
зародышевых	9,0±0,06	10,6±0,08	11,3±0,49
узловых	6,7±0,53	8,9±0,08	84,5±0,09
Наибольшие параметры листьев, см:			
длина	5,7±0,03	7,0±0,10	18,7±0,45
ширина	0,29±0,02	0,50±0,06	59,0±10,23
Процессы развития			
Число побегов	1,5±0,19	4,4±0,49	40,8±0,33
Число листьев на осевом побеге	2,4±0,34	5,0±0,50	59,2±0,23
Общее число листьев на растении	3,7±0,37	9,4±1,03	56,7±0,24
Число боковых корней	3,5±0,43	7,4±0,80	37,2±0,35
Накопление биомассы			
Вес сухой массы одного растения, г:			
надземной	0,150±0,033	0,550±0,041	71,3±1,79
подземной	0,160±0,035	0,310±0,031	54,3±2,85

растения, причем решающим фактором была сила влияния орошения (71,3%). В значительно меньшей мере оно повлияло на вес сухой массы подземной части растений, она увеличилась в 1,9 раза. При этом сила влияния орошения в формировании этой массы составляла 54,3%. Иными словами, дисперсионный анализ дал цифровое подтверждение положения, что в условиях повышенной влагообеспеченности развитие надземной массы опережает накопление подземной. Характерно, что в богарных условиях возделывания регнерии волокнистой подземная часть массы, выраженная в сухом веществе, превышала надземную в 1,1 раза, в то время как в условиях орошения, где особенно сильно развивалась надземная фитомасса, соотношение это равно 0,6 раза. Этот факт (а также данные по другим видам) свидетельствует о том, что в условиях вечной мерзлоты соотношение веса надземных и подземных органов растений заметно варьирует в зависимости от их вида и условий увлажнения почвы.

Глубина заделки семян и морфогенез. Опыты в Нюрбе позволили проследить особенность органогенеза многолетних трав при различной глубине заделки семян. Одним из способов, которым человек пытается управлять кустистостью, количеством узловых корней и в конечном счете продуктивностью растений, является глубина посева семян. Однако глубину заделки нельзя считать процессом, в значительной мере регулируемым волей человека. Это типичный пример саморегулирования. При любой глубине посева растение само вносит коррективы в глубину закладки узла кущения, ориентируясь на поиск оптимальных условий для его функционирования, продиктованный генетическими потребностями вида. В одних случаях растения заглубляют узел кущения, в других поднимают его ближе к поверхности почвы. Исследователи по-разному представляют механизм авторегулирования глубины закладки узла кущения. Большинство сходятся на одном: решающие факторы этого процесса — интенсивность и длительность освещенности узла кущения и температурный режим почвы (Носатовский, 1965; Коваль, 1970, 1972).

В наших опытах в зависимости от глубины заделки узел кущения залегал от поверхности почвы на 0,6—3,5 см (табл. 53).

Наименьшая глубина (0,6 см) обеспечивается поверхностным посевом. В зависимости от глубины образуется различное количество узловых корней, которые в дальнейшем будут влиять на кустистость растений (Строна, 1966). При поверхностной заделке оно наименьшее — 1,6 шт., а при глубине посева в 4 см количество корней достигает максимума (3,9 шт.). Интересна реакция регнерии волокнистой: в условиях орошения листья у нее в ширину прибавляют больше, чем в длину (140 и 120%).

Влияние орошения на изменение зимостойкости. При посеве в богарных условиях регнерия волокнистая при мини-

Таблица 53

Влияние глубины заделки семян регнерии волокнистой на морфогенез ювенильного периода (n=30,1974 г.)

Показатель	Глубина заделки семян, см			
	0	2	4	6
Длина этиолированной части побега, см	0,7	2,3	3,1	5,6
Глубина закладки узла кущения, см	0,6	1,2	2,0	3,5
Максимальная длина корней, см	5,2	4,3	6,5	3,9
Число корней:				
зародышевых	3,3	2,8	2,3	2,0
узловых	1,6	3,0	3,9	3,4
Число листьев	3,0	2,9	3,0	2,3
Длина листьев,см:				
первого	6,3	6,9	7,5	7,7
второго	5,9	7,0	8,3	9,3

мальной температуре —19° на глубине залегания узла кущения от вымерзания не страдает, но при охлаждении почвы до —40° гибнет 22% растений (табл. 54, 55). В условиях последействия орошения при этой же температуре вымерзает только 15,4% растений. Однако данные дисперсионного анализа показали, что сила влияния влажности почвы на перезимовку растений равна «0», практически не влияет на перезимовку рег-

Таблица 54

Процент перезимовавших растений регнерии волокнистой при различной температуре перезимовки на глубине узла кущения

Фон	Минимальная температура, °С			В среднем по фону
	—16	—19	—40	
На богаре	99,8	100,0	78,0	92,6
При орошении	96,0	98,5	84,6	93,0
В среднем по температурному режиму	97,9	96,2	81,3	—

Таблица 55

Сила влияния изучаемых экологических факторов на регнерию волокнистую (n=48), %

Фактор	Сила влияния	Вероятность
Влажность почвы	0	—
Минимальная температура почвы, °С	3,7	99,0
Взаимовлияние факторов	0,4	90,0
Суммарное действие факторов	4,2	95,0
Случайные (неизученные) факторы	96,0	—

Таблица 56

Влияние последействия орошения на морфогенез регнерии волокнистой во второй год жизни (n=30)

Биометрический показатель	На богаре			При орошении		
	16/VI—выход в трубку	11/VII—начало колошения	1/VIII цветение	16/VI—выход в трубку	11/VII—начало колошения	1/VIII—цветение
Общее число побегов, шт.	4,0±0,42	6,7±0,37	6,1±1,00	6,1±0,34	10,0±0,74	11,4±0,73
В том числе:						
генеративных	0	1,2±0,14	1,7±0,21	0	3,7±0,19	5,2±0,36
вегетативно-удлиненных	3,4±0,37	3,9±0,37	3,7±0,50	4,9±0,39	3,6±0,32	5,0±0,32
вегетативно-укороченных	0,6±0,09	1,6±0,18	0,7±0,26	1,2±0,20	2,7±0,32	1,2±0,18
Общее количество листьев, шт.	15,1±1,69	23,1±0,14	28,5±3,02	22,1±1,43	31,6±2,14	52,4±4,10
Средняя высота растения, см	24,2±1,41	49,8±2,83	68,5±2,10	30,7±2,27	86,2±2,24	90,1±1,37
Высота побегов, см:						
генеративных	0	47,1±2,37	61,2±1,75	0	82,6±3,54	75,0±1,67
вегетативно-удлиненных	24,2±1,41	33,2±1,06	36,8±1,50	30,7±2,27	33,4±1,98	37,0±1,20
вегетативно-укороченных	7,2±0,60	12,1±0,69	3,9±0,42	9,2±0,73	18,2±0,79	3,2 ± 0,75
Вес воздушно-сухой надземной массы, г	0,748	0,747±0,051	—	—	1,967±0,13	2,389±0,21
В том числе:						
листьев	0,2	0,287±0,017	—	—	0,397±0,03	0,584±0,44
стеблей	—	0,461±0,036	—	—	1,384±0,10	1,582±0,12
соцветий	—	—	—	—	0,186±0,02	0,223±0,15
Средняя глубина проникновения корней, см	10,8±0,51	16,05±0,68	16,2±0,78	11,8±0,73	16,9±0,58	16,1 ±0,46
Вес воздушно-сухой основной массы корней, г	—	0,154±0,012	—	—	0,438±0,04	0,168±0,02

Примечание. Тире — нет данных.

нерии и температура в —40°. За пределами этих двух экологических факторов находится комплекс причин, которому представлена возможность лимитировать зимостойкость этого вида, так как сила влияния на перезимовку растений случайных (не изученных) факторов составляет 96%.

Таким образом, регнерию волокнистую можно считать вполне зимостойким видом, пригодным для возделывания на пойменных землях Центральной Якутии.

Последействие орошения и морфогенез второго года жизни. Сопоставляя развитие органов регнерии волокнистой в условиях богары и последействия орошения, проведенного в предыдущий год, видим, что они по-разному реагируют на изменение уровня влагообеспеченности. Так, общее число побегов в фазе выхода в трубку в условиях последействия орошения было в 1,5 раза выше, чем на богаре, а в фазу цветения — в 1,8 раза. При этом вегетативно-удлиненных побегов в фазе выхода в трубку в варианте с орошением было в 1,4 раза, в фазе цветения в 1,3 раза больше, чем на богаре (табл. 56).

Влияние орошения и температурного режима перезимовки на продуктивность вида. В условиях богарного земледелия (опыты в Покровске) регнерия волокнистая не снижает своей продуктивности даже в условиях жесткого режима перезимовки, при температуре почвы на глубине узла кущения до —40° (табл. 57).

Таблица 57

Урожай воздушно-сухой массы регнерии волокнистой на второй год жизни, г/м²

Фон	Минимальная температура перезимовки, °С			В среднем по фону
	—16	—19	—40	
На богаре	730	760	690	693
При орошении	1100	910	470	827
Средний по температурному режиму	915	835	580	—

Таблица 58

Влияние изучаемых факторов на продуктивность регнерии волокнистой (n=48), %

Фактор	Сила влияния	Вероятность	НСР, г/м²
Орошение	5,9±0,1	0,95	140
Минимальные температуры почвы . . .	18,5±3,2	0,99	236
Взаимодействие изучаемых градаций	29,7±3,0	0,99	236
Суммарное действие факторов	35,6±7,5	0,99	—
Случайные (неизученные) факторы . .	64,4	—	—
Частные различия между вариантами	—	0,90	240

В этих же условиях при орошении продуктивность падает на 48%. Из данных дисперсионного анализа (табл. 58) видно, что отдельно взятые экологические факторы (температура и увлажнение) не оказывали решающего значения, однако сила влияния суммарного их действия превысила 35%. Более сильное влияние (64%) на продуктивность регнерии оказывают случайные факторы, не вошедшие в число исследуемых. Вскрыть среди них с помощью специальных опытов легко управляемые человеком факторы—значит, сделать культуру более перспективной для возделывания в зоне вечной мерзлоты.

На уровне сегодняшней изученности вопроса можно сделать следующее предварительное заключение.

Рис. 16. Регнерия волокнистая в пойме р. Лены. Окрестности пос. Покровск. Опыты Института биологии, 1974 г.

Регнерия волокнистая для зоны вечной мерзлоты — наиболее слабо изученная культура, однако уже сейчас можно говорить, что она может служить новым резервом для укрепления кормовой базы в зоне вечной мерзлоты (рис. 16).

В условиях Центральной Якутии на неорошаемых землях поймы р. Лены при минимальной температуре почвы в зимний период, опускающейся до —40°, культура регнерии волокнистой второго года жизни обеспечивает сбор биологического урожая сухой массы от 69 до 76 ц/га. Если разность между биологической и хозяйственной урожайностью принять равной 30%, то и тогда далеко не полные хозяйственные возможности этого вида представлены урожаем 48—53 ц/га сена.

Еще более перспективен этот вид на утепленных снежным покровом участках ленской поймы, где температура почвы в зимний период не опускается ниже —19°, а в летний можно организовать орошение. В этих условиях биологический урожай сухого вещества может достигнуть 91 ц/га, что соответствует 63 ц хозяйственного урожая сена с гектара. Следователь-

но, регнерия волокнистая должна занять достойное место среди признанного набора многолетних трав зоны вечной мерзлоты.

Регнерия изменчивая
Roegneria mutabilis (*Drob.*) Hyl.

Прохождение фенологических фаз на богаре и орошение. В богарных условиях возделывания регнерия обеспечивает появление массовых всходов на 30-й день, при орошении раньше — на 17-й день после посева (табл. 59).

Особенно эффективен оказался полив регнерии изменчивой для ускоренного прохождения межфазного периода всходы — появление третьего листа. На богаре продолжительность этого периода 20, при орошении — 8 дней. В условиях богары со дня посева семян до наступления фазы кущения при посеве в последней декаде июля требуется 52 дня, а в условиях орошения — только 30. Своей остротой реакции на орошение регнерия изменчивая как бы иллюстрирует естественную приуроченность к центральной части периодически затопляемой поймы.

Орошение и морфогенез ювенильного периода. Морфогенез одних и тех же органов у растений регнерии изменчивой в условиях орошения и богары, начиная с ювенильного периода, протекает различно. При этом не для всех органов степень этого отличия выражена одинаково (табл. 60).

Для оценки степени влияния агроэкологических факторов мы предлагаем сгруппировать их по следующим категориям:

1) не влияющие на количественные изменения признаков (в пределах ошибки наблюдения);

2) слабо влияющие — количественные изменения не превышают 1,5-кратного отличия числового выражения этого признака в опыте по сравнению с данными в контроле;

Таблица 59

Прохождение фенологических фаз регнерией изменчивой в год посева

Период развития	На богаре	При орошении	Разница, дни
Полные всходы, дата	27/VIII	14/VIII	—
Посев — всходы, дни	30	17	13
Фаза 3-го листа, дата	16/IX	22/VIII	—
Всходы — 3-й лист, дни	20	8	12
Кущение, дата	20/IX	28/VIII	—
Всходы — кущение, дни	24	14	10

Примечание. Посев проведен 28/VII 1974 г.

Таблица 60

Влияние орошения на морфогенез регнерии изменчивой в ювенильный период (1973 г.)

Показатель	На богаре	При орошении	Сила влияния
Процесс роста			
Длина осевого побега, см	8,4±0,004	9,4±0,13	6,0±0,47
Максимальная длина корней, см:			
зародышевых	8,4±0,08	9,0±0,07	3,4±0,48
узловых	3,9±0,09	7,8±0,29	50,0±0,25
Наибольшие параметры листьев,см:			
длина	6,8±0,005	5,8±0,06	7,3±0,56
ширина	0,13±0,001	0,34±0,01	64,2±1,06
Процесс развития			
Число побегов	1,3±0,2	3,87±0,41	67,0±0,17
Число листьев на осевом побеге	2,0±0,23	4,6 ±0,47	70,4±0,14
Общее число листьев на растении	2,7±0,28	8,4±0,88	67,0±0,16
Число узловых корней	0,6±0,12	3,9±0,41	62,6±0,18
Накопление биомассы растений			
Вес сухой массы одного растения, г:			
надземной	0,115±0,0009	0,682±0,112	75,4±1,36
подземной	0,112, ±0,028	0,322±0,016	55,4±2,47

3) средне влияющие — изменения в пределах 1,5—3-кратного отклонения от данных контроля.

4) сильно влияющие — изменения в пределах 3—6-кратного отклонения признака от данных контроля;

5) исключительно сильно влияющие — влияние фактора выходит за пределы 6-кратного отличия.

Влияние изучаемых экологических факторов может быть положительным и отрицательным в зависимости от того, к увеличению или уменьшению числовых показателей изучаемых признаков приведет воздействие определенного экологического фактора по сравнению с контролем.

Исходя из вышепринятых категорий, можно констатировать, что такой фактор, как орошение, оказывает слабое влияние на развитие зародышевых корней и осевого побега; среднее — на изменение длины стеблевых корней, увеличение ширины листьев, общего числа побегов и веса сухой подземной массы; сильное — на число боковых корней и вес надземной массы. Из всех показателей морфогенеза степень влияния орошения была наивысшей на процесс накопления надземной биомассы растения. Среднее ее количество на одно растение, благодаря применению орошения, выросло в 4,5 раза. Характерно, что вес корневой системы растений за этот же период увеличился только в 2,9 раза. В связи с этим необходимо от-

Таблица 61

Процент перезимовавших растений регнерии изменчивой при различной температуре перезимовки на глубине узла кущения

Фон	Минимальная температура, °С			В среднем по фону
	—16	—19	—40	
На богаре	100	100	85,8	95,3
При орошении	98,6	96,4	94,0	96,3
В среднем по температурному режиму	99,3	98,2	89,9	—

метить, что в богарном варианте в ювенильный период развития растений регнерии изменчивой соотношение сухого веса подземной массы к надземной выражалось как 1 : 0,15, т. е. могло характеризоваться как соотношение повышенной засухоустойчивости. В орошаемом же варианте оно выразилось как 1 : 2,1, выявляя снижение засухоустойчивости растений в предзимний период жизни.

Влияние орошения на изменение зимостойкости. Опыты показали исключительную зимостойкость растений регнерии изменчивой в условиях возделывания на пойменных землях р. Лены как при орошении, так и в условиях богары (табл. 61).

Как видно по данным дисперсионного анализа (табл. 62), из всех видов растений, изучаемых нами в различных уровнях влагообеспеченности, регнерия изменчивая — единственный вид, зимостойкость которого при орошении не изменяется. Низкие градации температур на зимостойкость регнерии изменчивой также сказываются незначительно (10,5%).

Таблица 62

Влияние изучаемых экологических факторов на перезимовку регнерии изменчивой (n=48), %

Фактор	Сила влияния	Вероятность
Влажность почвы	0	0
Минимальная температура почвы, °С	10,5	95
Взаимовлияние факторов	5,8	95
Случайные (неизученные) факторы	84,0	—

Влияние орошения и температурного режима перезимовки на продуктивность вида. Несмотря на то, что переход от мягкого режима перезимовки (—16°) к жесткому (—40°) сопровождался вымерзанием лишь незначительной доли растений регнерии изменчивой (4,6—14,2%), в условиях орошения урожай снизился на 21% (опыты в Покровске), или на 17,7 ц/га

Таблица 63

Урожай воздушно-сухой массы регнерии изменчивой на второй год жизни при различной температуре перезимовки на глубине узла кущения, г/м²

Фон	Минимальная температура перезимовки, °С			Средний по фону
	—16	—19	—40	
На богаре	900	980	930	965
При орошении	1080	1000	860	980
Средний по температурному режиму	1035	990	895	—

при достигнутой в этом варианте биологической урожайности в 86 ц/га (табл. 63).

Как показал дисперсионный анализ, в пределах изучаемых градаций сила влияния последействия орошения на урожай регнерии изменчивой была весьма незначительна (0,8%), в большей мере сказалась минимальная температура перезимовки (9%); сила же влияния не охваченных опытом факторов составила 87,3% (табл. 64).

Последействие орошения и морфогенез второго года жизни. Материалы опытов в Покровском стационаре по изучению влияния последействия орошения на морфогенез регнерии изменчивой на втором году ее жизни показали, что вид этот ростом и развитием каждого своего органа активно реагирует на изменение влагообеспеченности. В табл. 65 представлена динамика морфогенеза в пределах каждого из рассматриваемых вариантов влагообеспеченности. Растения на орошаемых вариантах к фазе цветения сильно раскустились, кустистость повысилась в 2,2 раза. Однако особенно остро прореагировал вид на орошение формированием репродуктивных побегов; под воздействием полива их число выросло более чем в 14 раз. Количество вегетативно-удлиненных побегов от последействия поливов практически не изменилось, а вегетативно-укороченных выросло в 5 раз. Это свидетельствует об определенных гарантиях в части

Таблица 64

Сила влияния изучаемых факторов на продуктивность регнерии изменчивой (n=48), %

Фактор	Сила влияния	Вероятность	НСР, г/м²
Орошение	0,8	>95	156
Минимальные температуры	9,0	>95	192
Взаимодействие изучаемых градаций	10,2	>95	192
Суммарное действие факторов . . .	12,7	>95	—
Случайные (неизученные) факторы . .	87,3	—	—
Частные различия между вариантами	—	95	234

Таблица 65

Влияние последействия орошения на морфогенез регнерии изменчивой во второй год жизни (n=30)

Биометрический показатель	На богаре			При орошении		
	14/VI—выход в трубку	11/VII—начало колошения	24/VII—цветение	14/VI—выход в трубку	11/VII—начало колошения	26/VII—цветение
Общее число побегов, шт.	9,0±0,91	—	6,8±0,82	10,3±1,00	8,8±0,59	15,4±1,45
В том числе:						
генеративных	0	—	0,6±0,09	0	2,3±0,27	8,6±0,37Т
вегетативно-удлиненных	7,2±0,73	—	6,0±0,87	7,8±0,50	3,8±0,50	5,8±0,46
вегетативно-укороченных	1,8±0,32	—	0,2±0,09	2,4±0,64	2,7±0,41	1,0±0,18
Общее количество листьев, шт.	26,3±2,65	—	29,1±3,24	30,9±2,10	24,7±1,37	63,5±0,57
Средняя высота растений, см	31,7±1,72	—	58,6±2,38	35,5±1,37	87,9±3,84	102,5±2,65
Высота побегов, см:						
генеративных	0	—	73,7±2,24	0	86,2±2,63	79,0±1,8
вегетативно-удлиненных	31,7±1,72	—	34,7±0,68	35,5±1,37	38,0±1,12	44,7±1,37
вегетативно-укороченных	13,0±0,71	—	5,2±0,22	7,8±0,97	16,8±1,17	8,5±0,54
Вес воздушно-сухой надземной массы, г	—	1,072±0,056	—	—	—	—
В том числе:						
листьев	—	0,491±0,032	—	—	—	—
стеблей	—	0,525±0,037	—	—	—	—
соцветий	—	0,084±0,008				
Средняя глубина проникновения корней, см. . . .	14,4 1,14	—	— 17,7±0,68	— 16,4±1,05	— 15,6±0,80	— 19,4±0,64
Вес воздушно-сухой основной массы корней, г	—	0,411±0,026				

Примечание. Тире — нет данных.

семенной продуктивности растений и на следующий год. Общее количество листьев на растении увеличилось в 2 с лишним раза.

На поливном варианте травостой выше, чем на богарном. При этом увеличение высоты меньше всего коснулось генеративных побегов (+7%). Больше всех увеличился рост вегетативно-укороченных побегов, которые по этому показателю приблизились к пастбищной спелости, а высота вегетативно-удлиненных побегов сделала их доступными не только для выпаса, но и для уборки роторными косилками.

Облиственность растений регнерии изменчивой в фазу начала колошения составляет 45,8% надземной биомассы, 48,9% падает на долю стеблей, 5,3% — на только что выходящие из листовых влагалищ колосья.

По фону полива наблюдалось незначительное (+10%) увеличение глубины проникновения корней в почву; к фазе цветения она достигла 19,4 см. Наряду с этим, сопоставляя вес надземной и подземной биомассы регнерии изменчивой (фаза колошения) в условиях богары, видим, что отношение подземной массы к надземной выглядит как 1 : 2,6, характеризуя вид как недостаточно засухоустойчивый.

Проведенные исследования позволяют впервые дать некоторую эколого-биологическую оценку перспективности возделывания недавно введенного в культуру вида применительно к условиям зоны вечной мерзлоты.

Регнерия изменчивая — злаковое многолетнее кормовое растение, пригодное для возделывания практически во всей зоне вечной мерзлоты (рис. 17).

1. В биологическом отношении она выделяется среди введенных в культуру многолетних трав скороспелостью, высокой зимостойкостью, мезофильностью, способностью в благоприятных условиях реализовать возможность продолжать кущение с весны до поздней осени.

2. Несмотря на то, что регнерия не вымерзает даже при температуре в —40° на глубине узла кущения, высевать ее лучше на утепленных снегом участках. В этом случае даже в условиях богары ее урожайность может достигать 93—99 ц/га сухой биологической массы.

3. В условиях орошения урожай регнерии изменчивой достигает 108 ц/га (при одновременном повышении облиственности растений).

4. Судя по облиственности, питательность зеленой массы регнерии изменчивой имеет два максимума: весенний и осенний. Осеннее повышение связано с усилением облиственности растений и молодых побегов в силу высокой интенсивности осеннего побегообразования.

5. Видимо, все неудачные попытки организовать семеноводство этого вида связаны (совхоз «Среднеканский» Магаданской области, Якутский НИИ сельского хозяйства) с попыткой

Рис. 17. Регнерия изменчивая в пойме р. Ола Магаданской области, 1971 г.

получить удовлетворительные урожаи в богарных условиях. Семеноводство регнерии изменчивой должно быть организовано исходя из ее эколого-биологических особенностей, т. е. предпочтительно на легких пойменных почвах и обязательно на орошаемых землях. Как упоминалось выше, при поливе по сравнению с богарой количество репродуктивных побегов у растения регнерии изменчивой увеличивается до 14 раз.

Житняк гребневидный (ширококолосый) — *Agropyron pectiniforme* R. et Schult.

Прохождение фенологических фаз на богаре и орошении. Опыты в Покровске с культурой житняка ширококолосого в условиях орошения и богары показали, что он очень отзывчив на послепосевное орошение. Так, если без орошения при посеве 28 июля он взошел только через 30, то при поливе — через 12 дней. Еще более ускоренно прошел период всходы — третий лист. Он сократился с 14 до 7 дней (табл. 66).

Таблица 66

Прохождение фенологических фаз житняком ширококолосым в год посева

Период развития	На богаре	При орошении	Разница, дни
Полные всходы, дата	27/VIII	9/VIII	
Посев — всходы, дни	30	12	18
Фаза 3-го листа, дата	10/IX	16/VIII	
Всходы — 3-й лист, дни	14	7	7
Кущение, дата	17/IX	25/VIII	
Всходы — кущение, дни	21	16	7

Примечание. Посев проведен 28/VIII 1974 г.

При поливе меньше времени потребовалось и на прохождение межфазного периода всходы — кущение (16 дней против 21 дня на богаре). Таким образом, если без полива от момента посева до кущения житняка прошло 49 дней, то при поливе только 27.

Орошение, глубина заделки семян, полевая всхожесть и выживаемость растений в ювенильный период. При специальном изучении влияния глубины заделки семян житняка ширококолосого на его всхожесть и выживаемость в условиях богары и орошения было выяснено, что в условиях богары (поверхностный посев, а также при заделке семян на 2 см) полевая всхожесть житняка практически одинакова (55,6—57,1%). Дальнейшее увеличение глубины заделки вело к снижению полевой всхожести, которая при глубине 6 см снизилась до 31,7% (табл. 67).

Таблица 67

Изменение полевой всхожести и выживаемости житняка ширококолосого под влиянием орошения и различной глубины заделки семян на мерзлотных черноземно-луговых почвах, %

Показатель влагообеспеченности	Глубина заделки семян, см			
	0	2	4	6
Полевая всхожесть				
На богаре	55,6	57,1	51,1	31,7
На поливе	46,3	56,4	43,1	29,0
Разница	—9,3	—0,7	—8,0	—2,7
Выживаемость (период всходы — начало кущения)				
На богаре	99,5	94,5	89,0	85,5
На поливе	91,8	82,2	71,5	67,0
Разница	—7,7	—12,3	—17,5	—18,5

Опыт показал, что при всех глубинах посева семян в условиях орошения, полевая всхожесть была ниже, чем на богаре, видимо, потому, что полив спровоцировал семена к прорастанию, а последующая почвенная корка вызвала подсыхание проростков до уровня необратимых процессов.

Орошение и морфогенез ювенильного периода. В Покровске житняк при посеве 28 июня показал себя как достаточно быстро развивающийся в год посева злак. К завершению вегетации высота его побегов достигла на богаре 11,2, а на поливе 13,1 см, что практически не уступает росту житняка в весенних посевах Новосибирской области, где в первый год жизни он достигает 8—15 см (Макарова, 1965). На первом году жизни на полив житняк реагирует несколько вяло.

Наибольшее влияние орошения (60%) проявилось у него в накоплении сухого вещества надземной массы (в 3,3 раза). Оказалась она высокой и для такого биометрического показателя, как ширина листьев (77,4%). Листья в орошаемом варианте были в 2 раза шире, чем на богаре. В то же время растения абсолютно не прореагировали на орошение удлинением листьев. Положительно они отозвались на орошение ростом числа (210%) и удлинением боковых и зародышевых корней (127—129%), увеличением числа побегов (180%) и листьев на растении. Выяснилось, что житняк ширококолосый способен при посеве на богаре довольствоваться меньшим, чем, скажем, регнерия изменчивая (табл. 68). Если в богарных условиях за этот же период в среднем у каждого растения житняка имелось по 1,9 бокового корня, то у регнерии изменчивой только по 0,6. Иными словами, не все особи к этому времени развили настоящие боковые корни, некоторые существовали еще за счет зародышевых. Только в условиях полива у этих видов показатели стали одинаковы (каждое растение имело по 3,4—4 корня). При посеве житняка на богаре весовое соотношение сухой органической массы корневой и наземной части было 1 : 1,6, на поливе оно выросло до 1 : 3,5. Такое размещение вегетативной массы в этот период жизни не характеризует житняк ширококолосый как ксерофитный тип растения, который чаще всего представлен травами. У них вес корневой системы в несколько раз превышает вес надземной массы (Максимов, 1948).

Глубина заделки семян и морфогенез. Поверхностно посеянные семена житняка ширококолосого из числа выживших заложили узел кущения почти на 1 см ниже поверхности почвы. При посеве на глубины в 2 и 4 см узел кущения растения закладывали практически на глубине заделки семян (табл. 69).

Однако при заделке семян на глубину 6 см узел кущения был заложен в 3,1 см от поверхности почвы. Вместе с увеличением глубины заделки семян и некоторым заглублением узла кущения корневая система житняка проникала в более глубо-

Таблица 68

Влияние орошения на морфогенез житняка ширококолосого в ювенильный период (посев 1973 г.)

Показатель	На богаре	При орошении	Сила влияния, %
Процесс роста			
Длина осевого побега, см	11,2±0,04	13,1±0,02	23,6±0,40
Максимальная длина корней, см:			
зародышевых	7,0±0,09	8,9±0,09	7,6±0,51
узловых	5,7±0,01	7,4±0,03	13,6±0,48
Наибольшие параметры листьев, см:			
длина	8,4±0,10	8,3±0,09	60,4±0,22
ширина	0,2±0,03	0,4±0,12	77,4±0,13
Процесс развития			
Число побегов	1,8±0,21	3,31±0,37	33,7±0,37
Число листьев на осевом побеге	3,7±0,42	4,0±0,40	1,6±0,50
Общее число листьев на растении	4,1±0,47	7,0±0,76	28,7±0,40
Число узловых корней	1,9±0,23	4,12±0,45	23,2±0,43
Накопление массы			
Вес сухой массы одного растения, г:			
надземной	0,195±0,016	0,646±0,035	60,0±2,50
подземной	0,124±0,006	0,186±0,024	26,6±4,58

Таблица 69

Влияние глубины заделки семян житняка ширококолосого на морфогенез ювенильного периода

Показатель	Глубина заделки семян, см			
	0	2	4	6
Длина этиолированной части побега, см	0,9	1,9	3,4	4,3
Глубина закладки узла кущения, см	0,9	1,9	3,1	3,7
Максимальная длина корней, см	4,7	4,6	5,1	5,0
Число корней:				
зародышевых	2,0	3,0	3,3	3,2
узловых	1,3	0,5	0,4	2,8
Число листьев	2,0	2,5	2,5	2,4
Длина листьев, см:				
первого	5,2	6,2	8,2	6,6
второго	2,6	7,0	8,7	8,9

кие слои почвы. При поверхностной заделке она достигла глубины 5,6 см, при заделке на 2 и 4 см — соответственно 6,5 и 8,2 см, а при глубине заделки 6 см — 8,7 см.

Максимальное количество зародышевых стеблей насчитывалось при глубине заделки семян на 4 и 6 см, а боковых при посеве на 2 и 4 см. При этой же глубине заделки семян на растениях образовалось наибольшее количество листьев. С увеличением глубины заделки семян до определенного предела увеличивается длина первого и второго листа.

Влияние орошения на изменение зимостойкости. Опыты в Покровске позволяют дать оценку зимостойкости житняка ширококолосого в различных условиях температуры перезимовки и влагообеспеченности. Житняк во всех ранних, выше упомянутых и современных источниках (Ларин, 1969, Козырев, 1974, Дубинин, 1974) характеризуется как злаковое кормовое растение рекордной зимостойкости (табл. 70).

В условиях богары при режиме перезимовки, обеспечивающем температуру — 19° на глубине узла кущения, выживаемость его практически 100%, однако при температуре —40° вымерзает более половины растений. В условиях орошения зимостойкость житняка еще более снижается и в пределе, ограниченном температурой —19°, перезимовавшие растения составляют 75—78, а при —40° — 34%. Видимо, репутация высокозимостойкого вида сложилась у житняка ширококолосого в районах, где температура почвы на глубине узла кущения не опускается до —40°. Кроме того, житняк, будучи нередко по своему произрастанию приуроченным к засоленным почвам и обладая высокой сосущей силой, может с успехом использовать засоленность для повышения концентрации клеточного сока в своих органах до уровня, необходимого для успешной перезимовки. При посеве же в нашем опыте на незасоленном участке Ленской поймы растения житняка не имели возможности воспользоваться этим средством защиты (табл. 71).

Из двух изучаемых экологических факторов на первом месте стоит сила влияния температуры (30,1%); сила влияния влажности составляет лишь 13%. Но суммарное действие этих факторов оказывается решающим, так как на долю невыявленных случайных факторов приходится 29,2%.

Таблица 70

Процент перезимовавших растений житняка ширококолосого при различной температуре перезимовки на глубине узла кущения, °С

Фон	Минимальная температура			В среднем по фону
	—16	—19	—40	
На богаре	99,5	100	46,2	81,9
При орошении	75,0	78,4	34,0	62,5
В среднем по температурному режиму.	87,3	89,2	40,1	—

Видимо, нет большой нужды экспериментально расчленять этот комплекс на слагающие, чтобы выявить регулируемые человеком факторы для повышения зимостойкости житняка ширококолосого. Само наличие в изучаемой популяции высокой доли зимостойких особей свидетельствует о возможности создать сорта житняка рекордной зимостойкости.

Таблица 71

Влияние изучаемых экологических факторов на перезимовку житняка ширококолосого (n=48), %

Факторы	Сила влияния	Вероятность
Влажность почвы	13,0	99,9
Минимальная температура почвы	30,1	99,9
Взаимовлияние факторов . . .	27,6	99,9
Суммарное действие факторов	70,8	99,9
Случайные (неизученные) факторы.	29,2	—

Последействие орошения и морфогенез второго года. Опыты в Покровске позволили сопоставить, как меняются морфологические показатели органов растения при переходе растений житняка ширококолосого от фазы начала колошения к фазе цветения на фоне богарного возделывания и последействия орошения прошлого года, т. е. в первый год жизни трав.

Прежде всего при переходе к этой фазе у растений в орошаемом варианте почти прекращалось побегообразование (+14%), на богаре оно продолжалось (число побегов за это время увеличилось в среднем на одно растение на 42%). Одновременно орошение положительно сказалось на формировании генеративных побегов (табл. 72). Если на богарном варианте к моменту цветения растений количество генеративных побегов составляло 5% общего числа побегов, то при орошении на долю генеративных побегов приходилось 28%. Перераспределение это произошло за счет перехода в репродуктивные части вегетативно-удлиненных побегов. Сами они пополнились за счет вегетативно-укороченных. Следует отметить, что доля репродуктивных побегов у растений житняка в наших опытах была значительно ниже (28%), чем обычно в районах традиционного земледелия, где на долю их падает до 80% общего числа побегов (Макарова, 1965).

Вегетативно-укороченные побеги в отличие от всех остальных по своему долевому участию в орошаемом и богарном стеблестое практически не отличались. В фазе начала колошения они составляли 37—46% общего числа побегов, а в период цветения — только 3—4%.

Таблица 72

Влияние последействия орошения на морфогенез житняка ширококолосого во второй год жизни (n=30), %

Биометрический показатель	На богаре		При орошении	
	11/VII—начало колошения	1/VIII—цветение	11/VII—начало колошения	1/VIII—цветение
Общее число побегов	5,4±0,47	7,7±0,55	8,4±0,73	9,6±0,87
В том числе:				
генеративных . . .	0,4±0,09	0,4±0,14	3,0±0,23	2,7±0,46
вегетативно-удлиненных	2,5±0,24	7,0±0,68	2,6±0,50	6,6±0,68
вегетативно-укороченных	2,5±0,09	0,3±0,27	3,3±0,37	0,3±0,09
Общее количество листьев, шт. . . .	17,4±1,56	44,8±3,02	22,5±1,45	35,0±3,92
Средняя высота растения, см	45,8±2,08	63,3±1,80	62,6±2,15	68,9±1,96
Высота побегов, см:				
генеративных . . .	46,1±1,70	60,0±1,73	60,0±1,48	60,5±1,17
вегетативно-удлиненных	34,0±1,30	40,1±0,72	24,0±1,40	39,7±0,85
вегетативно-укороченных	18,7±0,62	6,0±0,35	11,7±0,53	6,7±1,25
Воздушно-сухой вес надземной масы, г	0,666±0,077	1,348	1,440±0,176	2,091
В том числе:				
листьев	0,196±0,018	0,471	0,201±0,016	0,551
стеблей	0,445±0,057	0,790	1,002±0,106	1,262
соцветий	0,24±0,029	0,087	0,236±0,039	0,278
Средняя глубина проникновения корней, см	12,7±0,45	13,4±0,64	14,5±0,47	15,4±0,41
Воздушно-сухой вес основной массы корней, г	0,193±0,019	0,283	0,426±0,037	0,481

По общему числу листьев в среднем на одно растение к периоду цветения на первое место вышел богарный вариант. Характерно, что в нем количество листьев в пересчете на одно растение при переходе от начала колошения к цветению резко выросло (в 2,5 раза); на поливе — в 1,5 раза.

Заторможенность процессов роста после начала колошения у растений на орошаемом варианте по сравнению с богарным наблюдалась и по другим показателям. Например, если средняя высота растений при переходе от одной фенофазы к другой на

богаре увеличилась на 38%, то на поливе только на 10%. Причем, если на богаре за это время репродуктивные органы выросли на 30%, то в орошаемом режиме рост этих побегов вообще прекратился. Наряду с этим хорошо заметно, что в условиях орошения увеличился прирост вегетативно-удлиненных побегов в высоту, составив 165%, на богаре — 117%. В то же время в абсолютных величинах количество вегетативно-укороченных побегов, именно тех побегов, которые в фазе цветения могут служить биологической основой для прогнозирования урожайности следующего года жизни, в среднем на одно растение в обоих вариантах было одинаковым (6—6,7), лишь немногим отличаясь в пользу орошаемого варианта. Это свидетельствует о завершении периода последействия орошения, так как условия увлажнения по вариантам к этому времени практически выравнялись.

Торможение процессов роста в орошаемом варианте при переходе от начала колошения к цветению выражается и в том, что средний вес воздушно-сухой массы на одно растение на богарном варианте вырос за это время в 2, а на поливе только в 1,4 раза. Выравнялись по исследуемым вариантам темпы заглубления корневой системы растений за рассматриваемый отрезок времени (5—6%).

Облиственность растений как показатель фотосинтетической деятельности и кормовой ценности к фазе цветения была выше у богарного варианта (34%), в то время как на поливе равнялась 26%. Видимо, одна из причин такого, на первый взгляд, порадоксального обстоятельства на поливе — значительное увеличение доли генеративных побегов с их мощными стеблями и соцветиями. В это же время у житняка ширококолосого при переходе от фазы начала колошения к цветению удельный вес стеблей в надземной вегетативной массе ниже удельного веса листьев; на богаре доля стеблей за этот период выросла в 1,7, листьев в 2,3 раза. Аналогичное положение и при орошении, где наблюдается рост доли стеблей в 1,2, а листьев в 2,7 раза.

Таким образом, средняя глубина проникновения в почву корневой системы житняка ширококолосого к моменту цветения растений на богарном и поливном варианте практически выровнялась. Видимо, это признак того, что период физического и биологического последействия поливов прошлого года на почву и растения житняка завершился.

Для культуры житняка второго года жизни в условиях богары соотношение веса воздушно-сухой подземной биомассы к надземной в фазу начала колошения составляет 1 : 3,5, для фазы цветения — 1 : 4,8, в условиях полива соответственно 1 : 3,4 и 1 : 4,3.

Полученные данные несколько неожиданны. Дело в том, что как указывал в свое время И. В. Ларин (1950), в настоящее время еще нет достаточно проверенных данных о соотношении

Таблица 73

Урожай воздушно-сухой массы житняка ширококолосого на второй год жизни при различной температуре перезимовки на глубине узла кущения, г/м²

Фон	Минимальная температура перезимовки, °С			Средний по фону
	—16	—19	—40	
На богаре	560	640	330	510
При орошении	470	570	190	410
Средний по температурному режиму	515	605	260	410

урожая надземной и подземной части растений этого вида. Там же дается критическая интерпретация результата опыта на Камышинской опытной станции. Результаты его свидетельствовали о том, что отношение подземной части массы к надземной 1 : 1,6. По этому поводу И. В. Ларин пишет: «. . . Известно, что в условиях лесной зоны для большинства многолетних трав отношение это близко к 1, а по мере движения на юг корней становится больше, поэтому указанное выше отношение вряд ли надо считать нормальным» (с. 452).

Аналогичное, но еще более смещенное от принятого распределения корневой и надземной массы получаем при посеве житняка и на мерзлотных почвах. Наблюдалось такое явление у других видов многолетних трав, так что потребуется новый дополнительный сбор материала для изучения данного явления, которое мы связываем со специфичностью температурного режима почвы и приземного слоя воздуха зоны мерзлоты и биологической реакцией вида на необычность экологии интродуцентов.

Влияние орошения и температурного режима перезимовки на продуктивность вида. В Покровском опыте при изучении силы влияния орошения и температурного режима перезимовки житняка ширококолосого нами были получены следующие данные (табл. 73). Проведение дисперсионного анализа выявило (табл. 74), что сила влияния орошения на продуктивность био-

Таблица 74

Влияние изучаемых экологических факторов на продуктивность житняка ширококолосого (n=48), %

Фактор	Сила влияния	Вероятность	НСР, г/м²
Орошение	1,0	95,0	184
Низкие температуры почвы	13,9±3,8	95,0	223
Взаимодействие изучаемых факторов . . .	17,6±3,9	95,0	223
Суммарное действие факторов	18,5±0,9	99,9	—
Случайные (неизученные) факторы	81,5	—	—

Рис. 18. Житняк ширококолосый на селекционном питомнике в пойме р. Ола, 1971 г. *Фото Г. В. Денисова.*

массы житняка ширококолосого ничтожна, она равна 1% и представляет, скорее, теоретический интерес. Сила влияния низких температур на продуктивность житняка ширококолосого достигает 13,9%. Взаимодействие изучаемых градаций довольно высокое — 17,6%.

Как выявил эксперимент, с точки зрения эколого-биологической изученности, житняк ширококолосый — объект больших потенциальных возможностей, поскольку на долю влияния случайных, не изученных факторов у житняка остается 81,1%. Выявив эти факторы и управляя ими с помощью все более действенных методов агроэкологии, можно значительно повысить продуктивность этой кормовой культуры. Решение такой задачи имеет большой теоретический и практический интерес (рис. 18).

Одновременно нами в первом приближении установлены пределы биологической продуктивности посевов житняка ширококолосого. Учитывая разность уровня агротехники в опытах и производственных посевах, продуктивность эту можно на ближайшие несколько лет принять за потенциально возможную.

Для пойменных земель р. Лены, в границах рассматриваемого региона с температурным режимом почвы, близким к —40°, биологическая продуктивность житняка 19—33 ц/га, что равноценно хозяйственному урожаю в 13—23 ц сена с гектара. На пойменных почвах, утепленных достаточно высоким снежным покровом до уровня первых двух температурных градаций, хозяйственный урожай житняка может варьировать от 33 до 44 ц/га.

Принимая во внимание, что житняк ширококолосый отличается самым ранним весенним отрастанием из всех рассмотренных нами злаков, высокой питательностью зеленой массы в период, предшествующий выбрасыванию колоса, высокой отавностью, а также рекордной сопротивляемостью дернины житняка к вытаптыванию животными и смыву паводковыми водами, целесообразно создать в Центральной Якутии на пойменных землях р. Лены долговременные культурные пастбища с участием в составе высеваемых здесь пастбищно-сенокосных травосмесей житняка ширококолосого.

Арктагростис широколистный —
Arctagrostis latifolia (B. Br.) Griseb.

Распространен в бассейнах рек Оленек, Яна, Индигирка, Колыма (Усанова, Перфильева, 1966). Арктагростис — ценный корм для северного оленя и тебенюющих лошадей.

При спуске термокарстовых озер в бассейне р. Анадырь на участках оголенного дна, где преобладают не сапропелевые элементы, а супесчаные обогащенные мелкоземы, в процессе самозалужения зарастание начинается не с крестовника полярного или арктофилы рыжеватой, как обычно, а с одиночно стоящих растений арктагростиса.

В 1969 г. Магаданским областным управлением сельского хозяйства в районе г. Анадыря (Чукотка) были спущены три озера (Великое, Песчаное, Гагарье) площадью до 800 га (рис. 19). На их дне растения арктагростиса широколистного образовали изреженные колонии одиночного стояния, позволившие отобрать по комплексу признаков наиболее продуктивные формы (рис. 20).

Для оценки кормовой продуктивности арктагростиса широколистного в 1971 г. на оз. Гагарьем было заложено видоиспы-

Рис. 19. Дно спущенного термокарстового оз. Гагарье в Анадырской тундре (Чукотка). Начало процесса самозалужения, 1969 г. *Фото Г. В. Денисова.*

тание многолетних трав. Площадь делянок 450 м², повторность 4-кратная. Перед посевом трав были внесены минеральные удобрения, почва обрабатывалась дисковой бороной. После посева (12 июля) — прикатывалась. В этот период в поверхностном 5-сантиметровом слое наблюдалась засуха, что отрицательно сказалось на полноте всходов высеянных трав. Последующие годы также были засушливыми, осадков выпадало меньше многолетней нормы. В 1971—1973 гг. в основные месяцы вегетации многолетних трав (июнь, июль и август) среднедекадная температура воздуха была не ниже 3,5° и не поднималась выше 11,2°. Минимальная температура в период первой перезимовки опускалась до —45°, во вторую — до 40°. Июль 1972 г. был обеспечен осадками на 76%; 39% нормы осадков выпало в июле 1973 г. Переход через устойчивую среднесуточную температуру воздуха выше 5° в первый год наблюдался на 7 и в последующие два года на 10 дней позже. Сумма активных температур выше 5° в 1973 г. была на 63° меньше обычного. Минимальная температура в первую перезимовку трав составила —40 и во вторую —45°. Иными словами, агрометеорологические показатели трех лет были ниже средних многолетних. Посеянные 12 июля травы начали всходить через 13 дней. Взошедшие растения всех видов, кроме канареечника, вошли в зиму в фазе начала кущения. Хорошо раскустились к 3 октября арктагростис широколистный, бекмания восточная, лисохвост луговой.

Лучше всех первую и последующую зимы перенесли арктагростис широколистный, волоснец сибирский, бекмания восточная, сохранив 95—100% растений.

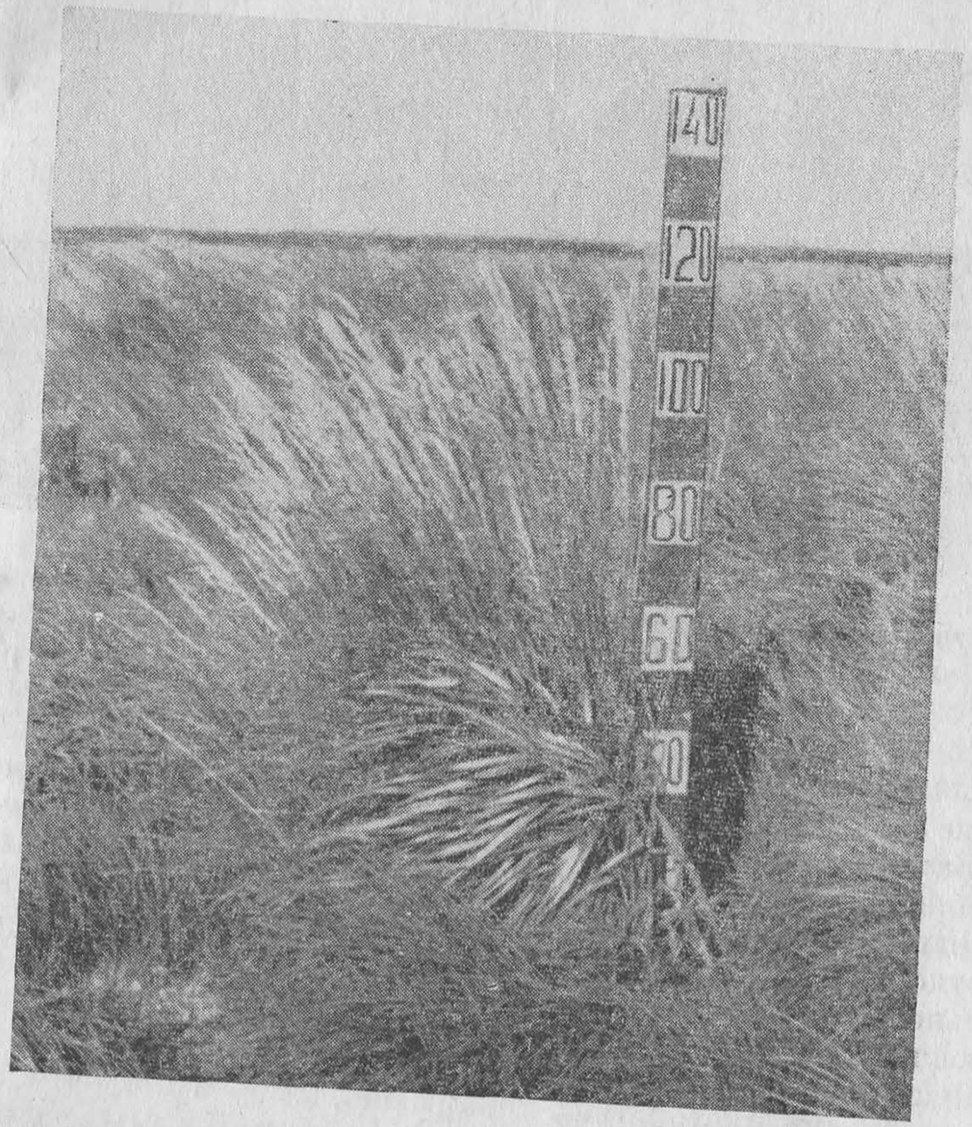


Рис. 20. Арктагростис широколистный при самозалужении спущенного термокарстового оз. Гагарье в Анадырской тундре на четвертый год после осушения, 1972 г. *Фото Г. В. Денисова.*

Изучение продуктивности многолетних трав показало (Денисов, Швирст, 1973; Швирст, 1974), что на третьем году жизни в фазу цветения наивысший урожай (72,3 ц/га сена) дал арктагростис широколистный (табл. 75). Даже если допустить, что в процессе дальнейших исследований он не превысит рекордных урожаев волоснеца сибирского, а даст равный ему, то и тогда арктагростис широколистный имеет несколько неоспоримых перед волоснецом преимуществ. Он обеспечивает пастбищную и сенокосную спелость в сроки более ранние, чем волоснец. В условиях Анадырского района дает хороший урожай семян высоких кондиций (всхожесть достигает 70—85%). Кроме того, семена арктагростиса отличаются высокой сыпучестью и в отличие от семян волоснеца, поэтому процесс посева не связан с дополнительными сложностями.

Таблица 75

Накопление сухой массы многолетних трав, ц/га

Вид	1972 г.			1973 г.			В среднем за 2 года в фазу цветения
	выход в трубку	колошение	цветение	выход в трубку	колошение	цветение	
Волоснец (клинелимус) сибирский	14,2	23,0	51,1	26,6	51,0	61,5	56,3
Арктагростис широколистный	23,7	—	—	35,7	62,3	72,3	—
Лисохвост луговой	17,8	29,4	48,0	—	—	—	—

Судя по некоторым показателям, питательность арктагростиса широколистного в одних и тех же условиях должна быть выше, чем у других трав. Это объясняется тем, что на второй и третий год жизни он отличался рекордным количеством вегетативно-удлиненных побегов. На третий год жизни к моменту уборки урожая (16 августа) облиственность волоснеца сибирского составляла 25, а арктагростиса 54%. Сказалось это и на обводненности зеленой массы растений: у волоснеца — 61,8, а у арктагростиса — 71,4%.

Некоторые представления о питательной ценности арктагростиса широколистного получены на Чукотской сельскохозяйственной опытной станции М. Г. Соукуп и В. С. Тарховым (1962) при анализе растений местной флоры (табл. 76).

Арктагростис широколистный выделяется даже среди таких ценных в кормовом отношении злаков, как вейник Лангсдорфа и арктофила рыжеватая. В нем меньше клетчатки, а протеина в фазу колошения больше, чем у арктофилы рыжеватой.

Таблица 76

Химический состав некоторых растений Чукотки, % на абс. сухое вещество

Фаза	Протеин	Клетчатка	Кальций (Ca)	Фосфор (P)	Отношение Ca/P
Арктагростис широколистный					
Колошение	21,1	23,5	0,251	0,468	0,5
Образование семян . . .	15,9	34,0	0,443	0,346	1,4
Вейник Лангсдорфа					
Начало колошения	16,3	29,9	0,332	0,410	0,8
Образование семян . . .	13,3	38,0	0,607	0,204	3,0
Арктофила рыжеватая					
До колошения	25,6	29,8	0,431	0,305	1,4
Колошение	13,6	33,7	0,484	0,343	1,5

Таблица 77

Прохождение фенологических фаз арктагростисом широколистным при орошении и на богаре в год посева

Фазы, межфазный период	На богаре	При орошении	Разница
Всходы, дата	30/VIII	15/VIII	—
Посев — всходы, дни	33	18	15
Фаза 3-го листа, дата	—	28/VIII	—
Всходы — 3-й лист, дни	—	13	—
Фаза кущения, дата	—	30/VIII	—
Всходы — кущение, дата	—	15	—

Примечание. Посев проведен 28/VII 1975 г.

Особенности роста и развития арктагростиса широколистного в условиях богары и орошения. Это растение очень отзывчиво на орошение в послепосевной период (табл. 77).

Если на богаре всходы арктагростиса появились только на 33-й день, а в зиму он ушел, не достигнув фазы 3-го листа и не раскустившись, то в условиях полива через 18 дней после посева он дал полные всходы, а еще через 15 дней раскустился.

Таблица 78

Влияние орошения на морфогенез арктагростиса широколистного в ювенильный период (посев 1973 г.)

Показатель	На богаре	При орошении	Сила влияния, %
Процессы роста			
Длина осевого побега, см	2,4±0,009	3,4±0,10	25,5±0,40
Максимальная длина корней, см:			
зародышевых	2,7±0,10	7,3±0,04	61,2±0,20
узловых	0	4,3±0,27	54,1±0,24
Наибольшие параметры листьев, см:			
длина	1,9±0,010	3,62±0,05	57,4±0,38
ширина	0,05±0,005	0,42±0,04	79,8±1,27
Процессы развития			
Число побегов	1,01±0,10	2,7±0,30	46,0±0,29
Листья на осевом побеге, шт.	2,12±0,23	4,7±0,49	63,4±0,20
Общее число листьев на растении	2,12±0,23	5,9±0,65	20,4±0,42
Узловые корни, шт.	0	3,3±0,38	57,7±0,22
Накопление биомассы растений			
Вес воздушно-сухой массы одного растения, г:			
надземной		0,079±0,014	75,5±1,44
подземной	0,006±0	0,110±0,36	23,8±4,48

Таблица 79

Процент перезимовавших растений при различной температуре перезимовки на глубине узла кущения

Фон	Минимальная температура, °С			В среднем по фону
	—16	—19	—40	
На богаре	92,5	94,2	39,4	75,4
При орошении	98,8	94,6	94,0	95,8
В среднем по температурному режиму	95,7	94,4	66,2	—

Нужно сказать, что хотя арктагростис широколистный и хорошо отозвался на полив, в обоих условиях увлажнения рост и развитие на втором году жизни у него были весьма замедленны, даже по высоте он заметно отставал от всех других видов трав.

Наибольшую силу влияния, по данным дисперсионного анализа, орошение оказало на прирост надземной массы (75%), развитие зародышевых корешков (63,4%), число боковых корней (53,7%). При этом поливы очень слабо повлияли на увеличение веса подземной массы (23,8%; табл. 78).

Из наблюдений в природе известно, что арктагростис приурочен к условиям, достаточно хорошо защищенным от зимнего понижения температур, к тому же ко второму году опыта стало ясно, что в засушливых условиях Центральной Якутии возделывание его без полива неперспективно, поэтому полученные данные имели для нас большой интерес (табл. 79, 80).

Оказалось, что при —40° в почве арктагростис вымерзал более чем на 60% и, видимо, не столько в силу генетической обусловленности этого температурного предела, сколько от

Таблица 80

Влияние изучаемых экологических факторов на перезимовку арктагростиса широколистного (n=48), %

Фактор	Сила влияния	Вероятность
Влажность почвы	17,6	99,9
Минимальная температура почвы	64,2	99,9
Взаимовлияние факторов	—	—
Суммарное действие факторов	69,0	99,9
Случайные (неизученные) факторы	31,0	—

Таблица 81

Влияние последействия орошения на морфогенез арктагростиса широколистного во второй год жизни (n=30)

Биометрический показатель	На богаре			При орошении		
	14/VI—выход в трубку	начало колошения	2/VIII—цветение	14/VI—выход в трубку	11/VIII—начало колошения	цветение
Общее число побегов	6,05±0,89	—	11,7±1,00	9,6±0,64	9,0±0,73	7,3±0,73
В том числе:						
генеративных	0	—	0	0	0,2±0,04	0,3±0,05
вегетативно-удлиненных	0	—	4,3±0,64	6,0±0,37	3,3±0,18	4,2±0,36
вегетативно-укороченных	6,05±0,89	—	7,4±0,73	3,6±0,64	5,5±0,69	2,8±0,55
Общее количество листьев, шт.	14±1,28	—	20,4±0,91	33,1±2,60	29,9±1,46	23,5±3,15
Средняя высота растения, см	6,3±0,42	—	38,8±1,32	18,4±0,97	39,6±1,91	57,5±2,37
Высота побегов, см:						
генеративных	0	—	0	0	51,0±4,04	52,5±4,75
вегетативно-удлиненных	0	—	26,9±0,98	18,4±0,97	36,5±0,90	38,0±1,18
вегетативно-укороченных	6,3±0,42	—	2,3±0,23	10,2±1,43	17,6±0,61	8,6±1,12
Вес воздушно-сухой надземной массы, г	0,036±0,006	0,441	—	0,372±0,044	0,760±0,057	—
В том числе:						
листьев	0,028±0,004	0,242	—	0,231±0,025	0,355±0,027	—
стеблей	0,008±0,001	0,199	—	0,141±0,019	0,405±0,038	—
соцветий	0	—	—	0		
Средняя глубина проникновения корней, см	4,8±0,38	—	10,3±0,68	9,6±0,38	11,3±0,64	9,5±0,68
Вес воздушно-сухой основной массы корней, г	0,028±0,004	0,186	—	0,084±0,009	0,246±0,04	—

Таблица 82

Урожай воздушно-сухой массы арктагростиса широколистного на второй год жизни на глубине узла кущения, г/м²

Фон	Минимальная температура перезимовки, °С			Средний по фону
	−16	−19	−40	
На богаре	10	0	0	3,3
При орошении	300	123	275	233
Средний по температурному режиму	155	61,5	137,5	—

того, что в богарном варианте растения его вошли в зиму, не развив листового аппарата и не раскустившись. В условиях же орошения (где арктагростис раскустился в 2,7 раза лучше, чем на богаре), даже на самом низком температурном пределе, он проявил себя как рекордноизмостойкий злак. Однако, как показал дисперсионный анализ, наибольшую силу влияния (64,2%) в комплексе экологических факторов имела все же минимальная температура перезимовки и гораздо меньшую (17,6%) — влажность почвы.

На следующий год последействия орошения заметной разницы по морфологическим показателям изучаемых вариантов, как это было, например, у других видов многолетних трав, не наблюдалось. Видимо, последействие не обеспечило оптимального уровня увлажнения. Общее число побегов на богаре выросло с фазы выхода в трубку до фазы цветения в 1,9 раза,

Таблица 83

Влияние изучаемых экологических факторов на продуктивность арктагростиса широколистного (n=48),%

Фактор	Сила влияния	Вероятность	НСР, г/м²
Орошение	28,5±1,5	99,9	144
Минимальные температуры	4,9±3,1	95,0	133
Взаимодействие изучаемых факторов	6,6±3,7	95,0	133
Суммарное действие факторов	35,0±0,8	99,0	—
Случайные (неизученные) факторы	65,0	—	—
Частные различия между вариантами	—	95,0	130

в условиях поливного варианта число их практически оказалось без изменений (табл. 81). Правда, заметно прореагировали удлинением вегетативные побеги, превысив по этому показателю богарный вариант на 41%. В фазу начала колошения на орошаемом варианте увеличился и вес воздушно-сухой массы (+72%). Но если судить по органам, которые являются «переходящим заделом» под успешное развитие и рост в последующем году, то на неорошаемом варианте видны следы депрессивного воздействия недостаточности увлажнения. Так, у растений на орошаемом варианте было в 2,6 раза меньше, чем на богарном, вегетативно-укороченных побегов и на 28% меньше побегов в фазу выхода в трубку.

Изучение влияния орошения и различных режимов температур на биологическую продуктивность арктагростиса широколистного показало (табл. 82), что решающую роль в его продуктивности играют не низкие температуры, а орошение, сила влияния которого составила 28,9%. При этом надо иметь в виду, что рассматривается не прямое влияние орошения, а косвенное в виде его последействия (табл. 83).

В связи с ценными биологическими и кормовыми достоинствами арктагростис широколистный — весьма перспективный вид для введения в культуру в качестве сенокосно-пастбищного растения. Особенно перспективен он в зоне вечной мерзлоты, благодаря своей особой скороспелости и высокой семенной продуктивности. Однако возделываться в зоне недостаточного увлажнения он должен исключительно в условиях орошения, так как в противном случае не обеспечит хозяйственно-ценного урожая.

ЛИТЕРАТУРА

Астанов С. В., Долгов С. И. Определение влажности устойчивого завядания растений.— В кн.: Почвенная съемка. М., 1959, с. 210—215.

Браун Д. Методы исследования и учета растительности. М., 1957. 315 с.

Головных Ф. И., Конников Е. Д., Щербаков Л. И. Экономическая эффективность сельскохозяйственного производства в совхозах и колхозах Якутской АССР. Якутск, 1970. 175 с.

Головных Ф. И. Краткая характеристика природных и экономических условий Якутской АССР. Якутск, 1968, с. 8—69.

Городков Б. Н. Вечная мерзлота в Северном крае.— «Труды СОПС АН СССР», Л., 1932, вып. 1.

Денисов Г. В. Первые опыты возделывания многолетних трав на Колыме.— «Труды Магаданского зонального НИИ сельского хозяйства» Магадан, 1970, вып. 1, с. 201—209.

Денисов Г. В. Заботы магаданцев.— «Земля Сибирская дальневосточная», 1973, № 5, с. 43—45.

Денисов Г. В. Швирст А. Т. Сено со дна озера.— «Сельское хозяйство России», 1973, с. 25—26.

Денисов Г. В., Нетребов В. П. Многолетние травы в Магаданской области.— «Корма», 1974, № 3, с. 44—45.

Егоров А. Д. Химический состав кормовых растений Якутии. М., 1960. 215 с.

Еловская Л. Г., Коноровский А. К., Саввинов Д. Д. Мерзлотные засоленные почвы Центральной Якутии. М., 1966. 271 с.

Ивановский А. И. Особенности развития культурных растений на Крайнем Севере.— В кн.: Достижения по растениеводству. М., 1959, с. 5—38.

Коваль С. Ф. К физиологии регулирования глубины кущения у злаков. Автореф. канд. дис. Новосибирск, 1970. 17 с.

Коваль С. Ф. К познанию факторов, определяющих глубину залегания узла кущения у злаков.— В кн.: Физиологические механизмы адаптации и устойчивости у растений. Новосибирск, 1972, с. 216—228.

Кормовые растения сенокосов и пастбищ Т. I. М.—Л., 1950. 580 с.

Коровин А. И., Дохунаев В. Н. Некоторые данные о корневых системах растений в районе г. Якутска.— «Учен. зап. Якутского пед. ин-та», 1954.

Куперман Ф. М. Морфофизиология растений. Изд. 2-е. М., 1973. 254 с.

Ларин И. В., Агабабян Ш. М., Работнов Т. А., Любская А. Ф., Харина В. К., Касименко М. А., Говорухин В. С., Зафрен С. Я. Злаки.— В кн.: Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР. М.—Л., 1950, с. 155—519.

Ларин И. В. Луговодство и пастбищное хозяйство. М., 1969. 485 с.

Методика опытных работ на сенокосах и пастбищах. М., 1961. 287 с.

Митропольский А. К. Техника статистических вычислений. М., 1961.

Мойсюк Б. Н. Упрощенный метод математической обработки данных, полученных пассивным экспериментом. Планирование эксперимента. М., 1966, с. 204—216.

Носатовский А. И. Пшеница. М., 1965. 568 с.

Павлов М. В. Рекомендации по поверхностному улучшению суходольных аласных лугов. Якутск. 1973. 16 с.

Прикладной климатологический справочник Северо-Востока СССР. Под ред. Н. К. Кмонина. Магадан, 1960. 350 с.

Реймерс Ф. Э., Илли И. Э. Физиология семян культурных растений Сибири. Новосибирск, 1974.

Сергеев А. В. Химический состав и кормовая характеристика растений Северо-Востока СССР. Автореф. докт. дис. Алма-Ата, 1970. 28 с.

Стариков Г. Ф. Леса Магаданской области. Магадан, 1958. 216 с.

Строна И. Г. Общее семеноведение полевых культур. М., 1966.

Сухов В. А., Шеина Л. И. Изучение многолетних трав в Центральной Якутии.— В кн.: Биологические проблемы Севера. VI симпозиум. Вып. 4. Якутск, 1974, с. 104—109.

Усанова В. М., Перфильева В. И. Определитель кормовых растений Якутии. М.—Л., 1966, 115 с.

Хальд А. Математическая статистика с техническими приложениями. М., 1956. 664 с.

Хантимер И. С. Сельскохозяйственное освоение тундры. Л., 1974. 225 с.

Черняк Е. И. Почвы совхоза «Нюрбинский» и перспективы их использования.— «Научные сообщения». Якутск, 1962, вып. 8, с. 27—34.

Шашко Д. И. Климатические условия земледелия Центральной Якутии. М., 1962. 261 с.

Г. В. Денисов, В. П. Нетребов

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОРМОВЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ В БАССЕЙНЕ Р. КОЛЫМЫ

К ПОСТАНОВКЕ ВОПРОСА

Бассейн р. Колымы включает северо-восточные районы ЯАССР и северо-западные районы Магаданской области. Эта территория (750 тыс. км²) в 2 раза превышает площадь такого государства, как Италия. Эти районы наиболее удаленные и труднодоступные для промышленного освоения (рис. 1.)

Хозяйственное освоение бассейна р. Колымы привело к необходимости создать здесь сельское хозяйство, животноводство в частности, обеспечить его кормовой базой.

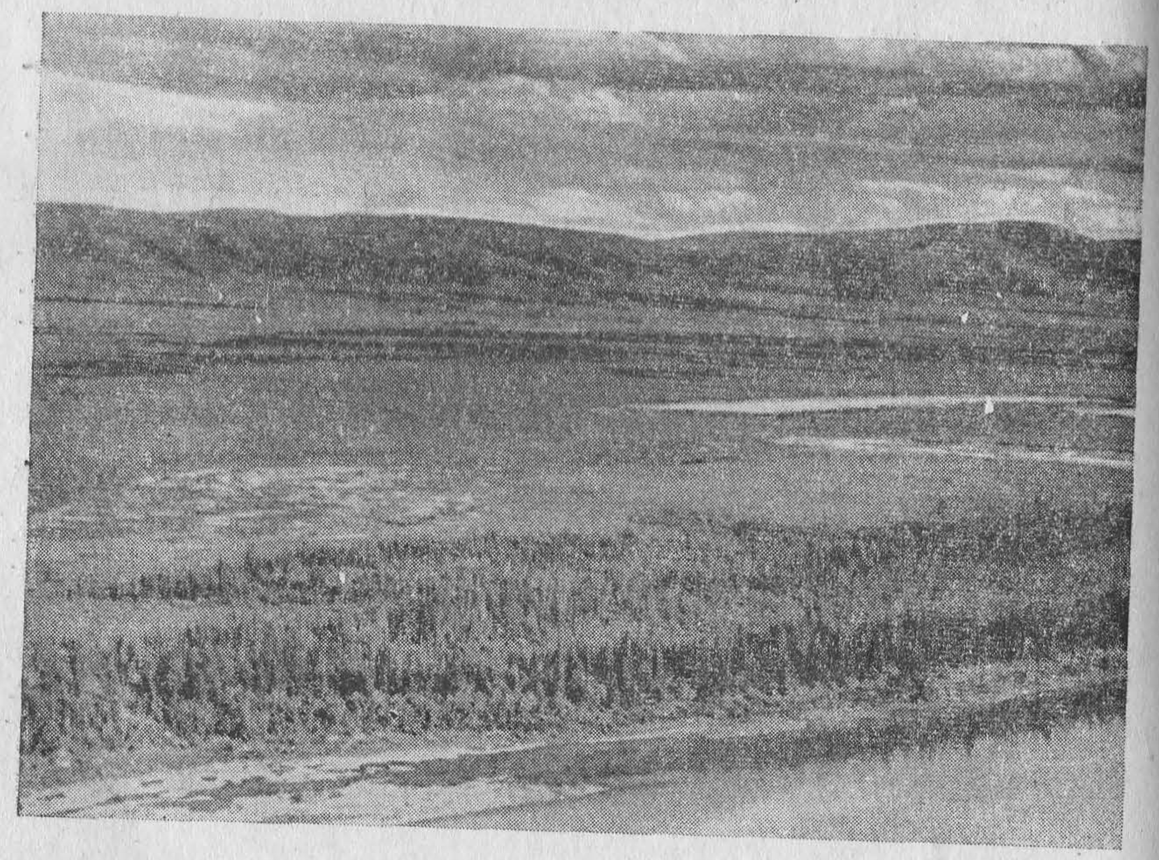


Рис. 1. Общий вид пойменных земель р. Колымы в ее среднем течении. Район Синегорья, 1971. *Фото В. Романова.*

Выполнить эту задачу призвано, в первую очередь, полевое кормопроизводство, уровень механизации которого обеспечивает наиболее низкие трудовые затраты на единицу продукции. Однако при теперешнем ассортименте возделываемых кормовых культур задача эта сложна. Все посевные площади кормовых культур заняты овсом, растением достаточно влаголюбивым и в условиях засушливого континентального климата обеспечивающим невысокие, зависящие от погодных условий урожаи.

Опыты возделывания многолетних трав были проведены только Колымской опытной станцией (КОС) в пос. Усть-Таскан в 1937 г., ныне Ягодинского района Магаданской области, и показали обнадеживающие результаты. Великая Отечественная война задержала начатые опыты. Станция была ликвидирована (Аронов, 1944).

Позднее совхозы Колымской зоны «Эльген», «Сусуман», «Сеймчан», «Среднеканский» неоднократно предпринимали попытки организовать травосеяние, но в большинстве случаев они заканчивались неудачно. Травы вымерзали в первую же зиму.

В 1968 г. в совхозе «Среднеканский» (метеостанция Сеймчан) Магаданской области отделом кормопроизводства Магаданской областной государственной сельскохозяйственной опытной станции был создан опорный пункт по изучению наиболее актуальных вопросов кормопроизводства в этой зоне. Нами (Денисов Г. В., Нетребов В. П.) была разработана программа и методика исследований и изучены биологические особенности многолетних трав сенокосно-пастбищного использования (только в 1969 г. начато изучение 49 видов, представленных 215 сортообразцами). Это позволило нам выявить виды многолетних трав, наиболее пригодных для возделывания в континентальной зоне Магаданской области.

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОБЗОР СРЕДНЕКАНСКОГО (КОЛЫМСКОГО) РАЙОНА

Среднеканский район относится к первому Колымскому климатическому району (Стариков, 1958), охватывающему бассейн р. Колымы, включая бассейны рек Омолона, Большого Анюя, Малого Анюя, а также горно-лесные части бассейнов рек Анадырь, Берелех и Гижига.

Первый климатический район характеризуется резко континентальным климатом, который на северо-востоке несколько смягчен влиянием Берингова моря и усилен на северо-западе близостью Верхоянского и Оймяконского полюса холода.

Четко выраженной периодичности в направлении ветров здесь нет. Максимум штилей приходится на зиму. Метели занимают в году до 25—30 дней. Для района характерна низкая среднегодовая температура воздуха (—12,5°). Средняя температура самого холодного месяца (января) —39°, самого теплого

(июля) 14,7°. Зима продолжительная холодная, лето короткое жаркое. Безморозный период длится в среднем 70 дней, но заморозки случаются и в июле. Снег ложится в горах уже в половине сентября, а повсеместно в период с 18 по 28 октября.

По данным метеостанции Сеймчан, расположенной в 5 км от опытного поля, видно, что средняя годовая температура воздуха здесь —11,2°, средняя суточная температура самого холодного месяца (января) —37,4°, самого теплого (июля) 15,1°. Наиболее низкая средняя температура (до —50°) наблюдается в течение второй декады января. Максимальная температура в январе в среднем составила —34,2°, а минимальная — 41,9°. Средняя максимальная температура июля 21,7° (первая декада 23,5°), минимальная — 8,1°. Среднее число дней со снежным покровом 221, без осадков 204. Общая сумма осадков за год равна 320 мм (из них в теплый период (V—IX) выпадает 165 мм). Средняя месячная относительная влажность воздуха в летние месяцы высокая — в ночные и утренние часы суток колеблется обычно в пределах 80—88%, в середине дня и в вечерние часы — 45—66%. Последние заморозки в воздухе весной отмечены средней датой — 12 июня, а время первого заморозка осенью — 7 августа. Продолжительность безморозного периода равна здесь 55 дням *.

Жесткий температурный режим воздуха усугубляется низкими температурами глубинных слоев почвы. На глубине 2 м температура никогда не бывает положительной и в самой середине лета температура почвы на глубине 20 см не поднимается выше 12—13°, хотя абсолютный максимум температуры воздуха в это время может достигать 26°. Таково мощное влияние вечной мерзлоты. Поэтому сумма эффективных температур воздуха, хотя и достигает 790°, в агробиологическом плане не идет ни в какое сравнение с теплообеспеченностью в центральных районах страны.

МЕСТО И ПОЧВЫ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ

Землепользование совхоза «Среднеканский» расположено в границах Среднеканского района Магаданской области на левобережье р. Колымы, в обширной Сеймчано-Буюндинской впадине. Долина р. Колымы в границах землепользования совхоза имеет три хорошо выраженные террасы: пойменную, первую надпойменную (старопойменную) и материковую.

Пахотные угодья совхоза размещены на старопойменной террасе, которая полностью вышла из сферы влияния паводковых вод. Чтобы заложить опыты на двух типах почв, их пришлось разместить в двух полях севооборота: на поле № 5 и 14.

* Пояснительная записка по почвенно-геоботаническому обследованию совхоза «Среднеканский». Магадан, 1961.

Поле № 5 имеет слабый уклон на север, хорошо выравнено. В течение последних пяти лет вся площадь его (52 га) была занята посевами овсяно-гороховой смеси. На нем ежегодно проводилась зяблевая вспашка на глубину 10—12 см с одновременным боронованием. Весной почва дисковалась тяжелой дисковой бороной БДТ-2,2. В предыдущие годы и в год посева опыта в почву вносились удобрения (табл. 1).

Таблица 1

Внесенные минеральные удобрения на поле № 5

Удобрение	Площадь, га	Внесено туков, ц/га		
		1967 г.	1968 г.	1969 г.
Аммиачная селитра	52	1,0	2,0	2,0
Суперфосфат двойной	52	0,5	0,5	0,5
Хлористый калий	52	1,0	2,0	2,0
Всего	—	2,5	4,5	4,5

Краткая характеристика участка следующая:

1. Почвы таликовые. Расположены на прирусловом талике р. Колымы. Вечной мерзлоты под участком нет. Почвы аллювиальные старопойменные, тяжелосуглинистые, подстилаемые галечником. Насыщенность основаниями 84—90%, pH 4,6—5,0; K_2O 17 мг/100 г почвы, P_2O_5 10—15 мг/100 г почвы. Почвенный профиль мощный (90—100 см), окрашен гумусом от темно-серого до коричнево-серого, дифференцировка по горизонтам слабая. По морфологическому описанию и данным химического анализа почва может быть отнесена к хорошо окультуренным *.

Мерзлотные почвы в опыте представлены самым крупным в севообороте совхоза **полем № 14.** Оно хорошо выравнено, без уклона. Засоренность слабая.

С 1967 г. поле засевалось горохо-овсяной смесью. Обработка под посев аналогична обработке поля № 5. В 1967 г. на всю площадь был внесен навоз из расчета 10 т/га, минеральные удобрения в этот год не вносились. В последующие годы не вносились органические удобрения (табл. 2).

Таблица 2

Внесенные минеральные удобрения на поле № 14

Удобрение	Площадь, га	Внесено туков, ц/га	
		1968 г.	1969 г.
Аммиачная селитра	154	1,0	2,3
Суперфосфат двойной	154	0,5	0,5
Хлористый калий	154	1,0	2,0
Всего	—	2,5	4,8

Поле № 14 расположено на мерзлотных

* Приведены данные агрохимических исследований Магаданской агрохимической лаборатории.

почвах. Вечная мерзлота залегает на глубине 1,25 — 1,5 м. Тип почв: мерзлотно-таежные полуболотные, торфянисто-глеевые. Пахотный горизонт до глубины 15—20 см сложен торфом (хорошо- и среднеразложившимся) к низу—резко сменяющимся плотным средне- и слабоглеевым суглинком. Горизонт С с 58 (75) см обычно супесчаный, с 60 до 125 см — грязно-серый мерзлый. Агрохимические показатели почв: pH 4,1—4,5; K_2O 4—8 мг/100 г почвы; P_2O_5 10—15 мг/100 г почвы. Почвы можно отнести к среднеокультуренным.

ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММЫ И МЕТОДИКИ

На севере в новых районах земледелия на проведение исследований для разработки рекомендаций введения в культуру того или иного вида многолетних трав уходит 8—9 лет. Учитывая неотложность поставленных задач, два этапа исследований, проводимых обычно последовательно: изучение коллекции и сравнительное видоиспытание многолетних трав, мы проводили одновременно.

Такой подход вел к определенному перерасходу средств в силу значительного увеличения объема исследовательских работ и обязательной гибели значительной части видов и сортов в большеделяночных опытах, но давал выигрыш во времени — исследования заняли 4 года из 8. Кроме того, каждый рубль, вложенный в погибшие от вымерзания многовидовые большеделяночные опыты, был многократно окуплен тем, что видовой набор многолетних трав для региона был определен уже к четвертому году опытов (1972 г.). Это позволило совхозам прекратить завоз незимостойких видов, что ранее широко практиковалось и приносило производству тысячи рублей убытков и основательно подорвало престиж многолетних трав у производственников.

Одновременно шло изучение особенностей биологии широкого набора видов многолетних трав не на одном, а на двух типах почв (талых и мерзлотных) различных криогенных категорий, характеризующих настоящее и будущее пахотнопригодных земель среднего течения р. Колымы. Это позволило выявить биологическую реакцию каждого из изучаемых видов на присутствие такого мощного экологического фактора, как вечная (многолетняя) мерзлота.

Предшественником опытных посевов была бессменная гороховo-овсяная смесь.

С целью как можно более широкой рекогносцировки в видовом и сортовом аспекте, в зависимости от наличия семян, все опыты по размерам делянок были сгруппированы следующим образом.

Мелкоделяночные опыты. Размещены ярусами, шириной 1,5 м. Подразделяются на рекогносцировочные посевы и коллекционные питомники многолетних трав. Посев рядовой. Междурядья 15 см. В рекогносцировочных посевах 1—3 делянки, в коллекционном — 14—22; площадь делянок 0,23—0,69 и 3,2—5 м² соответственно. Оба питомника при наличии семян предусматривали 2—3-кратную повторность (см. табл. 1,2).

Крупноделяночные опыты. Площадь каждой учетной делянки 108 м² (30 × 3,6 м), повторность 4-кратная за исключением тех случаев, когда из-за недостатка семян отдельные номера высевались в 2—3-кратной повторности.

При выполнении опытных работ применялись распространенные методики исследований по луговодству, пастбищному хозяйству и геоботанике.

АГРОТЕХНИКА ЗАКЛАДКИ ОПЫТОВ И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В октябре 1968 г. на опытных участках проведена зяблевая пахота на глубину 10—12 см с одновременным боронованием. Весной 1969 г. до предпосевной обработки почвы вносились минеральные удобрения: аммиачной селитры 2 ц/га, суперфосфата 0,5, калия хлористого 2 ц/га. После рассева минеральных удобрений 7 июня проведено боронование тяжелой дисковой бороной поперек пахоты в два следа, 8 июня — предпосевное прикатывание деревянными катками. С 10 по 20 июня проведен сев опытов сеялкой СУК-24 с одновременным прикатыванием. Посев на мелкоделяночных участках проведен вручную под шаблон с междурядьем в 15 см. Срок сева с 15 по 30 июня.

Сортообразцы видов высеянных многолетних трав были представлены следующим образом.

Бобовые многолетние травы

Горошек мышиный. Образец Полярного ботсада.

Клевер белый. Милка (ВИР, Дания), образец Львовского ботсада, Приекульский, образец Центр. Сиб. ботсада, Йыгева 54, С-100 (ВИР, Англия), образец Томской с.-х. опытн. станции, Витте Дахи (ВИР, Англия), Медунай.

Клевер красный. Павловский 16, образец с Нарымской ГСС, Абадехский (ВИР), образец с Нарымской ГСС, Амурский 11, Губеровский (ВИР), Бийский 1, Кемеровский 501, Макаровский (ВИР), К-1908 Нарымской ГСС, Абадехский, Печерский (ВИР), Стендский, Лиепсна (ВИР, Литва), Псковский местный (ВИР), Юно Дахифельд (ВИР, Дания), Хунсбаль (ВИР, Дания), Нера (ВИР, Дания), Тааструм (ВИР, Дания), Бора (ВИР, Дания), Хибинский 1 (ВИР), Уладовский 34 (ВИР),

Среднерусский (ВИР), Марусинский 150, Лангево (ВИР, Италия), Тера (ВИР, Финляндия), Приекульский 66, образец из Олы (якутский отбор), Томский местный, образец Центр. Сиб. ботсада, Кемеровский 5093, Красный 28.

Клевер розовый. Образец Центр. Сиб. ботсада, образец Львовского ботсада, образец ВИРа (Кировская обл.), образец ВИРа (Вологодская опытная станция), Приекульский 26, Йыгева 2, Мордовский, образец Калининской обл. (ВИР).

Копеечник альпийский. Образец Полярного ботсада.

Люцерна синегибридная. Марусинская 425, Славянская посевная (ВИР), Амурская.

Люпин многолетний. Образец Горьковского ботсада, образец Центрального Сибирского ботсада, образец Пулковский (белый, чуть розовый), образец Горьковского ботсада, образец (черно-лиловый) Пулковский, образец (синий) Пулковский, образец (ярко-розовый) Пулковский, образец (узколистный) Центрального Сибирского ботсада, Пушкинский.

Лядвенец рогатый. Майкопский 10, образец из Псковской обл.

Злаковые многолетние травы

Бекмания восточная. Образец из Мяунджи Магаданской.

Бекмания обыкновенная. Образец Центрального Сибирского ботсада, образец Пермского ботсада, Донская.

Вейник Лангсдорфа. Образец Главного ботсада (Москва).

Волоснец сибирский. Хибинский (ВИР), образец Омского СХИ, образец Нарымской ГСС (Томская обл.), образец ВНИИ кормов, Камалинский 7, образец ДальНИИСХа, Гуран.

Ежа сборная. Образец Главного ботсада (Москва), Майкопская 6, Приекульская 30, образец Львовского ботсада, Местная Псковская, образец из Польши.

Канареечник тростниковидный. Образец Центрального Сибирского ботсада, образец Горьковского ботсада, образец Кишиневского ботсада, образец из Кировской обл., образец из Черновец (ВИР), Йыгева, Первенец.

Костер безостый. Амурский 104, образец Омского СХИ, Павловский 22/5, Кинельский 1, образец Пермского ботсада, образец Центрального Сибирского ботсада, образец Пулковского питомника, образец Кишиневского ботсада, образец из Олы Магаданской (а), образец из Олы Магаданской (б), Маршанский 760, образец Пермской с.-х. опытной станции, образец Томской обл., образец Северо-Казахстанской с.-х. опытной станции, Узунгырский (Киргизия).

Лисохвост луговой. Хибинский 438, образец из Эльгена (одичавший), Приекульский 40, образец Пулковский, образец Центрального Сибирского ботсада, образец Львовского ботсада, Серебристый, Московский 1409.

Лисохвост тростниковидный (*вздутый*). Донской 20, образец Центрального Сибирского ботсада.

Мятлик луговой. Дединовский 1, Йыгева 1, образец Омского СХИ, образец Ордынской опытной станции, образец из Челябинской обл., широколистная форма Ленинградского ботсада.

Мятлик болотный. Образец из Пулково, образец Центрального Сибирского ботсада, узколистная форма Абаканской опытной станции.

Овсяница восточная, тростниковидная. Майкопская 2, образец Воронежского ботсада, гигантская форма Кишиневского ботсада, образец из Южно-Сахалинска.

Овсяница красная. Хибинская 1, образец Горьковского ботсада, Шилис (Литовский НИИЗ), Приекульская 45, образец Омского СХИ, Йыгева 70 (ВИР, Эстония ГСС), образец Пермского ботсада, образец Пулковского питомника, образец Брянской с.-х. опытной станции.

Овсяница луговая. Образец из Воронежского ботсада, образец из Пулковского питомника, образец из Львовского ботсада, образец из Омского СХИ, Павловская (из Воронежской обл.), Хибинская 806, ВИР-3 Павловской опытной станции, образец из Польши томской репродукции, Киргизская Комсомольской опытной станции, образец ГДР репродукции АНИИСХОЗ (Барнаул), Камалинская 95, образец из Польши Тамбовской репродукции, Павловская.

Овсяница овечья. Образец из БИНа, образец Омского СХИ, образец из Пулково.

Полевица белая. № 97 (ВИР, Тамбовская обл.), образец Кишиневского ботсада, Хибинская 539 (ВИР), образец Омского СХИ, Приекульская 15, Гуада (ВИР, Литва, ГСС), образец Пулковского питомника, образец Центрального Сибирского ботсада, гигантская форма Пермского ботсада, Павловская, местная Пермская (Пермской с.-х. опытной станции), образец Брянской с.-х. опытной станции.

Пырей бескорневищный. Образец Кишиневского ботсада, образец Пермского ботсада, Павловский, Камалинский 175.

Тимофеевка луговая. Образец Центрального Сибирского ботсада, образец Пулковский, Амурская 102 (ДальНИИСХ), Павловская, Хибинская 673, образец Омского СХИ, образец Пермской опытной станции, Нарымская, Псковская местная, Гинтарс 2, Киргизская (Комсомольская опытная станция), Ленинградская 204, Марусинская 297, Камалинская 96, Степная форма Центрального Сибирского ботсада.

Райграс пастбищный. Псковский местный (ВИР), Приекульский 59, Ленинградский 809, образец Пулковский, Приекульский 20, Валинге.

Райграс многоукосный. Образец Пермского ботсада, Маркинский 23.

Райграс высокий. Приекульский 20, образец Пермской опытной станции, Приекульский 70.

Регнерия. Редколосая форма, Вилюйская форма, регнерия волокнистая, остистая форма, с полупоникшим колосом, арктическая, регнерия гибридная, плотноколосая форма, регнерия Ленская (сорт регнерии изменчивой).

Все регнерии, кроме волокнистой, представлены видами и формами рода регнерий, отселектированных Д. П. Яковенко из дикой флоры Якутии. Названия их в большинстве случаев даны им условно, без определения видовой принадлежности. Здесь и далее они сохранены нами без изменений.

ОСОБЕННОСТИ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ГОД ПОСЕВА ТРАВ (1969 Г.)

Агрометеорологические условия года сева трав во многом предопределяют судьбу их урожаев в последующем. Это понятно, так как полевая всхожесть, выживаемость и достижение той или иной фенологической фазы в год посева, возможность растений получить закалку, накопить сахара, т. е. все то, что во многом предопределяет благополучную перезимовку растений, зависит от комплекса погодных условий перед посевом трав и после него в первый год их жизни.

Устойчивый переход температуры воздуха весной 1969 г. через 5° наступил 26 мая, осенью —14 сентября. Продолжительность периода с температурой выше 5—11; через 10° — 85 дней. Сумма средних суточных температур за период с температурой воздуха выше 5° составляет 1484°, за период с температурой воздуха выше 10° — 1138°. Продолжительность безморозного периода в воздухе 93, на почве 45 дней. Сумма осадков за вегетационный период 99,8 мм, или 54% многолетней нормы. В то же время температура воздуха была на 19% выше многолетней (12,3° против 10,3°).

Таким образом, в агрометеорологическом отношении вегетационый период первого года жизни трав характеризовался высокой засушливостью.

Для нормальных всходов, дальнейшего роста и развития изучаемых многолетних трав в такой год особое значение имеет влагообеспеченность почвы. У выбранных для опытов местообитаний она была различной (табл. 3). На всем протяжении вегетации запасы продуктивной влаги в корнеобитаемом слое довольно низки. Однако на мерзлотных почвах они оказались выше, чем на талых.

В целом осень 1969 г. для подготовки трав к перезимовке была неблагоприятной. В ночь с 27 по 28 августа от заморозка (—2,2°) погибли листья клевера, а канареечник тростниковидный и костер безостый прореагировали ускоренным подсыханием листьев, остальные травы успешно прошли закалку. Этому благоприпятствовало то, что в сентябре среднедекадные температуры воздуха превысили многолетнюю норму на 2—3°. Дневная температура воздуха поднималась во второй декаде до 16—18, а в третьей — до 7—10°. В то же время ночная температура на поверхности почвы была уже отрицательной. В конце второй декады сентября прошли небольшие дожди, в третьей они превысили многолетнюю норму в 1,5—2 раза. Дожди носили обложной характер, что в целом не благоприятствовало успешной закалке многолетних трав. В таких условиях нами велись опыты, позволившие изучить эколого-биологические особенности большого набора видов трав и их продуктивность в условиях богарного земледелия этого засушливого района.

Таблица 3

Запасы продуктивной влаги в почве в первый (1969) год жизни трав, мм

Месяц	Декада	Почва		Превышение, %	Почва		Превышение, %
		таликовая	мерзлотная		таликовая	мерзлотная	
		На глубине 0—10 см			*На глубине 10—20 см*		
Июнь	III	11	—	—	25	—	—
Июль	I	7	11	57	22	29	32
»	II	9	12	33	30	35	17
»	III	8	12	15	21	29	38
Среднее	—	8	12	15	24	31	29
Август	I	6	5	17	18	19	166
»	II	5	12	140	13	33	153
»	III	4	4	0	12	32	—
Среднее	—	5	7	40	14	35	27
Сентябрь	I	4	14	250	8	38	322
»	II	9	18	100	22	43	95
»	III	—	—	—	—	—	—

РОСТ И РАЗВИТИЕ ТРАВ В ГОД ПОСЕВА

На таликовой почве поля № 5 все травы были посеяны с 10 по 20 июня (мешал дождь), а на мерзлотной (поле № 14) — с 25 по 30 июня.

В год посева совсем не взошли или дали только единичные всходы вейник Лангсдорфа, овсяница тростниковидная, овсяница бороздчатая, бескильница расставленная, овсяница гигантская и все мятлики. Развитие остальных видов в первый год жизни представлено в табл. 4.

Если на талых почвах большинство видов (более 70%) вели себя как яровые, то на мерзлотных, напротив, свыше 70% развивались по озимому типу. Способствовала этому лучшая

Таблица 4

Некоторые показатели развития многолетних трав перед уходом в первую зиму (1969—1970 гг.)

Вид	Почва	
	таликовая	мерзлотная
1	2	3
Регнерия	Основная фаза — начало всходов (посевы — всходы 25—30 дней). Фаза кущения следует через 23—26 дней после появления всходов	Период посев—начало всходов—21 день полные всходы на 30-й день. В зиму Регнерия арктическая вышла в фазе трубкования, остальные в фазе кущения
Ежа сборная	Начало всходов на 8—10, полные на 38-й день. Всходы изрежены. Полнота покрытия 20—40%. Через 25 дней после всходов—выход в трубку.	Местная псковская дала полные всходы на 12-й день после посева, ушла в зиму в фазе начала цветения. Образец ежи не сортовой—в фазе кущения
Райграс пастбищный	Начало всходов через 8 дней, полные—через 15 после посева. В зиму ушли в фазе молочной спелости	Начало всходов через 12, полные через 25 дней после посева. В зиму ушел в фазе цветения
Райграс высокий	Посев — всходы—32 дня. В зиму ушел в фазе молочной спелости	То же
Пырей бескорневищный	Полные всходы через 15 дней после посева. До зимы достиг фазы начала колошения. Репродуктивные побеги погибли от недостатка влаги	»
Канареечник тростниковидный	Начало всходов на 8-й день, полные—на 33—35-й. В зиму ушел в фазе трубкования	Период посев—полные всходы 30 дней, уход в зиму в начале стеблевания
Полевица белая	Период посев — начало всходов 16—19 дней. Полные всходы не зафиксированы	Период посев—полные всходы 30 дней. В зиму растения ушли в фазе кущения
Костер безостый	Начало всходов на 18-й, полные на 24—30-й день после посева. В зиму растения ушли в фазе трубкования	Период посев—полные всходы 25 дней. В фазе выхода в трубку растения ушли в зиму. Характерна равномерность покрытия делянок
Овсяница луговая	Дружные всходы, полные на 17-й день. В зиму ушла в фазе полного кущения	Период посев—всходы составил 10—15 дней. Растения ушли в зиму в фазе кущения

Продолжение табл. 4

1	2	3
Тимофеевка луговая	Начало всходов зарегистрировано на 22-й день. Полные всходы не получены. Раскуститься не успела	Полные всходы почти всех сортов на 12-й день после посева (Марусинская 204 на 19-й). В зиму ушли в фазе трубкования сорта: Гинтарс 2, Камалинская 95, Марусинская 204
Бекмания обыкновенная	Получены только единичные всходы. Кущение не началось	Период посев — начало всходов 30 день. Раскуститься растения не успели
Лисохвост луговой	Начало всходов, единичные растения. Кущение не наступило	Период посев — полные всходы растянут (28—31 день). Кущение не наступило
Клевер красный	Начало всходов на 15-й, полные на 36-й день. Ветвлений до зимы не наступило.	Период посев — полные всходы 12 дней. Перед уходом в зиму зафиксировано ветвление
Клевер белый и розовый	Начало всходов на 15-й, полные на 36-й день. Ветвление не наблюдалось	Начало всходов на 10-й день, полные на на 26-27-й день. 23/VIII—перед уходом в зиму началось ветвление
Копеечник альпийский	Начало всходов на 25-й день после посева. Ветвление не наблюдалось. Высокая изреженность	Полные всходы не наступили. Их 20—30%. Начало через 15 дней, наблюдалось ветвление
Вайда красильная	Начало всходов, высокая изреженность	Всходы дружные, на 15-й день после посева. Образование розетки, начало стеблевания
Лядвенец рогатый	Начало всходов на 35-й день после посева. Ветвление не наблюдалось	Посев — полные всходы 22 дня. В зиму ушел в фазе бутонизации, начало цветения

влагообеспеченность мерзлотных почв и относительно пониженные температуры летнего периода.

Кустистость многолетних трав перед уходом в зиму во многом предопределяет успешность их перезимовки. Изучение этого показателя (табл. 5) выявило, что не все травы одинаково хорошо кустились (ветвились) на разных почвах. На таликовых старопойменных почвах фактически не раскустились такие злаки, как регнерия гибридная, волоснец сибирский, лисохвост луго-

Таблица 5

Коэффициент кущения злаков перед уходом в первую зиму (1969—1970 гг.)

Вид	Почва		Вид	Почва	
	таликовая	мерзлотная		таликовая	мерзлотная
Регнерия изменчивая*	4—5	4—5	Костер безостый	2—4	4—5
Р. арктическая	5—6	3—4	Овсяница луговая	3—6	3—4
Р. редкоколосая	5—6	4—5	Тимофеевка луговая	2—4	2—5
Р. гибридная	0—1	0—1	Бекмания восточная	0—3	0—1
Р. плотноколосая	4—5	4—5	Лисохвост луговой	1**	2—5
Р. новая	5—6	—	Волоснец сибирский	1	4—7
Р. нюрбинская	4—5	—	Люпин многолетний	1	1
Р. узкочешуйчатая	6—7	—	Лядвинец рогатый	1	1
Ежа сборная	3—4	3—4	Вайда красильная	1	1
Рейграс пастбищный	—	4—6	Клевер красный	1	4—5
Р. высокий	3—4	—	К. розовый	1	4—5
Пырей бескорневищный	3—4	5—6	К. белый	1	1
Канареечник тростниковидный	6—9	6—7	Люцерна синегибридная	1	1
			Копеечник альпийский	1	—
Полевица белая	1—4	4—5			

* Представлен сортом Д. П. Яковенко регнерия Ленская.
** Единичные растения — замедленные всходы.

вой, не ветвились все бобовые и вайда красильная. На мерзлотных торфянисто-глеевых почвах ветвление наблюдалось у красного и розового клевера, лисохвоста лугового и волоснеца сибирского. Из злаков не кустилась только регнерия гибридная.

По биологической реакции на мерзлотные почвы в первый год жизни многолетние травы мы подразделяем на 3 группы:

1) индифферентные—регнерия изменчивая, ежа сборная, тимофеевка луговая под влиянием специфического гидротермического режима мерзлотных почв не ускорили и не замедлили темпов своего развития;

2) положительно реагирующие на мерзлотные почвы — пырей бескорневищный, костер безостый, лисохвост луговой, волоснец сибирский, клевер красный и розовый — усиливается кущение у злаков, ветвление у бобовых;

3) отрицательно реагирующие на мерзлотные почвы — регнерия арктическая, регнерия редкоколосая, канареечник тростниковидный, бекмания восточная.

Градация эта носит условный характер и служит для систематики реакции растения на мерзлотные почвы в первый год их жизни.

Обращает на себя внимание реакция на мерзлотную почву пырея бескорневищного и полевицы белой. У первого нижний предел кустистости увеличился намного больше верхнего, который вырос незначительно. Видимо, число генетических «против» лишь немного уступило приспособительным возможностям

вида. Полевица же белая в этих необычных для нее условиях обеспечила необходимый себе минимум, но в целом экологический комплекс ее произрастания был не особенно благоприятен, что выразилось в слабом росте верхнего предела кустистости.

УСЛОВИЯ ПЕРЕЗИМОВКИ ТРАВ С ПЕРВОГО НА ВТОРОЙ ГОД ЖИЗНИ

Снег в первый год жизни трав выпал поздно, поэтому температура почвы на глубине узла кущения уже в сентябре опустилась до —3°, а в ноябре до —11°. Устойчивый снеговой покров лег на мерзлую землю и с ноября по апрель высота его колебалась от 20 до 40 см, т. е. была меньше нормы.

Абсолютная минимальная температура воздуха зимой 1969/70 г. доходила до —55° (31/XII 1969 г.). Температура почвы на глубине залегания узла кущения опускалась соответственно до —14 и —16°. В целом среднедекадные температуры воздуха в последние месяцы 1969 г. были представлены следующим образом (°С):

Октябрь	—0,9	—2,6	—7,3
Ноябрь	—9,4	—6,2	—15,5
Декабрь	—20,4	—17,7	—20,2

В 1970 г. среднедекадные температуры продолжают падать (°С):

Январь	—32,1	—32,8	—36,0
Февраль	—42,6	—29,6	—27,0
Март	—28,4	—27,8	—22,2
Апрель	—16,5	—14,1	— 3,8

Весна в 1970 г. наступила на две недели раньше средней многолетней. Переход температуры через 0° наблюдался в конце апреля — начале мая, т. е. на 12 дней раньше обычного. В конце второй декады мая (на 4—5 дней раньше многолетних) произошел переход среднесуточной температуры воздуха через 5°, что позволило в третьей декаде мая приступить к обработке почвы и севу однолетних трав.

Оттаивание почвы началось во второй декаде мая. После массового отрастания трав была проведена глазомерная оценка перезимовки растений на всех делянках каждого сортообразца (табл. 6).

Несмотря на лучшие условия вегетации в первый год жизни (1969 г.), высеянные на мерзлотных почвах такие виды, как канареечник тростниковидный, полевица белая, овсяница луговая, тимофеевка луговая, перезимовали хуже, чем на талых почвах. В то же время бекмания обыкновенная и лисохвост луговой на мерзлотных, более влагообеспеченных почвах пере-

Таблица 6

Перезимовка многолетних трав при посеве в зиму 1969/70 г.

Вид	Таликовые почвы		Мерзлотные почвы	
	число сортообразцов	балл перезимовки	число сортообразцов	балл перезимовки
Регнерия Ленская*	1	5	1	5
Р. арктическая	1	5	1	5
Р. редкоколосная	1	5	2	5
Р. гибридная	1	5	1	5
Р. плотноколосая	1	5	1	5
Р. новая	1	5	—	—
Р. нюрбинская	1	5	—	—
Р. узкочешуйчатая	1	5	—	—
Ежа сборная	2	0	2	0
Райграс пастбищный	3	0	3	0
Р. высокий	—	—	1	0
Пырей бескорневищный	1	5	1	5
Канареечник тростниковидный	2	2—3	2	0
Полевица белая	4	0—2	2	0
Костер безостый	6	5	6	5
Овсяница луговая	11	4	7	[3
Тимофеевка луговая	9	4	7	0—3
Бекмания восточная	1	4	1	5
Лисохвост луговой	3	5	3	5
Волоснец сибирский	3	5	3	5
Люпин многолетний	1	0	—	—
Лядвинец рогатый	1	0	1	0
Вайда красильная	1	0	1	0
Клевер красный	5	0	5	0
К. розовый	1	0	1	0
К. белый	2	0	1	0
Люцерна синегибридная	1	5	1	5
Копеечник альпийский	1	0	1	0
Всего	66	—	55	—

* Род регнерии представлен морфологически стойкими расами, выделенными из якутской флоры и условно (без строгого определения) названными Д. П. Яковенко.

зимовали лучше. Видимо, в экологию мерзлотных почв биологические потребности этих видов вписываются лучше, чем в местообитание сухих талых почв.

Остатки полевицы белой не выжили до конца вегетационного периода второго года жизни из-за ослабленности перезимовкой и засушливого лета. Необходимо отметить при этом высокую зимостойкость местной Пермской, присланной нам Г. М. Пуртовым с бывшей Пермской сельскохозяйственной опытной станции (сорт Маршанская 97 и Гуада вымерзли полностью). Высокую ценность как исходного материала для селекции выявил и местный сбор из Магаданской области.

Образцы овсяницы луговой на талой почве перезимовали все, но погибли летом. На мерзлотных же почвах из всех сортообразцов лучше (50—60%) перезимовал сорт Камалинская 95, присланный Красноярским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства.

Все сортообразцы тимофеевки луговой на талых землях в той или иной степени перезимовали, на мерзлотных из 7 полностью вымерзли 5. Во всех четырех повторениях здесь сохранились Нарымская (Томской сельскохозяйственной опытной станции) и Камалинская 96 (Красноярского НИИСХ). Изреженность посевов тимофеевки луговой, овсяницы луговой, полевицы белой и люцерны синегибридной была настолько высокой, что в дальнейшем наблюдения на ней не проводились.

В целом высокой зимостойкостью заметно выделилось 9 форм рода регнерий, волоснец сибирский, костер безостый, бекмания восточная и лисохвост луговой.

Условия перезимовки трав в первую зиму были жесткими. Температура почвы на глубине узла кущения опускалась до

Таблица 7

Выпадение осадков в период вегетации на втором году жизни многолетних трав, мм*

Декада	Средняя многолетняя	1970 г.	Отклонение от многолетней	
			мм	%
		Июнь		
I	12,0	0,0	—12,0	—100,0
II	16,0	4,2	—11,8	—73,7
III	17,0	12,0	—4,8	—28,0
За месяц	45,0	16,4	—28,6	—63,5
		Июль		
I	18,0	5,5	—12,5	—30,6
II	20,6	24,2	+3,6	+117,5
III	18,0	1,9	—16,1	—10,6
За месяц	56,6	31,6	—25,0	—56,0
		Август		
I	18,0	32,1	+14,1	+178,4
II	18,0	4,1	+13,9	+23,0
III	16,0	22,2	+6,2	+139,0
За месяц	52,0	58,4	+6,4	+112,4
		Сентябрь		
I	13,0	6,0	—7,0	—46,0
II	11,0	11,6	+0,6	+106,0
III	11,0	1,9	—9,1	—18,0
За месяц	34,0	19,5	—14,5	—43,0
Всего за вегетацию	187,6	125,9	—61,7	—66,0

* Здесь и далее метеоданные даются по агрометеорологическим ежегодникам Колымского управления гидрометеорологической службы.

—16°С. В период второй и третьей перезимовки она достигала— —11°. Поэтому большая часть видов, уцелевших в первую зиму, в последующие годы вегетировала. Однако не все культуры были в состоянии давать хозяйственно-ценные урожаи. Так, люцерна синегибридная и в этом опыте, и в коллекционных питомниках оказалась достаточно зимостойкой, хотя хозяйственно-ценного урожая так и не дала. Растения явно испытывали признаки азотно-фосфорного голодания. Видимо, в ней совмещаются высокая зимостойкость со слабой усваивающей способностью корневой системы при низкой температуре почв.

В третьей декаде мая 1970 г. под травы были внесены минеральные удобрения из расчета $N_{60}P_{30}K_{30}$, удобрения были заделаны двумя проходами тяжелой дисковой бороны (БДТ-2,2)

Таблица 8

Температура воздуха в пер иод вегетации на второй год жиз ни трав (1970 г.), °С

Декада	Средняя многолетняя	1970 г.	% к многолетней
Май			
II	1,5	2,8	187
III	5,7	8,8	154
Среднее	2,1	4,5	241
Июнь			
I	9,9	15,0	153
II	12,8	15,5	121
III	14,2	18,0	127
Среднее	12,5	16,2	130
Июль			
I	14,6	16,7	118
II	14,9	16,8	127
III	14,9	16,2	127
Среднее	14,8	16,6	112
Август			
I	12,9	11,0	85
II	11,1	10,8	97
III	8,8	10,2	116
Среднее	10,9	10,7	98
Сентябрь			
I	6,3	11,2	178
II	3,4	5,9	173
III	0,3	4,6	1533
Среднее	3,2	7,2	225
В среднем за вегетацию	10,3	12,9	125

Таблица 9

Запасы продуктивности влаги в почве на посевах многолетних трав второго года жизни (1970 г.)

Декада	Наличие продуктивной влаги, мм, в слое, см	
	0—20	0—50
Май		
III	43	117
Июнь		
I	33	84
II	33	78
III	25	61
Среднее	30	74
Июль		
I	18	59
II	18	56
III	24	69
Среднее	20	61
Август		
I	34	79
II	21	51
III	31	64
Среднее	29	65
Сентябрь		
I	—	—
II	36	75
III	13	28

с величиной заглубления дисков в 12—14 см и последующим прикатыванием кольчатыми катками в 3 следа.

Второй год жизни многолетних трав (1970 г.) характеризовался неблагоприятными агрометеорологическими условиями вегетации (табл. 7). За две первые декады июня осадков выпало только 15% нормы, а за весь месяц — 36,5%. В июле, когда обычно заканчивается формирование основной биомассы многолетних трав посева прошлых лет, осадков было менее половины нормы. Таким образом, за весь вегетационный период в целом выпало лишь 66% многолетней нормы осадков. Недостаточность запасов продуктивной влаги в почве еще более усугублялась высокой температурой воздуха в весенне-летний период (табл.8).

В июне и июле температура воздуха была постоянно выше многолетней (12—53%), август был в пределах нормы, а температура сентября вновь превысила многолетнюю более чем в 2,2 раза.

Недостаточность осадков и повышенные температуры воздуха вели к уменьшению запасов почвенной влаги, доступной растениям (табл. 9).

Запасы влаги в почве были низкими: 20-сантиметровый слой почвы в июне содержал 30 мм продуктивной влаги, в июле — 24, в августе — 29, а в третьей декаде сентября этот показатель опустился практически до минимума в 13 мм.

Таким образом, по агрометеорологическим условиям вегетационный период 1970 г. был весьма неблагоприятным. В период интенсивного накопления биомассы запасы продуктивной влаги составляли менее 50% многолетних, а в целом за вегетационный период влагообеспеченность посевов была ниже средней многолетней (Решетникова, 1970). В то же время по теплообеспеченности вегетационного периода он превысил среднемноголетнюю более чем на 100°.

В последующие годы, на 3—4-й год жизни трав, вегетационный период также отличался от средних многолетних повышеной засушливостью.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ ПРИ ПОСЕВЕ НА МЕРЗЛОТНЫХ И ТАЛИКОВЫХ ПОЧВАХ

Фенологические наблюдения показали, что при произрастании одних и тех же видов (сортообразцов) многолетних трав на таликовых и мерзлотных почвах они по-разному реагируют на особенности этих почв весенним отрастанием. Такие, например, виды, как костер безостый, регнерия арктическая и гибридная, независимо от типа почв начинают отрастать одновременно. Канареечник тростниковидный, волоснец сибирский и пырей бескорневищный на мерзлотных почвах начинают отрастать на 3—4, а пырей бескорневищный на 8 дней позднее, чем на тали-

ковых. Характерно, что при посеве на таликовых почвах начало отрастания всех видов было практически приурочено к одной дате (20 мая). Начиная же с фазы вторичного кущения, намечается дифференцирование по срокам наступления фенологических фаз. Сумма эффективных температур воздуха (выше 5°) при прохождении растением одних и тех же межфазных периодов оказывается различной.

Характерно, что для прохождения межфазного периода начало отрастания — вторичное кущение всем рассматриваемым видам трав (за исключением костра безостого) на мерзлотных почвах потребовалась большая (на 10 — 160%) сумма эффективных температур, чем при возделывании на таликах.

Различия эти сохранились и в последующих фазах. При детальном изучении они могут оказаться косвенными признаками, характеризующими приспособленность вида к мерзлотным почвам.

Для достижения фазы полного цветения, которую мы примем в первом приближении за сенокосную спелость, на мерзлотных почвах меньшей суммой эффективных температур довольствуются лисохвост луговой (234°), бекмания восточная и регнерия арктическая (381°), волоснец сибирский (406°), регнерия гибридная (418°) и заметно больше тепла (538°) необходимо костру безостому.

Сроки наступления укосной спелости многолетних трав, как показали опыты, в гораздо большей степени, чем от криогенного состояния почв, зависят от видовой принадлежности трав. В среднем за 3 года пользования укосная спелость лисохвоста лугового наступала через 20—25 дней после начала отрастания (16—22 июня), у всех видов регнерий и волоснеца сибирского — на 40—44-й день (1—3 июля), а у костра безостого только на 53—57-й день (10—13 июля). К этому времени лучшая облиственность была у костра безостого (60%) и лисохвоста лугового (54%), у волоснеца сибирского и регнерий она оказалась несколько ниже (45 и 35% соответственно).

Анализируя даты наступления фаз полного цветения рассматриваемых трав на таликовых и мерзлотных почвах, мы убеждаемся, что эти травы, при введении их в хозяйство континентальной зоны Магаданской области, позволят обеспечить равномерное распределение заготовки кормов: сена, силоса, сенажа.

Деиствительно, если, к примеру, начать уборку трав в этой зоне с культуры лисохвоста лугового за неделю до его полного цветения (15 июня) и косить его (без ощутимой потери кормовой ценности) до 28 июня, то после этой даты можно перейти к уборке бекмании восточной, регнерий гибридной и арктической, а с 8—10 июля — костра безостого, волоснеца сибирского и вести их уборку до 20—25 июля. При такой очередности период косовицы трав достигает 42—45 дней, на протяжении которых

Рис. 2. Посевы костра безостого на мерзлотных почвах поймы р. Колымы. Опыты в совхозе «Среднеканский», 1971 г. *Фото Г. В. Денисова.*

имеется возможность заготавливать высокопитательную не загрубевшую кормовую массу (рис. 2). При наличии осадков или орошения в это время будет готова ко второму укосу сочная отава лисохвоста, а затем и других трав. Лисохвост луговой, регнерия и костер безостый 5—8 июня также могут обеспечить животноводство полноценным кормом. В связи с этим очевидна возможность организации на северо-востоке зеленого конвейера для бесперебойного снабжения животноводства высокобелковым кормом на весь летне-осенний сезон.

Знакомство с фенологией многолетних трав в опыте выявило, что все без исключения хорошо зимующие многолетние травы, как выделенные из местной флоры Севера, так и интродуцированные из других районов страны, успевают дать зрелые семена. В зависимости от вида трав и того, как хорошо обеспечены теплом и влагой почвы, на которых они размещены, сумма эффективных температур для их полного созревания бывает различной. Первыми созревают регнерия гибридная (536—594°), лисохвост луговой (656°) и регнерия арктическая (664°), затем волоснец сибирский (652—762°) и бекмания восточная (729°) и, наконец, пырей бескорневищный (773—812°) и костер безостый (836—861°). Таким образом, в изучаемой зоне Магаданской об-

ласти есть условия для регулярного получения зрелых семян многолетних трав.

Несмотря на то, что после первой перезимовки сохранялись только наиболее зимостойкие виды многолетних трав, некоторые и в последующие перезимовки несли определенный урон от вымерзания. Однако гибель части растений или их побегов нередко успешно компенсировалась усиленным побегообразованием весной (табл. 10). В этом отношении наиболее показателен канареечник тростниковидный и лисохвост луговой. По зимостойкости они одни из самых уязвимых из числа сохранившихся видов, но за счет усиленного кущения и побегообразования быстро восстанавливают плотность травостоя. На четвертом году жизни плотность побегов у них (шт/м²) была выше, чем у абсолютного «чемпиона по зимостойкости» волоснеца сибирского.

Аналогичным образом восстанавливается после неудачной перезимовки пырей бескорневищный, что позволяет ему на четвертый год жизни иметь плотность побегов выше, чем у других видов злаковых многолетних трав — 4,5 тыс. шт/м² на мерзлотных почвах, 5,1 тыс. шт/м² — на таликовых.

Несмотря на то, что выращиванием злаковых многолетних трав на Севере занимаются относительно давно, данных о распределении их корневой системы по горизонтам почвы в зоне распространения вечной мерзлоты нет.

Наши опыты показали, что при посеве на мерзлотных почвах корневая система многолетних трав, пригодных для возделыва-

Таблица 10

Вымерзание и плотность побегов многолетних трав при посеве на мерзлотных и таликовых почвах

Вид	1960 г.	1970 г.		1971 г.		1972 г.	
	ушло в зиму, шт/м²	перезимовавшие, %	ушло в зиму, шт/м²	перезимовавшие, %	ушло в зиму, шт/м²	перезимовавшие, %	ушло в зиму, шт/м²
Костер безостый	969	55	591	100	1143	89	1527
	634	81	533	100	1800	100	2148
Волоснец сибирский	531	100	659	98	1865	94	2087
	400	94	441	—	2047	100	2377
Пырей бескорневищный	1184	28	470	100	3200	100	4540
	980	94	996	92	4620	100	5160
Лисохвост луговой	882	65	699	100	2360	81	2567
	—	—	—	—	—	—	—
Канареечник тростниковидный	—	—	—	—	—	—	—
	700	60	528	100	1290	88	3320
Бекмания восточная	—	—	486	100	1199	62	1220
—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание. Верхняя строка — данные на мерзлотных почвах, нижняя — на таликовых.

Таблица 11

Распределение корневой системы многолетних трав по весу при посеве на мерзлотных почвах, %

Вид	Сорт, форма	Год жизни трав	Слой почвы, см			
			0—50	5—10	10—15	15—20
Регнерия	Ленская	3	50	25	13	12
		4	59	14	15	12
Костер безостый	Маршанский 760	3	67	13	16	4
		4	79	5	4	12
Волоснец сибирский	Камалинский 7	3	41	27	21	11
		4	48	26	13	13
Пырей бескорневищный	Камалинский 175	3	78	13	5	4
		4	78	6	11	4
Лисохвост луговой	Московский 1409	3	58	22	12	8
		4	74	9	10	7
Бекмания восточная	Личные сборы из пос. Мяунджа Магаданской области	3	59	18	12	11
		4	70	12	10	8

ния в этой зоне, размещена таким образом (табл. 11), что основная масса корней (по весу) находится в поверхностном пахотном слое. Распределение корней по глубине наглядно свидетельствует о том, как каждый вид решает дилемму: «тепло, но нет влаги» и «холодно, но есть влага».

Регнерия Ленская, например, выделенная из дикой якутской флоры, сформировавшейся на мерзлотных почвах, для размещения своей корневой системы предпочла холодные, но увлажненные слои почвы; в поверхностном 5-сантиметровом слое у нее размещается лишь около половины корней (см. табл. 11). Пырей бескорневищный сорта Камалинский 175, выведенный на талых почвах и не знавший мерзлоты, наоборот, подавляющую часть корневой системы (78%) размещает в пересушенном, но теплом поверхностном слое почвы и лишь самую незначительную часть (4%) — в холодном слое (15—20 см). И если на третьем году жизни при посеве на мерзлотных почвах у пырея бескорневищного по всем слоям наблюдается «подтягивание» корневой системы к теплым поверхностным слоям почвы (табл. 12), то у регнерий хорошо прослеживается процесс увеличения количества корней в более глубоких слоях.

Из данных табл. 11 и 12 видно, как реагирует на мерзлотность почв костер безостый. С одной стороны, как довольно теплолюбивый вид он также 67—79% корней размещает в поверхностном слое и на мерзлоту реагирует дальнейшей концентрацией в поверхностном слое (с 67 до 79%), с другой,— в его популяции обозначались «особо холодостойкие» формы, предпочитающие некоторое снижение температуры среды острому недостатку влаги. Они-то и начали осваивать нижеследующие слои почвы.

Табица 12

Распределение корневой системы многолетних трав по весу при посеве на таликовых и мерзлотных почвах на третьем году жизни, %

Почвы	Слой почвы			
	0—5	5—10	10—15	15—20
Костер безостый				
Таликовые (контроль)	57	21	11	11
Мерзлотные	67	13	16	4
% к контролю	117	62	145	36
Пырей бескорневищный				
Таликовые (контроль)	72	14	7	7
Мерзлотные	78	13	5	4
% к контролю	108	93	71	57
Регнерия				
Таликовые (контроль)	63	17	13	7
Мерзлотные	59	14	15	12
% к контролю	94	82	115	171

Близкими к костру по вертикальному распределению корневой системы оказались также лисохвост луговой и бекмания восточная.

Несмотря на то, что у всех видов трав основная масса корней расположена в верхнем 10-сантиметровом слое, у отдельных видов даже на мерзлотных почвах корни проникают гораздо глубже.

К концу лета, когда глубина оттайки наибольшая и достигает 150 см, раскопка корневой системы трав показала, что в этих условиях максимальная глубина их проникновения различна. Если у пырея бескорневищного она не превышает 29 см, то у костра безостого, волоснеца сибирского и бекмании восточной отдельные корни достигают 36—42 см (рис. 3). И, наконец, у такого вида, как лисохвост луговой, корни ближе всех могут приближаться к зеркалу вечной мерзлоты, заглубляясь до 49 см.

Эту видовую особенность трав необходимо учитывать при создании на мерзлотных почвах культурных сенокосов и пастбищ, когда решается вопрос о выборе толщины расчетного слоя почвы, необходимого для определения поливных норм.

Однако на мерзлотных почвах для растений сложно не только заглубляться в холодные горизонты почвы. Особенно затруднено усвоение корнями воды и питательных веществ.

Все ли виды трав одинаково способны поглощать воду из холодных слоев мерзлотных почв? Об этом может дать представление реакция растений на мерзлотность почв. Под ее влиянием изменяется высота травостоя и урожайность, меняется структура урожая и, наконец, семенная продуктивность, ха-

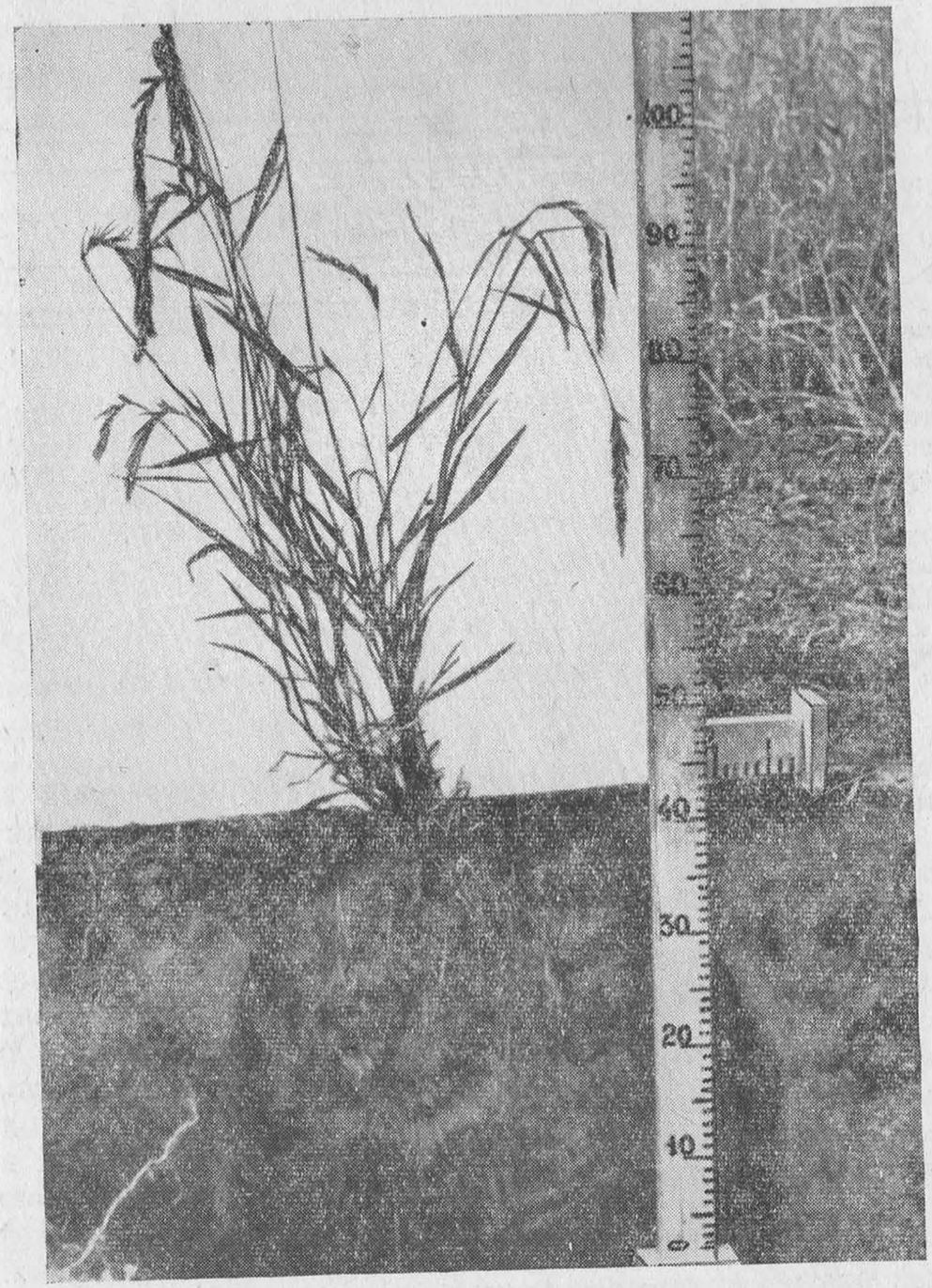


Рис. 3. Раскопки показали, что у волоснеца сибирского, при посеве на мерзлотных почвах, отдельные корни проникают на глубину 40—42 см. Второй год жизни трав, 1970 г., опыты в совхозе «Среднеканский». Фото *Г. В. Денисова.*

рактеризующая потенциальные возможности репродуктивного размножения вида в данных условиях.

Оказывается, далеко не все виды многолетних трав в одинаковой мере отрицательно реагируют на мерзлотные почвы. Так, различные виды регнерий, выделенные из дикой флоры Якутии (целиком размещенной в зоне вечной мерзлоты), при посеве на мерзлотных почвах не уменьшают высоты травостоя по сравнению с посевами на таликах (табл. 13). Однако близкий

Таблица 13

Высота травостоя многолетних трав при посеве на мерзлотных и таликовых почвах на втором — четвертом году жизни

Вид	1970 г.			1971 г.			1972 г.		
	Т* (контроль)	М*	% к контролю	Т (контроль)	М	% к контролю	Т (контроль)	М	% к контролю
	см			см			см		
Регнерия **	69,2	70,5	102	84,8	94,9	112	105,0	101,1	96
Пырей бескорневищный	70,0	47,8	68	92,6	75,5	82	102,5	78,1	76
Костер безостый . .	46,1	56,0	121	102,4	106,7	104	121,5	111,7	92
Волоснец сибирский	62,8	75,4	120	70,0	111,8	160	82,3	80,2	97
Канареечник тростниковидный . . .	41,5	—	—	98,0	—	—	109,0	—	—
Лисохвост луговой . .	—	51,3	—	—	80,0	—	—	89,6	—
Бекмания восточная .	—	73,5	—	—	85,0	—	—	88,4	—

* — таликовые, М — мерзлотные почвы.

** Среднее по формам различных регнерий, выделенных Д. П. Яковенко из дикой флоры Якутии на мерзлотных почвах.

к регнериям пырей бескорневищный, сформировавший свою наследственность в условиях сезонно-мерзлотных почв низкоширотных территорий, при посеве на мерзлотных почвах формировал травостой, высота которого в любой год была от 18 до 32% ниже травостоя того же сорта пырея бескорневищного, посеянного на таликовых почвах. Волоснец сибирский, введенный в культуру в Восточной Сибири (в ареал ее входят Верхне-Ленский, Центрально-Якутский, Яно-Индигирский и Колымский районы ЯАССР, с их вечной мерзлотой и мерзлотными почвами) и имеющий особенно широкое распространение здесь (Усанова, Перфильева, 1966), при посеве на мерзлотных почвах чувствовал себя не хуже, а подчас и лучше, чем в таликовых. Два года из трех его травостой на мерзлотных почвах был выше, чем на таликовых (20—60%) и только один год, отличавшийся лучшей влагообеспеченностью в этих экологически различных местообитаниях, травостои были равны. Таким образом, если условно принять высоту травостоя за индикатор экологической обеспеченности вида, приняв за контроль (100%) наиболее приспособленный к условиям зоны регнерий, то окажется, что на таликовых почвах лучше всех себя чувствует пырей бескорневищный (97—109%), а на мерзлотных — волоснец сибирский, костер безостый и бекмания восточная (соответственно 79—118, 80—113 и 87—104%).

По-разному реагировали виды и их сорта на мерзлотность почв и спецификой побегообразования, во многом предопределяющей тип хозяйственного использования многолетних трав. При изучении ее динамики на втором году жизни (табл. 14)

Таблица 14

Динамика побегообразования у многолетних трав второго года жизни при посеве на таликовых и мерзлотных почвах (1970 г.), %

Дата	Генеративные		Вегетативные			
			удлиненные		укороченные	
	Т	М	Т	М	Т	М
1	2	3	4	5	6	7
Бекмания восточная						
30 июня	—	76	—	13	—	11
30 июля	—	76	—	16	—	8
30 августа	—	80	—	20	—	—
Волоснец сибирский						
30 июня	—	69	—	31	—	—
30 июля	—	79	—	20	—	1
30 августа	—	84	—	16	—	—
Костер безостый						
30 июня	13	24	87	75	—	—
30 июля	18	16	70	57	12	27
30 августа	12	6	40	72	38	22
Лисохвост луговой						
30 июня	—	25	—	33	—	14
30 июля	—	72	—	32	—	35
30 августа	—	3	—	35	—	51
Пырей бескорневищный						
30 июня	82	—	17	—	1	—
30 июля	80	—	14	—	6	—
30 августа.	61	—	34	—	5	—
Пырей бескорневищный (Камалинский 175)						
30 июня	—	32	—	59	—	9
30 июля	—	76	—	17	—	7
30 августа	—	61	—	31	—	8
Регнерия изменчивая (р. Ленская)						
30 июня	71	89	17	14	12	—
30 июля	78	86	15	9	7	5
30 августа	72	83	19	13	9	4

Примечание. Т — таликовые, М — мерзлотные почвы.

видно, что (как и ранее по высоте) регнерия Ленская проявила способность хорошо мириться с мерзлотными почвами. Уже к 30 июня 89% ее побегов относилось к генеративным , в то время как у пырея сорта Камалинский 175 они составляли всего 32%, свидетельствуя о том, что мерзлотные почвы депрессируют его генеративную деятельность. До самого конца вегетации доля вегетативно-удлиненных и укороченных побегов в

Таблица 15

Урожай сена многолетних трав, убранных в различные фенологические фазы (1970 —1972 гг.), ц/га

Вид	Число сортов (форм)	Число повторений опытов по виду	Фаза	Год жизни			В среднем за 3 года	
				2-й	3-й	4-й	ц/га	% к контролю
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Посев на прирусловом талике р. Колымы								
Канареечник тростниковидный*	1	3	Колошение	15,6	—	18,6	17,1	49
			Цветение (контроль)	30,2	—	39,8	35,0	100
			Созревание	31,0	37,6	49,4	39,3	129
Костер безостый	3	12	Колошение	19,7	26,9	43,4	30,0	70
			Цветение (контроль)	26,2	36,3	65,9	42,8	100
			Созревание	16,9	62,7	83,2	54,2	127
Пырей бескорневищный	1	3	Колошение	31,0	—	32,8	31,6	73
			Цветение (контроль)	52,6	—	33,5	43,0	100
			Созревание	38,2	47,6	40,0	41,9	97
Регнерия	5	18	Колошение	36,2	20,3	37,3	31,2	97
			Цветение (контроль)	25,1	31,5	39,7	32,1	100
			Созревание	25,1	56,4	44,9	42,1	131
Посев на мерзлотной почве								
Бекмания восточная	1	4	Колошение	29,4	5,8	18,4	17,8	77
			Цветение (контроль)	26,8	18,3	24,2	23,1	100
			Созревание	16,4	38,7	33,0	29,3	127
Волоснец сибирский	2	8	Колошение	22,5	30,6	23,8	25,6	76
			Цветение (контроль)	35,5	32,6	32,8	33,6	100
			Созревание	18,2	45,2	42,4	35,2	105
Костер безостый	6	20	Колошение	14,6	11,2	27,5	17,7	49
			Цветение (контроль)	24,1	38,5	46,8	36,4	100
			Созревание	31,0	44,9	60,4	45,4	125
Лисохвост луговой	1	4	Колошение	10,3	6,9	18,9	12,0	57
			Цветение (контроль)	18,8	17,8	27,1	21,2	100
			Созревание	12,2	40,5	30,2	27,6	130
Пырей бескорневищный	1	4	Колошение	15,0	—	24,4	19,7	66
			Цветение (контроль)	26,2	—	33,6	29,9	100
			Созревание	23,9	36,3	39,2	33,1	111
Регнерия	6	24	Колошение	24,8	19,6	31,4	25,1	77
			Цветение (контроль)	27,8	30,9	38,6	32,4	100
			Созревание	26,3	50,1	36,0	37,4	115

* Канареечник тростниковидный за 4 года генеративных побегов не образовал, урожай его определялся в срок прохождения фенофаз костром безостым.

травостое регнерии Ленской была незначительной. Это позволяет, с одной стороны, рассчитывать на высокую семенную продуктивность сорта, а с другой — отнести его при посеве в данных условиях к кормовым злакам сенокосного использования.

Лисохвост луговой, как мы видели ранее, имеет наиболее заглубленную корневую систему, что позволило ему, несмотря на засушливость лета, обеспечить почти непрерывное кущение. И если в конце июня по вертикальному распределению фитомассы в травостое он приближался к кормовым злакам сенокосного типа использования, то к концу августа подавляющая часть побегов его растений приходилась на побеги вегетативные. Иными словами, в этот период лисохвост стал злаком, близким к сенокосно-пастбищному типу.

Костер безостый при посеве на мерзлотных почвах в начале лета отличался от представителей своего вида, высеянных на талике, почти 2-кратным превосходством доли генеративных побегов. Однако к концу вегетации (30/VIII) большее число побегов его растений относилось к вегетативно-удлиненным (72% — против, 40% на таликовых почвах). Таким образом, костер безостый по типу использования при посеве на мерзлотных почвах приблизился к злакам сенокосно-пастбищным, в то время как на талике он был ближе с сенокосному типу использования. Из других видов, хорошо приспособившихся к условиям произрастания на мерзлотных почвах, по этому признаку необходимо отнести волоснец сибирский и бекманию восточную. На протяжении всего лета доля вегетативно-удлиненных побегов у них не превышала 20%, вегетативно-укороченные побеги к концу лета отсутствовали вообще, т. е. по структуре урожая они относились к травам сенокосного использования.

УРОЖАЙ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ТАЛИКОВЫХ И МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВАХ

На четвертый год жизни многолетних трав посева 1969 г. стало возможным проанализировать урожайность видов, выделившихся из всего набора выживших к этому времени на таликовых и мерзлотных почвах. В обоих случаях у большинства видов трав наблюдается заметное увеличение сухой массы после цветения (табл. 15). На таликовых почвах особенно значителен прирост сухой массы растений после цветения у регнерий (31%). На мерзлотных, лучше обеспеченных влагой, почвах прирост этот составляет только 15%. Следовательно, род регнерий, хотя и отличается высокой морозостойкостью, предпочитает теплые, хорошо прогреваемые почвы.

На мерзлотных почвах наивысший прирост сухой надземной массы наблюдается у лисохвоста лугового, бекмании восточной и костра безостого (125—130%). Практически прекращается прирост сухой массы после цветения у волоснеца сибирского. И это понятно. Из всех видов у него самый низкий удельный вес вегетативно-удлиненных побегов и почти нет вегетативно-укороченных. Если все другие виды трав на осеннее улучшение влагообеспеченности отвечают интенсивным ростом вегетативных побегов, то волоснец этой возможности лишен. Правда, в этот период в узле кущения растет число почек, но побеги они дают лишь на следующий год.

На мерзлотных почвах в период созревания семян репродуктивных побегов растений хорошо продолжают расти генеративные побеги у лисохвоста лугового, бекмании восточной, несколько хуже у регнерий. Ввиду того, что молодые побеги и листья хорошо обводнены и удельный вес их в урожае значителен, выход сена (табл. 16) и после созревания семян многолетних трав остается относительно невысоким.

Таблица 16

Выход сена из зеленой массы многолетних трав различных видов при их возделывании на различных типах почв и уборке в различные фенологические фазы, %

Вид	Криогенная категория почв	
	таликовые (старопойменные)	мерзлотные (таежные) торфянисто-глеевые
1	2	3
Бекмания восточная		
Колошение	—	25,2±14,1
Цветение	—	40,2±18,0
Созревание	—	52,7±3,0
Волоснец сибирский		
Колошение	—	36,0±6,6
Цветение	—	43,7±13,4
Созревание	—	54,6±7,1
Костер безостый		
Колошение	34,1±6,5	29,2±4,2
Цветение	39,0±4,2	46,0±4,6
Созревание	48,3±5,3	49,6±5,2
Лисохвост луговой		
Колошение	—	26,0±3,5
Цветение	—	30,8±5,9
Созревание	—	41,5±12,9
Пырей бескорневищный		
Колошение	37,9 ±3,5	41,2±4,8
Цветение	47,2±15,5	50,1±11,3
Созревание	54,6±11,2	54,6±8,0
Регнерия		
Колошение	38,2±6,4	39,7±8,7
Цветение	42,2±8,8	46,4±10,4
Созревание	46,1±15,8	55,1±6,5

Эта особенность роста и развития многолетних трав в условиях Севера ценна тем, что параллельно с процессом старения, увеличения доли клетчатки в генеративных побегах идет формирование высокобелковой нежной ткани вегетативных побегов, которые к тому же отличаются хорошей облиственностью (а стало быть, и питательностью). Такая двунаправленность процессов в одном растении приводит к тому, что многие виды злаковых трав в фенофазах плодоношения и осыпания семян содержат значительное количество протеина и относительно небольшое количество клетчатки (Егоров, 1960; Сергеев, 1970).

Растения, произрастающие в условиях Северо-Востока, в сравнении с растениями более южных и центральных районов страны отличаются повышенным содержанием сахаров. В осеннее время при значительно пониженных температурах накапливается больше сахаров, чем летом, поэтому силосовать многолетние травы можно до самых осенних заморозков (Егоров, 1960).

Говоря об урожайности многолетних трав в опыте, необходимо отметить, что на таликовых и мерзлотных почвах первые места принадлежат инорайонным интродуцентам — волоснецу сибирскому, пырею бескорневищному, костру безостому, вторые — местным регнериям (табл. 17). Следовательно, полевое кормопроизводство Северо-Востока нельзя строить на возделывании только кормовых трав, выделенных из местной флоры.

Надо сказать, что канареечник тростниковидный за все 4 года жизни так и не выбросил метелки, не дал семян, но урожай зеленой массы его рос от года к году — облиственность была неизменно высокой (70—72%). Это заставляет думать, что изучение культуры канареечника (интродукцию инорайонных образцов Вировской коллекции, окультуривание канареечника дикой флоры Якутии) необходимо продолжать.

Таблица 17

Урожайность сена многолетних трав, посеянных на мерзлотных почвах и убранных в фазу цветения (1970/71 г.), ц/га

Вид	Криогенное состояние земель	
	таликовые (контроль)	мерзлотные
Бекмания восточная . .	—	23,1
Канареечник тростниковидный	35,0	—
Волоснец сибирский . .	—	33,6
Костер безостый. . . .	42,8	36,4
Лисохвост луговой . . .	—	21,2
Пырей бескорневищный	43,0	29,9
Регнерия	32,1	32,4

Примечание. Приведены данные одного укоса.

На переход с таликовых на мерзлотные почвы травы реагируют различно (см. табл. 17). При таком «переходе» на 30% снизилась урожайность пырея бескорневищного и на 15%—костра безостого. Урожайность же регнерии осталась прежней.

Прослеживается ли эта закономерность по другим морфологическим показателям? Высота репродуктивных побегов у злаковых трав, обычно весьма остро реаги-

Таблица 18

Реакция видов многолетних трав на наличие вечной мерзлоты изменением высоты генеративных побегов в период цветения (1970—1972 гг.)

Вид	1-й год жизни			3-й год			4-й год		
	Т	М	% к таликам	Т	М	% к таликам	Т	М	% к таликам
Регнерия	69,2	70,5	101	84,8	94,9	112	105,0	101,1	96
Пырей бескорневищный	70,0	47,8	68	92,6	75,5	82	102,4	78,1	76
Костер безостый. . .	46,1	56,0	121	102,4	106,7	104	121,5	111,7	92
Волоснец сибирский	62,8	75,4	120	70,0	111,8	160	82,3	80,2	97
Влагообеспеченность вегетационного периода, % к многолетней средней	Очень плохая		43	Очень плохая		39	Хорошая		129

Примечание. Т — таликовые старопойменные почвы; М — мерзлотно-таежные почвы; многолетняя норма осадков (июнь—сентябрь) равна 66,1 мм.

рующая на изменение условий возделывания, снизилась на мерзлотных почвах от 18 до 32% (табл. 18), тогда как регнерии практически не меняли высоты, а репродуктивные побеги костра безостого на мерзлотных почвах во все годы были выше, чем на таликах. По этому же признаку волоснец сибирский в условиях остро засушливого лета (1970, 1971 гг.) на мерзлотных почвах чувствовал себя лучше, чем на таликовых, а в год улучшения влагообеспеченности (1972 г.) репродуктивные побеги у него достигли рекордной высоты в обоих местообитаниях. Это еще раз подтверждает что основным фактором, лимитирующим получение его высоких урожаев, является пониженная температура корнеобитаемого слоя, а не недостаточная влагообеспеченность.

Опыты, проведенные в 1969—1973 гг. на землях совхоза «Среднеканский», наглядно показали, что как на таликовых прирусловых землях р. Колымы, так и на ныне широкоосваиваемых мерзлотно-таежных торфянисто-глеевых почвах с успехом можно выращивать многолетние травы на сено и зеленый корм. Пригодны для этой цели лишь зимостойкие виды, такие как волоснец сибирский, костер безостый, пырей бескорневищный, лисохвост луговой, канареечник тростниковидный, бекмания восточная и регнерия. В богарных условиях они обеспечивают за один укос в зависимости от агрофона, вида трав и почв средний урожай сена 21—43 ц/га. Наивысшая отавность выявлена у костра безостого и лисохвоста лугового, в благоприятные годы урожай сена второго укоса составлял 12—14 ц/га.

Особенно качественное сено дают посевы канареечника тростниковидного, облиственность его растений достигает 73%.

Высока она и у лисохвоста лугового (65%). В урожае остальных видов трав листья составляют 52—55%.

Многолетние травы ценны тем, что уже к концу августа они дают зрелые семена со всхожестью 65—72% и более. Лисохвост луговой дает 2—2,2 ц/га кондиционных семян, регнерии и пырей бескорневищный — 4—5, а костер безостый и волоснец — 6—8 ц/га, притом в условиях засушливого климата и относительно невысоких доз удобрений.

Организация орошения посевов многолетних трав в пойме р. Колымы и улучшение агротехники их возделывания, бесспорно, позволяют повысить урожайность до 70—100 ц высококачественного сена с гектара.

ЛИТЕРАТУРА

Аронов В. А. Итоги опытной работы по растениеводству на Колыме. Магадан, 1944. 211 с.

Денисов Г. В. Первые опыты возделывания многолетних трав на Колыме.— «Труды Магаданского зонального НИИ сельского хозяйства Северо-Востока», Магадан. 1970, вып. 1, с. 201—209.

Денисов Г. В., Нетребов В. П. Многолетние травы в Магаданской области.— «Корма», 1974а, № 3, с. 44—45.

Денисов Г. В. Основные вопросы создания высокопродуктивных кормовых фитоценозов на Северо-Востоке.— В кн.: Биологические проблемы Севера. VI симпозиум. Якутск, 1974б, вып. 3, с. 68—73. (Тезисы докладов).

Егоров А. Д. Химический состав кормовых растений Якутии (лугов и пастбищ). М., 1960, 210 с.

Нетребов В. П. Возделывание многолетних трав в континентальной зоне Магаданской области.— В кн.: Биологические проблемы Севера. VI симпозиум. Якутск, 1974, вып. 4, с. 96—100. (Тезисы докладов).

Усанова В. М., Перфильева В. И. Определитель кормовых растений Якутии. М.—Л., 1966. 116 с.

Сергеев А. В. Химический состав и кормовая характеристика растений Северо-Востока СССР. Автореф. докт. дис. Алма-Ата, 1970. 28 с

Стариков Г. Ф. Леса Магаданской области. Магадан, 1958.

Т. Ф. Галактионова, А. А. Егорова, В. И. Захарова, И. П. Матвеева, А. И. Неустроева

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОРМОВЫХ ЦЕНОЗООБРАЗОВАТЕЛЕЙ В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ Р. КОЛЫМЫ

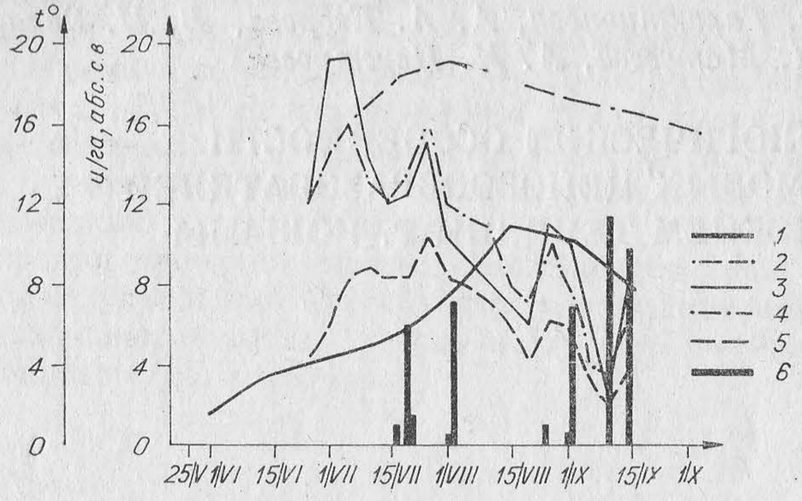
Биологические особенности определяют роль каждого вида в фитоценозе и в целом растительный покров.

К востоку от р. Лены широко распространены пушица влагалищная и ива красивая, имеющие большое значение для оленеводства. Они составляют основу закустаренных кочкарниковых влагалищно-пушицевых тундр в комплексе с осоково-пушицевыми болотами (Андреев, Нахабцева, 1974). Некоторые общие указания о биологии пушицы влагалищной и ивы красивой имеются в работах И. Г. Серебрякова (1963), Н. Г. Соломеич (1970), Т. Г. Полозовой (1970), В. Ф. Шамурина (1966). Нами эти растения изучались в 1970—1971 гг. под руководством д-ра биол. наук В. Н. Андреева на закустаренном влагалищно-пушицевом болоте, переходном к тундре (пос. Походск Нижнеколымского района). Климат района континентальный. Безморозный период 65 дней.

Важнейший экологический фактор, ограничивающий в тундре развитие растений — недостаток тепла. Высота основной массы растений 30—40 см. Растения располагаются в приземном, наиболее теплообеспеченном слое воздуха. Для их развития большое значение имеют положительные температуры воздуха и почвы в июне — первой половине июля.

Сотрудники лаборатории почвоведения Института биологии ЯФ СО АН СССР, канд. геогр. наук Д. Д. Саввинов и В. И. Романов проводили наблюдения за температурой почвы на глубине 5 см, приземного слоя воздуха и на высоте 1, 5 м. Максимальная температура воздуха на высоте 1,5 м наблюдается в конце июня — начале июля (19°), в приземном слое (16°) и на глубине 5 см (9°) в конце июля. С повышением температуры воздуха и почвы (июнь — июль) при достаточной влажности корнеобитаемого слоя повышается запас надземной фитомассы. В дальнейшем, в августе и сентябре, запас надземной фитомассы уменьшается (см. рисунок).

Значительную часть года растения находятся под снегом. В окрестностях пос. Походска устойчивый снежный покров



Запас надземной фитомассы растений.

Запас надземной фитомассы: *1* — пушицы влагалищной, *2* — ивы красивой; температура воздуха: *3* — на высоте 1,5 м, *4* — на поверхности почвы, *5* — на глубине 5 см; *6* — осадки.

устанавливается 23—26 сентября и лежит до середины — конца мая. Глубина снега 18—43 см при плотности в декабре 0,10—0,16 г/см³.

Рассматриваемые виды произрастают в сообществах с участием *Carex wiluica*, *Alnus fruticosa*, *Betula exilis*, *Vaccinium vitis idaea*, *Ledum decumbens*, *Vaccinium uliginosum*. Пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum* L.) — плотнодерновинное растение, образующее кочки высотой до 30 см, диаметром 10—30 см. На 1 м² закустаренного влагалищно-пушицевого болота приходится семь кочек. В формировании кочек Т. Г. Полозова (1970) выделила четыре возрастных периода: 1) плоской сплошной дерновинки — 20%; 2) выпуклой кольцевой дерновинки (молодые генеративные побеги) — 14%; 3) типичной кочки — 66%; 4) старой кочки, на которой происходит резкое снижение интенсивности кущения.

Для растения тундровой зоны характерно формирование почек возобновления летом предшествующего года.

В 1970 г. зачатки соцветий появились к 15 июля и к началу августа их формирование закончилось. В количестве 358 соцветий на 1 м² они остались на зиму. Весной 1971 г. (конец мая) после схода снега при температуре воздуха 4—5° началось цветение 265 зачатков соцветий пушицы на 1 м², что составило 74% количества заложенных зачатков соцветий в 1970 г. Высота генеративных побегов ко времени схода снега не превышала 6—7 см, к середине июня увеличилась до 40—45 см. К началу августа цветоносы стали бурыми и часть их опала.

На следующее лето количество заложенных зачатков соцветий оказалось таким же, но появление их было отмечено с 1 августа по 15 сентября. У побегов пушицы влагалищной ранней весной формируются два листа. Летом они выполняют роль

ассимилирующих органов. Поздней осенью или к весне один из них частично или полностью отмирает, а другой — на следующий вегетационный период. Со второй половины июля вновь появляются листья. Продолжительность жизни листьев пушицы с момента их появления 2—2,5 года. Это было проверено наблюдениями Н. Г. Солоневич (1970) и подтверждается нашими данными.

В июне на 1 м² приходилось 2968, в августе — 10 692 листьев. В сентябре, с пожелтением части листьев, количество их уменьшается. Зелеными в течение зимы остается около 10% листьев прошлого и текущего года. Запас надземной фитомассы в начале июня составит 1,63 ц/га в абсолютно сухом состоянии (максимальный в конце августа — 15 ц/га), к середине сентября уменьшился до 7,91 ц/га (52%).

В районе стационара пушица начинает цвести с 22—29 мая по 4—10 июня. В районе Тикси (Шамурин, 1966) наиболее ранний срок цветения отмечен с 28 мая, на стационаре «Сивая Маска» — с 10—15 по 20—25 июня (Солоневич, 1970).

Ива красивая (*Salix pulchra* Charm.) растет среди кочкарниковых и ерниково-моховых тундр. На закустаренном влагалищно-пушицевом болоте в районе стационара на 1 м² приходится 11 кустов ивы. В начале июня появляются первые цветки. Разгар цветения наблюдается к середине июня. Семена созревают неравномерно: сначала раскрываются коробочки с южной хорошо прогреваемой стороны, а затем через 2—3 дня остальные. Осыпание семян наблюдается во второй половине июня.

К началу июля листья полностью распускаются, достигая наибольшей длины 6—7 см. В конце июля — начале августа они начинают желтеть, а в конце августа отмечается массовое пожелтение. Часть листьев сохраняется в отмершем виде в последующие годы и постепенно разрушается. А. К. Скворцов (1968) рассматривает это как видовой признак для ивы красивой. Запас листьев в июле составил 0,07 ц/га, во второй половине августа — 2,25 ц/га и в сентябре — 1,04 ц/га.

У ивы красивой кроме листьев фитомассу составляют стебли и побеги. В 1971 г. на их долю приходилось 16,24 ц/га. Общий объем надземной фитомассы в середине июня был 16,31, в начале августа — 18,97 ц/га. Во второй половине августа с опадением листьев количество фитомассы уменьшается.

В. Ф. Шамурин (1966) отметил для Тикси период цветения ивы с 6—14 июня по 20—30 июня. Для других районов севера данных по фенологии ивы красивой нет. Полного развития ива достигает в начале июля, а к середине сентября вегетационный период заканчивается. Нашими исследованиями установлено, что в тундровой зоне Якутии растения развиваются на 10—15 дней раньше, чем на Европейском Севере, полного развития растения достигают в первой половине июля.

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ ГИДРОФИТНЫХ ТРАВ

Цель нашего исследования — изучить сезонное изменение надземной фитомассы у пушицы узколистной и арктофилы рыжеватой, образующих наиболее распространенные группировки в низовьях р. Колымы и имеющих важное значение для оленеводства. Запас надземной фитомассы изучался методом модели, разработанным в Институте биологии ЯФ СО АН СССР (Андреев и др., 1972).

Для каждого вида растений была выделена площадка размером 4 м². Учеты проводились дважды в месяц с интервалами в 15 дней в летне-осенний период (с июня по сентябрь) и по одному — в зимний и ранневесенний. Ранневесенний учет велся только в 1971 г., так как весенние запасы надземной фитомассы не отличаются от декабрьских.

Учетная площадка для пушицы узколистной расположена на осоково-пушицевом болоте (пойменная терраса р. Колымы) и прибрежных зарослях арктофилы. В травостое доминирует пушица узколистная с небольшой примесью сабельника болотного, осоки прямостоящей, осоки каменной, калужницы болотной, лютика Палласа. На учетной площадке чистый травостой пушицы. Почва переувлажнена.

Участок с арктофилой рыжеватой расположен на дне спущенного в 1943 г. озера (5 × 0,4 км). На его дне развился пестрый травостой с арктофилой по наиболее низким местам, к которой примешиваются калужница болотная и хвощ топяной. На более повышенных участках преобладает пушица узколистная с участием пушицы Шейхцера, лисохвоста сизого и щавеля арктического. Еще выше развиваются заросли мятлика живородящего. Участок заливается ежегодно — обычно с 10 по 20—22 июня и осенью по пониженным местам. На учетной площадке чистый травостой арктофилы.

РЕЗУЛЬТАТ ИССЛЕДОВАНИЙ

Пушица узколистная. Запас надземной фитомассы у пушицы узколистной представлен генеративными побегами и прикорневыми листьями. Листья развиваются постепенно и своего максимального развития достигают в конце июля — начале августа. В первой половине августа начинается побурение листьев на 1—3 см от кончика листа, а к середине месяца побурение составляет в среднем 15—20 см. С побурением происходит постепенное отмирание и опад листьев. В сентябре все листья желтеют, но их основания остаются зелеными в среднем на 7—9 см. В таком виде листья уходят под снег.

На 1 м² в июне 1971 г. насчитывалось 559 листьев, в середине июля их количество увеличилось в 2,2 раза, в августе — в 3,1, в сентябре уменьшилось в 2 раза (по отношению к максимальному количеству табл. 1). В декабре бурых листьев было 508 (уменьшилось в 3,4 раза от общего количества листьев в июле). Зеленую часть оснований листа сохранили 914 листьев, или 44,9% общего количества на 4 м². В декабре 960 листьев, или 25,6% сохранили зеленую часть.

Средняя максимальная длина 1 листа в эти годы наблюдалась в конце июля — начале августа, причем в 1971 г. она превышала аналогичный показатель 1972 г. на 5,9 см.

Максимальное увеличение веса 1 см длины листа (2,45 мг) приходилось в 1971 г. на середину августа, а в 1972 г. — на конец июля (2,53 мг). Средний вес 1 листа увеличивается до середины августа, затем постепенно уменьшается (1971 г.). В 1972 г. средний вес 1 листа увеличивался до конца июля, затем наблюдалось постепенное уменьшение. Общий вес листьев увеличивался постепенно. Наибольший вес составил 0,121 кг/м² в начале августа (1971 г.) и 0,125 кг/м² в конце июля (1972 г.).

В отличие от прикорневых листьев генеративные побеги дают незначительную фитомассу. Зацветает пушица в первой половине июня, начинает отцветать уже с середины июня. Своего максимального развития генеративные побеги достигают в конце июня — начале июля; в фазе плодоношения у них прекращается рост и развитие. Начинается побурение побегов, в связи с этим и уменьшается их количество. Часть побегов опадает. В 1971 г. генеративных побегов на учетной площадке было в 2 раза больше, чем в 1972 г. Есть несколько мнений о их развитии. Одно — о влиянии погодных условий, другое — о влиянии мышевидных грызунов (Тихомиров, 1959; Андреев и др., 1974). По всем показателям данные 1972 г. ниже данных 1971 г.

Наибольший запас надземной фитомассы пушицы узколистной составил в 1971 г. 12,8 ц/га (начало августа), а в 1972 г. 12,2 ц/га (конец июля).

Арктофила рыжеватая (*Arctofila fulva* (Trin.) Anders) широко распространена в тундровой зоне. Учет ее, так же как пушицы узколистной, начинали в конце июня — после спада полых вод. Растение представлено в основном вегетативными и небольшим количеством генеративных побегов. Длина листьев у арктофилы 1—30 см, изредка достигает 33—35 см. Поэтому составлено 10 градаций листьев. Количественно листья нарастают постепенно. Максимальное количество их отмечено в первой половине августа и в конце июля (табл. 2). В первый год листья учитывались по двум генерациям — летние и осенние. К летним относятся появившиеся в поздневесенний и летний сезоны, а к осенним — в раннеосенний, т. е. с середины августа. Летние листья буреют с середины августа, а осенние — в начале сентября. В середине сентября все листья желтеют. Изменения

Таблица 1

Сезонные изменения надземной фитомассы пушицы узколистной

Показатель фитомассы	1971 г.							1972 г.								
	18/III	18/VI	5/VII	21/VII	7/VIII	19/VIII	7/IX	17/IX	10/XII	25/VI	11/VII	24/VII	11/VIII	25/VIII	9/IX	17/IX	22/XII
Листья																	
Количество на 1 м²	370	559	1189	1257	1433	1764	1376	868	508	1437	1701	1900	2001	1790	1664	1358	939
Средняя длина 1 листа, см	33,800	14,700	30,700	33,700	33,700	32,300	32,400	26,000	31,000	21,800	25,400	27,200	27,100	23,900	23,000	20,100	18,600
Средний вес 1 см длины, мг	2,180	1,400	2,130	2,300	2,280	2,450	1,790	1,760							2,160*	1,870	1,990
Средний вес 1 листа г	0,043	0,021	0,071	0,081	0,082	0,069	0,059	0,038	1,660	1,750	2,420	2,530	2,280	2,240	2,110	1,950	2,100
Общий вес листьев на 1м², кг	0,015	0,012	0,084	0,102	0,118	0,121	0,082	0,033	0,046	0,035	0,059	0,067	0,059	0,051	0,044	0,039	0,034
									0,027	0,050	0,100	0,125	0,119	0,092	0,073	0,053	0,032
Генеративные побеги																	
Количество на 1 м²	—	—	34	30	28	28	20	10	—	16	15	15	14	—	—	—	—
Средняя высота 1 побега, см	—	—	34,500	43,100	40,700	41,100	38,600	39,700	—	22,200	30,300	28,100	28,400	—	—	—	—
Средний вес 1 см длины, мг	—	—	11,910	10,240	7,420	6,190	6,080	5,790	—	9,740	8,200	7,690	6,770	—	—	—	—
Средний вес 1 побега, г	—	—	0,475	0,441	0,362	0,216	0,226	0,216	—	0,215	0,236	0,2170	0,193	—	—	—	—
Общий вес побегов на 1 м²	—	—	0,016	0,013	0,010	0,006	0,005	0,002	—	0,0035	0,003	0,003	0,003	—	—	—	—
Запас надземной фитомассы																	
Фитомасса, ц/га	1,500	1,200	10,000	11,500	12,800	12,700	8,700	3,500	2,700	5,300	10,400	12,800	12,200	9,200	7,300	5,300	3,200

* В числителе — вес бурых листьев; в знаменателе — вес зеленых.

средней длины, среднего веса 1 см длины и среднего веса 1 листа по данным двух лет постепенны. Наибольший запас листьев в середине августа (см. табл. 2).

Генеративные побеги арктофилы дают наименьшую фитомассу. В конце июня высота их 11—50 см, в июле — 80 см (максимальная). По высоте генеративных побегов составлено 23 градации: 11—13 см, 14—16, . . ., 74—76; 77—79 см. Максимальное количество генеративных побегов отмечено в конце июля. Максимум среднего веса 1 см длины и среднего веса 1 побега приходится к концу июля в течение двух лет. В это же время отмечается наибольший запас фитомассы (см. табл. 2).

Наибольшую фитомассу дают стебли. Градации их составили по количеству листьев на стебле. На учетной площадке стебли имеют от 3 до 14 листьев, что позволило выделить только 4 градации: 3—5-листные, 6—8-, 9—11- и 12—14-листные. Максимальное количество стеблей отмечено в конце августа 1971 г. и в конце июля 1972 г. В 1971 г. преобладали 7-листные стебли, а в 1972 г. — 5-листные. Максимальный средний вес 1 см длины отмечен в середине августа. Наибольший запас стеблей во второй половине августа. Наибольший запас надземной фитомассы арктофилы в середине августа (см. табл. 2).

Данные 1972 г. низки по всем показателям, что объясняется погодными условиями: была поздняя весна, а лето — влажное и холодное, тогда как 1971 г. был сухим и теплым. Опытный участок ежегодно заливается паводковыми водами. После паводка сохраняется ветошь, хотя часть ее и уносится льдами. Арктофила чаще размножается вегетативным путем, поэтому от оснований побегов в ветоши появляются молодые побеги. В 1972 г. вся ветошь с учетной площадки была смыта льдами, и холодная погода замедлила рост растений.

Таким образом, стационарные наблюдения показали, что наибольший запас надземной фитомассы у арктофилы рыжеватой наблюдается в середине августа 43,2 ц/га (1971 г.) и 22,5 ц/га (1972 г.); у пушицы узколистной — в конце июля — начале августа — 12,8 ц/га (1971 и 1972 гг.). Пушица узколистная и зимой (в декабре) сохраняет зеленой часть оснований ве-

Сезонные изменения надземной фитомассы

Показатель фитомассы	1971 г.						
	18/III	25/VI	12/VII	27/VII	12/VIII	28/VIII	12/IX
Листья							
Количество на 1м² . . .	744	1628	3049	3914	4186	3361*/406	2311/5350
Средняя длина 1 листа .	17,400	9,400	12,400	12,800	12,600	13,1/7,2	13,1/7,8
Средний вес 1 см длины, г	1,290	1,990	2,090	2,020	3,310	1,79/2,14	1,49/1,73
Средний вес 1 листа, г .	0,023	0,018	0,024	0,027	0,041	0,023/0,015	0,019/0,013
Общий вес листьев на 1м², кг	0,017	0,029	0,074	0,105	0,173	0,079/0,006	0,045/0,007
Генеративные							
Количество на 1 м² . . .	76	79	143	172	156	118	105
Средняя высота 1 побега .	48,800	25,100	58,300	60,500	59,800	60,400	55,600
Средний вес 1 см длины, г	5,940	5,180	7,880	9,120	8,710	8,480	6,480
Средний вес 1 побега, г	0,284	0,051	0,456	0,644	0,537	0,513	0,351
Общий вес побегов на 1 м², кг	0,022	0,009	0,065	0,111	0,084	0,061	0,037
Стебли							
Количество на 1 м² . . .	—	—	—	394	438	497	400,000
Количество листьев на стебле, шт.	—	—	—	7	7	7	7
Средний вес 1 см длины, мг	—	—	—	48,260	50,360	31,520	30,35
Запас надземной							
Средний вес 1 стебля, г	—	—	—	0,355	0,398	0,234	0,218
Фитомасса, ц/га	3,9	3,8	13,9	35,6	43,2	26,4	17,6

* В числителе — летние листья; в знаменателе — осенние.

гетативных побегов (в среднем 35,2% общего количества листьев). У арктофилы же зеленую часть оснований побегов сохраняют единичные растения .

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ КОЧКООБРАЗУЮЩИХ ОСОК

В растительном покрове Якутии насчитывается более ста видов осок, из них шесть видов плотнодерновинных, образующих кочки: придатконосная (*Carex appendiculata* (Trautv.

Таблица 2

арктофилы рыжеватой (абс. сухой вес)

1971 г.		1972 г.							
20/IX	12/XII	30/VI	18/VII	30/VII	19/VIII	30/VIII	14/IX	21/IX	23/XII
1850/356	1423/229	1353	2458	3978	3018	3236	2647	1876	1477
12,9/7,7	12,9/6,9	6,500	9,400	9,900	11,200	11,200	10,400	10,200	10,500
1,37/1,28	1,17/—	2,030	2,200	2,000	2,250	2,110	1,960	1,850	1,560
0,017/0,010	0,015/0,008	0,012	0,020	0,019	0,025	0,024	0,022	0,018	0,016
0,030/0,003	0,021/0,002	0,016	0,050	0,074	0,089	0,076	0,054	0,035	0,024
побеги									
86	68	35	125	131	118	93	59	27	17
56,8	55,3	14,000	36,600	40,400	41,300	40,800	42,300	45,000	47,000
4,80	5,12	7,350	14,300	8,340	8,250	7,230	6,470	6,280	5,510
0,260	0,251	0,093	0,207	0,337	0,306	0,255	0,246	0,254	0,218
0,022	0,017	0,003	0,027	0,044	0,036	0,024	0,015	0,007	0,004
332	253	285	438	730	671	599	413	367	285
6	6	4	5	5	5	5	4	4	4
26,22	18,85	18,900	29,900	31,800	38,590	23,100	19,020	14,890	10,390
фитомассы									
0,187	0,127	0,018	0,108	0,129	0,149	0,110	0,077	0,052	0,024
11,7	7,2	2,4	12,4	21,2	22,5	17,6	10,8	6,1	3,5

et C. A. Mey-Kuk.), дернистая (*C. caespitosa* L.), блестящая (*C. lugens* Holm), мелкая (*C. minuta* Franch.), Шмидта (*C. schmidtii* Meinsh.) и вилюйская (*C. wiluica* Meinsh.).

Вопрос о биологии этих осок в литературе мало освещен. Биоэкологические особенности осоки дернистой рассмотрены в статье К. А. Куркина (1954), установившего, что высота кочек и его прирост определяются уровнем весеннего затопления.

Сведения о биологии кочкообразующих осок Якутии (по возрастному составу популяций и фазам формирования кочек) впервые приведены Т. В. Егоровым (1974).

В данной работе сообщаются результаты исследований сезонной динамики запаса надземной фитомассы осоки вилюйской и о. блестящей, распространенных в южной подзоне субарктической тундры (низовья р. Колымы). Работа выполнена под руководством д-ра биол. наук проф. В. Н. Андреева.

Запас надземной фитомассы изучался методом модели, разработанным сотрудниками лаборатории геоботаники Института биологии ЯФ СО АН СССР (Андреев, Галактионова, Захарова, Неустроева, 1972). Сезонные изменения в запасах надземной фитомассы определялись по трем показателям: линейные размеры листьев и генеративных побегов, их количество на кочке вес 1 см длины органа. Первые два показателя определялись в тундре во время проведения учетов, третий — путем взвешивания взятых образцов листьев и генеративных побегов.

В связи с амплитудой изменчивости длины листа и генеративного побега устанавливались градации длины. У осоки вилюйской их 10—16, у осоки блестящей 5—7. Образцы для определения 1 см длины листа, генеративного побега и их веса согласно градациям брались за пределами учетных площадок из условий, аналогичных тем, в которых находились опытные растения. Для каждого вида растений была выделена учетная площадка размером 4 м², учеты проводились 2 раза в месяц в течение вегетационного периода 1971—1973 гг.

Одна площадка заложена на первой надпойменной террасе р. Колымы, в 1 км к югу от пос. Походск на закустаренном осоково-пушицевом болоте, где микрорельеф полигонально-валиковый, закочкаренный. В соответствии с микрорельефом можно выделить три микрогруппировки растительности: 1) осоково-пушицевую (49% площади) из пушицы узколистной (*Eriophorum angustifolium* Honck.) и осоки прямостоящей (*Carex stans* Drej) на мочажинах. С ними встречается осока вилюйская (*Carex wiluica* Meinsh.). Кочки осоки вилюйской крупные, диаметром 15—45 см, высотой 25—60 см; 2) на валиках представлена пушицево-кустарниковая растительность (50% площади). Из кустарников растут *Betula exilis*, *Salix pulchra*, *Alnus fruticosa*. В травяно-кустарничковом покрове обычны *Vaccinium vitis idaea*, *V. uliginosum*, *Ledum decumbens*, *Valeriana capitata*, *Calamagrostis* Holmii и др.

Кочки (*Eriophoeum vaginatum*) некрупные, диаметром 10—25 см и высотой до 20 см. В сложении мохового покрова участвуют *Aulacomnium turgidum*, *A. palustre*, *Tomenthypnum nitens*, виды *Drepanocladus*, *Dicranum*, *Polytrichum*, *Brjum* и *Sphagnum* (мощность его равна 10—15 см); 3) в трещинах (к 1% площади) встречаются гигрофильные растения; *Hippyris vulgaris* и *Ranunculus gmelinii*.

Вторая учетная площадка заложена на мелкобугорковой блестящей осоково-кустарничковой тундре, на второй надпойменной террасе р. Колымы. Микрорельеф — мелкобугристый и слабо закочкаренный. Наряду с бугорками встречаются многочисленные кочки осоки блестящей (*Carex lugens* Holm). Кочки некрупные, диаметром 5—15 см и высотой 16—20 см. В травяно-кустарничковом покрове отмечены *Vaccinium vitis idaea*, *V. uliginosum*, *Ledum decumbens*, *Arctous alpina*, *Empetrum nigrum*, *Eriophorum vaginatum*, *Hicrochloe alpina* и др. Из кустарников здесь растут *Salix pulchra*, *S. fuscescens*, *S. sphenophya* и *Betula*. В сложении мохово-лишайникового покрова участвуют мхи (*Politrichum striptum*, *Aulacomnium turgidum*, виды *Dicranum* и *Frepanocladus*) и лишайники (*Cetraria cucullata*, *C. nivalis*, *Cladonia rangiferina*, *Cl. alpina*, *Cl. gracilis*, *Dactilina arctica*, *Alectoria nigricans* и др.). Мощность покрова 5—8 см.

Осока вилюйская (*Carex wiluica* Meinsh.) — бореальный вид, широко распространенный в лесной зоне, проникающий в тундру и лесостепь. Она имеет обширный ареал, охватывающий европейскую часть СССР, Западную и Восточную Сибирь, Забайкалье и Дальний Восток. В низовьях р. Колымы проходит ее северная граница распространения, не выходя за пределы южной подзоны субарктической тундры.

Осока блестящая (*Carex lugens* Holm) — элемент арктобеpингийской флоры, характерное растение кочкарников Северо-Востока СССР и Аляски (Егорова, 1966; Hulten, 1968, Polunin, 1959). На северо-востоке Якутии наряду с пушицей влагалищной является фоновым растением кочкарниковых тундр. В низовьях р. Колымы примерно по широте 69° проходит ее южная граница.

Во время проведения учетов нами прослежено развитие листьев и генеративных побегов осок. Зная общее количество листьев и генеративных побегов, их вес, можно определить общий запас надземной фитомассы. Наибольшую часть надземной фитомассы во все сезоны года у осоки вилюйской и о. блестящей составляют листья. В конце вегетационного периода многие листья переходят в опад, около 5% остаются зелеными (табл. 3). К началу июля количество листьев почти удваивается; далее темп их появления замедляется. К концу августа около 10% листьев остаются зелеными. К этому времени количество их сокращается в результате обламывания и опадания (см. табл. 3).

Средняя длина листа и количество листьев между собой коррелируют (см. табл. 3). В начале июня средняя длина листа у обоих видов одинакова (4 см), к началу июля она возрастает до 9 см (1972 г.) и 20 см (1973 г.) у осоки вилюйской, до 7 и 8 см у осоки блестящей. К началу августа лист достигает максимальной величины. С середины августа с началом побурения листьев длина их сокращается в среднем на 1 см.

Генеративные побеги начинают закладываться в конце августа — начале сентября. Весной они начинают быстро разви-

Таблица 3

Количество и средняя длина органов на 1 м² пробной площади

Орган растения	Зеленые								Бурые			
	4/VI		16/VI		3/VII		17/VII		3/VIII		4/IX		18/IX	
	см	колич.	см	колич.	см	колич.	см	колич.	см	колич.	см	колич.	см	колич.
Осока вилюйская, 1972 г.														
Листья	—	—	4	1316	9	3185	18	3225	17	3235	19	3202	17	2921	16	2883
Генеративные побеги	—	—	4	72	13	96	23	97	23	98	23	96	20	95	20	95
Листья	4	1105	7	1542	20	3562	22	3571	22	3596	20	3580	—	—	—	—
Генеративные побеги	2	48	6	34	17	54	18	53	19	52	19	52	—	—	—	—
Осока блестящая, 1972 г.														
Листья	—	—	3	258	7	378	7	398	10	421	9	445	9	398	8	335
Генеративные побеги	—	—	5	48	11	53	11	52	13	52	13	52	12	52	12	52
1973 г.																
Листья	1	302	4	383	8	543	11	561	11	572	10	550	—	—	—	—
Генеративные побеги	2	2	7	26	14	41	19	41	21	41	20	41	—	—	—	—

ваться и удлиняться. До первых чисел июля их количество возрастает. С середины июля часть генеративных побегов буреет и переходит в опад, но на учетной площадке общее их количество остается без изменений (см. табл. 3).

Средний вес 1 см длины органа возрастает до первой половины августа (табл. 4). В этот период собирается максимальный урожай. Со второй половины августа вес 1 см длины листа уменьшается на 0,01—0,02 мг и генеративного побега — на 0,04—0,13 мг, так как с этого времени листья и генеративные побеги буреют и начинается отток питательных веществ.

Зная общее количество листьев, генеративных побегов и вес 1 см длины органов, можно вычислить общий запас надземной фитомассы. Запас надземной фитомассы осок зависит от погодных условий (табл. 5).

Лето 1971 г. сухое и теплое. Весна 1972 г. ранняя, но затяжная и холодная. Лето было холодное и влажное. Весна 1973 г. поздняя. Июнь оказался самым теплым месяцем года. Лето влажное и прохладное. Несмотря на позднюю весну, в теплые июньские дни растения быстро начали вегетировать. За летний период выпало 100 мм осадков, т. е. в 5 раз больше, чем в 1971 г.; 22 июля выпал снег, который лежал на поверхности почвы в течение суток. Резкое снижение температуры воздуха в разгар вегетации ускорило появление бурых верхушек листьев у осок. К началу сентября все они полностью побурели, а в 1972 г. все листья до сентября сохранялись зелеными.

Таблица 4

Средний вес 1 см длины осок в сезонной динамике, мг

Орган растения	Зеленые						Бурые	
	4/VI	16/VI	3/VII	17/VII	3/VIII	18/VIII	4/IX	18/IX
Осока вилюйская, 1972 г.								
Листья	—	0,34	0,64	0,79	0,89	0,88	0,87	0,78
Генеративные побеги	—	1,78	1,62	1,92	1,96	1,73	1,69	1,61
1973 г.								
Листья	0,66	0,74	0,86	0,88	0,93	0,79	—	—
Генеративные побеги	1,84	1,86	2,19	2,08	2,02	1,99	—	—
Осока блестящая, 1972 г.								
Листья	—	0,42	0,55	0,56	0,63	0,62	0,53	0,53
Генеративные побеги	—	1,71	1,51	1,60	1,79	1,66	1,60	1,56
1973 г.								
Листья	0,24	0,88	0,73	0,95	0,83	0,76	—	—
Генеративные побеги	3,38	1,95	3,14	2,30	2,17	2,10	—	—

Таблица 5

Среднемесячная температура и осадки в годы наблюдений (по данным метеостанции в пос. Черский)

Показатель	1971 г.			1972 г.			1973 г.		
	июнь	июль	август	июнь	июль	август	июнь	июль	август
Температура, °С . . .	10,0	15,1	9,6	5,7	13,1	8,6	14,4	13,3	7,1
Осадки, мм . .	10,5	10,5	1,9	0,4	26,6	20,3	2,5	69,5	28,0

Наибольший запас надземной фитомассы осоки дали в 1973 г. Более высокая июльская температура воздуха способствовала быстрому нарастанию массы. Максимальный урожай фитомассы получен в конце июля: 11,94 ц/га осоки вилюйской и 4,44 ц/га осоки блестящей.

Низкие июньские температуры воздуха в 1972 г. резко снизили запас фитомассы у осоки вилюйской до 7,62 ц/га и у осоки блестящей до 4,29 ц/га (табл. 6).

В начале вегетации запас надземной фитомассы осоки вилюйской составил 0,14 ц/га, или 1,2% от максимального в 1973 г. В разгар вегетации (середина июля) он достиг 4,42 ц/га у осоки вилюйской и 4,29 у осоки блестящей; в 1972—1973 гг. соответственно 9,04 и 4,44 ц/га. Максимальный запас надземной фитомассы осоки вилюйской наблюдается в первой половине августа, а осоки блестящей — к концу июля. Во второй половине августа запас фитомассы осоки вилюйской составляет 99,5% от максимального у осоки блестящей — 85,4%; в 1972—1973 гг.— 97,2 и 72,4%.

У осоки блестящей в начале вегетации запас надземной фитомассы незначителен, листьев очень мало. Во второй половине

Таблица 6

Запас надземной фитомассы у осок по сезонам

Дата учета	Осока вилюйская						Осока блестящая			
	1971 г.		1972 г.		1973 г.		1972 г.		1973 г.	
	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
4/VI	—*	—	—	—	0,14	1,2	—	—	—	—
16/VI	0,35	2,9	0,20	2,6	0,89	7,5	—	—	0,81	18,2
3/VII	6,55	56,1	2,02	26,2	4,30	37,1	3,12	72,7	3,54	79,7
17/VII	10,97	94,0	4,42	94,0	9,04	76,1	4,29	100,0	4,44	100,0
3/VIII	11,67	100,0	7,62	100,0	11,87	100,0	4,11	95,8	4,30	99,1
18/VIII	11,38	96,9	7,59	99,5	11,54	97,2	3,72	85,4	3,21	72,4
4/IX	10,73	91,1	7,16	93,9	—	—	2,83	65,9	—	—
18/IX	8,89	76,2	6,36	83,4	—	—	2,19	51,0	—	—

* Травостой не срезался.

сентября, когда листья полностью буреют, он равен 51% от максимального в 1972 г. (у осоки вилюйской 83,4%).

Наибольшую кормовую массу осоки накапливают в третьей стадии развития кочки — в возрасте около 100 лет.

Таким образом, запас надземной фитомассы осоки вилюйской и осоки блестящей закономерно изменяется в период вегетации. Максимальный запас (100%) у каждого вида осоки отмечен в конце июля — начале августа.

Наблюдается корреляция количества листьев и генеративных побегов, их средней длины с изменением среднего веса 1 см длины органов.

В накоплении массы осоки вилюйской и осоки блестящей, ценных ранневесенних кормовых растений для северного оленя, большую роль играет температура воздуха в начале вегетации (июнь). При температуре воздуха 14,3° в 1973 г. растения в очень короткий срок прошли все фазы развития и к концу июля накопили наибольший запас фитомассы.

СРОКИ СРЕЗАНИЯ И ОТАВНОСТЬ У АРКТОФИЛЫ РЫЖЕВАТОЙ

Арктофила — одно из наиболее ценных кормовых растений тундровой зоны. Задача работы — изучить влияние сроков стравливания на развитие надземной фитомассы у арктофилы рыжеватой, образующей наиболее распространенные группировки субарктических тундр. Стравливание мы имитировали срезанием арктофилы на высоте 5 см от основания побега.

Арктофила — полиморфный циркумполярный арктический вид — широко распространена в тундровой зоне по берегам озер, рек, стариц, сырым пойменным лугам. В низовьях р. Колымы арктофиловые луга развиваются на низких уровнях пойм, по берегам озер и стариц.

Наши наблюдения проводились в течение трех вегетационных сезонов 1971—1973 гг. на арктофиловом лугу, расположенном на месте спущенного озера.

При определении продуктивности надземной фитомассы пользовались методом моделей, разработанным В. Н. Андреевым (Андреев и др., 1972). В течение вегетационного периода через каждые 3—5 дней отмечались фенофаза растений, высота генеративных и вегетативных побегов, число листьев на побегах, их линейные размеры, степень пожелтения и подсыхания листьев и отмирание побегов. Особое внимание было обращено на развитие органов вегетативного возобновления.

Цель опыта — выяснить способности к отрастанию после срезания надземной фитомассы арктофилы в зависимости от сроков, высоты срезания и фенофаз: 1) в фазе вегетации (июньский срок); 2) в фазе цветения (июльский срок); 3) в фазе плодоношения (августовский срок).

Таблица 7

Сроки срезания арктофилы рыжеватой в различные годы по вариантам

Вариант опыта	Время использования	1971 г.	1972 г.	1973 г.
I	Весеннее	15/VI	15/VI	15/VI
II	Весеннее и осеннее	—*	15/VI	15/VIII
III	Летнее	15/VII	15/VII	15/VII
IV	Летнее и осеннее	—	15/VII	15/VIII
V	Осеннее	15/VIII	15/VIII	15/VIII
VI	Осеннее и летнее	15/VIII	15/VII	15/VIII
VII	Зимнее	15/XII	15/XII	—
Контроль		—	—	—

* Травостой не срезался.

В опыте было 7 вариантов срезания (табл. 7) по 4 учетных площадки размером 0,25 м² и 8 контрольных площадок по 0,25 м².

Укосы взвешивались в сыром виде, затем высушивались до абсолютно сухого состояния и вновь взвешивались.

В табл. 7 указано, что надземная фитомасса у арктофилы срезалась в 1971 г. 15 июня, в действительности же — 24 июня, когда у арктофилы появились молодые укороченные вегетативные побеги, содержащие 3—5 зеленых листьев, длина листовой пластинки составляла 3—7, ширина 0,3—0,5 см. Высота молодых укороченных побегов достигала 10—12, толщина 0,4—0,5 см. После срезания остались поврежденные укороченные побеги и почки, расположенные в основании поврежденных побегов на корневище. Формирование отавы произошло за счет этих укороченных вегетативных побегов и почек корневищ. Оставшиеся пеньки постепенно засыхали и в формировании отавы не участвовали. При этом срезались только некоторые верхушки 1—2 листьев. Нижний лист после срезания не отрастал. Второй лист иногда вытягивался на 3—4 см над линией среза. Выше их развертывалось в среднем еще 3—4 листа.

В первой половине лета отава июньского срока среза отрастает интенсивно. В конце июля травостой отавы достигал высоты 30—40 см, общее проективное покрытие составляло 65%. Травостой образован только из вегетативных побегов. К этому моменту длина листовой пластинки достигала 10—12, максимально 18, ширина 0,5—0,6 см. Во второй половине лета отрастание шло медленно. В начале августа отмечалось подсыхание нижних 1—2-го листа и развертывание верхних листьев укороченных и удлиненных вегетативных побегов. В начале августа появились новые молодые побеги с 2—3 зелеными листьями, которые способствовали увеличению ассимиляционной

поверхности отавы. Некоторые вегетативные побеги, появившиеся после среза, отмирали в этом же году, а перезимовавшие из пазушных почек давали материнский побег.

В конце июня 1972 г. на этих же площадках был проведен второй срез. Формирование отавы произошло таким же путем, как и в первом срезе данного варианта. После второго среза формирование отавы замедлилось. Спустя 4—5 дней, появились на поверхность почвы молодые листья вегетативных побегов. В первое время молодой побег содержал по 2 листа, затем развертывался 3-й лист. Первые 2 листа, достигнув 4—5 см длины, останавливались в росте, а верхние листья продолжали развертываться. В начале августа в одном вегетативном побеге насчитывалось всего 4—6 листьев длиной в среднем 9—15 см, шириной 0,3—0,5 см. Побеги, появившиеся из боковых почек срезанного ортотропного побега, менее развиты, более угнетены, чем побеги, появившиеся из почек корневищ.

Третий срез на этих же площадках был проведен 18 июня 1973 г., когда арктофила находилась в фазе выхода в трубку. Молодые вегетативные побеги имели по 2—4 листа, высота стеблей доходила до 7—10 см. В первое время после срезания отмечалась задержка в росте побегов. Лишь спустя 6 дней, молодые побеги развертывали нижние листья. Благодаря повышенной температуре воздуха отава отрастала быстро. Формировалась она за счет укороченных вегетативных побегов, образовавшихся из боковых и корневищных почек. В данном варианте опыта отмечалось незначительное появление генеративных побегов, имевших угнетенный вид. Недоразвитые генеративные побеги не давали зрелых плодов.

	На опытном участке, см	В нетронутом травостое, см
Высота стебля	25—28	55—70
Длина соцветия	3— 5	5 —15
Количество листьев	2—4	5 — 6
Длина листовой пластинки	3—6	10—18
Ширина листовой пластинки	0,3	0,5

В начале августа травостой на опытных площадках был неравномерный, общее проективное покрытие составляло 60—65%. В этом сроке срезания травостой отавы образовывался в основном укороченными вегетативными побегами. К концу вегетационного сезона часть листьев подсыхала, часть в зеленом состоянии уходила под снег. Общая урожайность после 3-кратного срезания составила 69,2% нетронутого травостоя (табл. 8).

В конце июня 1972 г. проведен первый срез на II варианте срезания. К этому моменту имелись молодые вегетативные побеги. После срезания остались пеньки и срезанные листья, лишь частично захваченные срезом. Отава формировалась медленно за счет появления молодых листьев из пазушных по-

Таблица 8

Нарастание надземной фитомассы у арктофилы рыжеватой после срезания за 1971—1973 гг., ц/га в абс. сухом состоянии

Вариант	Срок срезания	Основной укос		Отава и запас на контроле 25/VIII		Общая урожайность (основной укос+отава)	
		ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
1	2	3	4	5	6	7	8
I вариант	15/VI—1971 г.	2,9	82,8	16,4	58,7	19,3	69,2
Контроль		3,5	100,0	27,9	100,0	27,9	100,0
I вариант	15/VI—1972 г.	4,0	78,8	10,9	38,2	14,9	52,3
Контроль		5,1	100,0	28,5	100,0	28,5	100,0
I вариант	15/VI—1973 г.	1,2	40,0	18,6	60,6	19,8	64,5
Контроль		3,0	100,0	30,7	100,0	30,7	100,0
II вариант	15/VI—1972 г.	4,8	94,1	6,7	23,6	11,5	40,4
Контроль		5,1	100,0	28,5	100,0	28,5	100,0
II вариант	15/VIII—1973г.	18,9	61,3	18,9	61,3	18,9	61,3
Контроль		30,7	100,0	30,7	100,0	30,7	100,0
III вариант	15/VII—1971 г.	27,3	97,1	5,7	20,4	33,0	118,2
Контроль		28,1	100,0	27,9	100,0	27,9	100,0
III вариант	15/VII 1972 г.	18,7	71,3	3,7	13,1	22,4	78,6
Контроль		26,2	100,0	28,5	100,0	28,5	100,0
III вариант	15/VII 1973 г.	22,8	80,8	3,5	11,4	26,3	85,6
Контроль		28,2	100,0	30,7	100,0	30,7	100,0
IV вариант	15/VII 1972 г.	22,6	86,2	4,2	14,7	26,8	94,0
Контроль		26,2	100,0	28,5	100,0	28,5	100,0
IV вариант	15/VIII 1973 г.	15,4	50,1	15,4	50,1	15,4	50,1
Контроль		30,7	100,0	30,7	100,0	30,7	100,0
V вариант	15/VIII 1971 г.	25,0	89,6	25,0	89,6	25,0	89,6
Контроль		27,9	100,0	27,9	100,0	27,9	100,0
V вариант	15/VIII 1972 г.	21,4	75,1	21,4	75,1	21,4	75,1
Контроль		28,5	100,0	28,5	100,0	28,5	100,0
V вариант	15/VIII 1973 г.	14,0	45,6	+	+	14,0	45,6
Контроль		30,7	100,0	30,7	100,0	30,7	100,0
VI вариант	15/VIII 1971 г.	25,8	92,5	+	+	25,8	92,5
Контроль		27,9	100,0	27,9	100,0	27,9	100,0
VI вариант	15/VII 1972 г.	20,0	76,3	3,7	13,1	23,7	83,3
Контроль		26,2	100,0	28,5	100,0	28,5	100,0
VI вариант	15/VIII 1973 г.	12,7	45,5	+	+	12,7	45,5
Контроль		27,9	100,0	27,9	100,0	27,9	100,0
VII вариант	15/XII 1971 г.	7,7	131,3	19,1	67,0	26,8	94,0
Контроль	15/VI 1972 г.	5,1	100,0	28,5	100,0	28,5	100,0
VII вариант	15/XII 1972 г.	8,5	206,3	19,2	62,5	27,7	90,2
Контроль.	15/VI 1973 г.	3,0	100,0	30,7	100,0	30,7	100,0

Примечание. «+»—незначительное количество отавы.

чек нижних чешуйчатых листьев и появления новых побегов из почек корневищ. Травостой отавы был образован только вегетативными побегами арктофилы. В конце вегетационного сезона общее проективное покрытие составило 50—55%, средняя высота травостоя достигала 20—25 см.

К середине августа 1973 г. на этих же площадках проведен второй срез. К моменту срезания у арктофилы имелись укороченные и удлиненные вегетативные и генеративные побеги. Интересно отметить, что в первом году срезания в этом варианте образования генеративных побегов не отмечалось, а на следующий год часть укороченных вегетативных побегов перешла к раскрыванию цветков. Кроме того, генеративные побеги появились из корневищных почек ортотропного побега. Генеративные побеги содержали по 3—4 хорошо развитых стеблевых листа, 9—15 см длиной при высоте стебля 53—59 см. В 1973 г. травостой отавы был гуще (общее проективное покрытие 60—65%), чем в 1972 г. Общая урожайность после 2-кратного срезания по отношению к контролю составляла 61,3%.

На третьем варианте опыта первый срез был проведен в середине июля 1971 г., когда арктофила находилась в фазе цветения. Кроме генеративных, имелись вегетативные укороченные и удлиненные побеги с 9—12 хорошо развитыми листьями. Средняя длина листовой пластинки 18—22 см, ширина 0,5—0,6 см. Укороченные вегетативные побеги имели по 5—6 листьев, длиной в среднем 9—13 см, шириной 0,4—0,5 см. Отрастала отава во второй половине лета медленнее. Молодые листья появляются спустя 7—8 дней. Количество вновь образовавшихся побегов превышает число молодых, вегетирующих при июньском сроке срезания. Это можно объяснить тем, что при срезании материнского побега образование дочерних побегов усиливается, а также трогаются в рост спящие почки в корневищах ортотропного побега. При июльском сроке срезания отава представлена молодыми вегетативными побегами высотой 10—15 см, толщиной 0,3—0,5 см, содержащими по 3—4 листа. Длина листовой пластинки не превысила 12 см. Осенью зеленые молодые листья арктофилы долго сохраняют зеленую часть, тем самым удлиняют вегетацию. Под снег листья уходят в буром состоянии, сохраняя небольшую зеленую часть у основания стебля.

В 1972 г. из-за поздней весны и холодного влажного лета отрастание отавы задержалось.

Второй срез июльского срока III варианта проведен к середине июля 1972 г. на этих же площадках. К моменту второго срезания у арктофилы генеративные побеги находились в начале цветения. Кроме них, имелись укороченные и удлиненные вегетативные побеги. После срезания также остались пеньки, которые постепенно засыхали. Формирование отавы шло за счет боковых почек материнского побега и почек корневищ. Отрастание шло медленно. Число побегов не превысило 80. До конца вегетационного сезона арктофила дала отаву (общее проективное покрытие 55—65%). Образование отавы произошло так же, как и при первом срезании.

В июле 1973 г. произведен третий срез на этих же площадках. К моменту срезания у арктофилы были вегетативные уко-

роченные и удлиненные и генеративные побеги. Генеративные побеги высотой 55—60 см находились в фазе цветения. Травостой отавы был густой, с хорошей облиственностью побегов, общее проективное покрытие составило 70—75%. Генеративные побеги содержали по 4—5 листьев. Укороченные вегетативные побеги несли по 3—4 хорошо развитых листа, а удлиненные вегетативные побеги — по 8—10 листьев. После срезания формирование отавы шло энергично, в конце августа молодые вегетативные побеги содержали по 3—4 листа длиной 3—6 см, шириной 0,3—0,4 см; толщина молодых побегов была 0,3—0,5 см.

При срезании травостоя в июле на следующий год в отаве формируются генеративные побеги. После 3-кратного ежегодного срезания травостоя III варианта урожай отавы снизился на 21,4% по сравнению с нетронутым травостоем.

К середине июля 1972 г. проведен первый срез на четырех опытных площадках IV варианта срезания. Травостой арктофилы был неравномерный, средняя высота его равнялась 35—40 см, общее проективное покрытие 60—65%. В травостое преобладали укороченные вегетативные побеги, имевшие по 4—5 листьев длиной 13—16 (18) см. После срезания остались лишь пеньки. Спустя 5—6 дней развертывались молодые зеленые листья укороченных вегетативных побегов. Два нижних листа, достигнув 4—6 см длины, останавливались в росте. Выше их развертывались еще 2—3 листа, достигавшие 5—9 см длины. К концу второй декады августа отмечено вытягивание почки в горизонтальное корневище в месте перехода плагиотропной части в ортотропную.

К середине августа 1973 г. на этих же площадках проведен второй срез травостоя IV варианта. Арктофила находилась в фазе плодоношения. У нее имелись и укороченные, и удлиненные вегетативные и генеративные побеги. Отава в этом году была образована генеративными и вегетативными побегами. В начале августа появление молодых побегов не наблюдалось, что уменьшало ассимилирующую поверхность отавы. После срезания формирование отавы шло слабо. На поверхности почвы появились 1—2 листа длиной 3—4 см, но не развивались, а в таком виде уходили под снег.

К середине августа 1971 г. был проведен срез на 8 опытных площадках V и VI вариантов срезания.

До срезания у арктофилы, находившейся в фазе плодоношения, имелись укороченные и удлиненные вегетативные и генеративные побеги. Отмечалось подсыхание нижних листьев вегетативных и генеративных побегов. Наряду с этим шло развертывание верхних листьев удлиненных вегетативных побегов. После срезания осенью этого же года отава незначительно отрастала. Это объясняется тем, что к концу вегетационного сезона затухают ростовые процессы, чему способствует низкая температура воздуха. Осенью этого же года отрастали лишь сре-

занные листья укороченных побегов и развертывались 1—2 листа из верхушечных почек, которые в таком виде ушли под снег.

Весной следующего года из зимовавших почек сформировались новые вегетативные и генеративные побеги. Восстановление отавы шло за счет образования укороченных вегетативных побегов из боковых пазушных и корневищных почек срезанного материнского побега. Из корневищных почек симподиального побега отрастают новые ортотропные, которые дают генеративные побеги на следующий год.

В конце июня 1972 г. на поверхности почвы этих площадок дружно появились молодые побеги с 2—3 листьями. У одних в начале июля отмечалось колошение, другие находились в вегетативном состоянии. К середине июля у укороченных вегетативных побегов отмечалось 4—5, у удлиненных — 8—10 (12) листьев. Листовые пластинки удлиненных вегетативных побегов были длиннее и шире, чем у укороченных (предельная длина 25—28 см, ширина 0,5—0,7 см). Генеративный побег имел 4—5 стеблевых листа длиной 7—12 см, шириной 0,4—0,5 см. К середине июля генеративный побег начинал цвести.

В середине июля по схеме опыта на четырех опытных площадках из восьми в 1972 г. был проведен второй срез (VI вариант). После срезания формирование отавы шло таким же путем, как и в июльском сроке срезания. В конце вегетационного периода отава формировалась из вегетативных побегов. Урожайность ее составила 2,8 ц/га.

К середине августа 1972 г. на четырех остальных опытных площадках был проведен второй срез (V вариант). К этому периоду у всех вегетативных и генеративных побегов шло подсыхание нижних листьев. Если после июльского срока срезания формировалась отава (2,8 ц/га), то после августовского срока она не восстанавливалась.

Весной 1973 г. отрастание отавы на этих же 8 площадках шло быстро. Отава была образована генеративными и вегетативными укороченными побегами, общее проективное покрытие составляло 55—60%. На всех площадках отмечалось почти одинаковое количество побегов, средняя высота которых достигала 45—50 см. К середине августа 1973 г. здесь же был проведен третий срез. Осенью наблюдалось незначительное отрастание отавы. При августовском сроке срезания (фаза плодоношения) формирование отавы происходит на следующий год за счет образования генеративных, а также удлиненных и укороченных вегетативных побегов из почек пазушных листьев материнского побега и почек корневищ.

В середине декабря 1971 г. проведен первый срез на четырех опытных площадках. В это время у арктофилы имеются бурые генеративные и вегетативные побеги. У единичных побегов отмечались зеленые основания (в пределах 2—4 см).

Весной 1972 г. отрастание шло такими же темпами, как и в контроле. У арктофилы образовались генеративные, удлиненные и укороченные вегетативные побеги, которые по размерам соответствовали аналогичным органам в нетронутом травостое. Урожайность отавы составляла 90—94% от контроля.

При различных сроках срезания оптимальные условия для роста отавы арктофилы создаются в конце июня и в первой половине июля. Наибольшая урожайность ее достигается при раннем сроке срезания — в фазе кущения.

Побегообразование у арктофилы в общем происходит так же, как и у некоторых корневищных злаков, например, *Agropiron repens* L., *Bromus inermis* Leyss, *Digrapis arundinacea* (L.) Trin.

При сенокосном использовании арктофиловых лугов скашивание следует проводить в ранние сроки на высоте 5 см, чтобы после сенокошения формировалась отава для использования ее в этом же вегетационном сезоне (конец августа — начало сентября).

В низовьях р. Колымы арктофиловые луга могут быть использованы как сенокосные и как пастбищные угодья.

ЛИТЕРАТУРА

Александрова В. Д., Андреев В. Н., Вахтина Т. В., Дыдина Р. А., Карев Т. И., Петровский В. В., Шамурин В. Ф. Кормовая характеристика растений Крайнего Севера. М.—Л., 1964. 472 с.

Андреев В. Н., Галактионова Г. Ф., Захарова В. В., Неустроева А. И. Методика определения сезонных изменений запаса надземной фитомассы у травянистых растений.— «Бот. журн.», 1972, № 10, с. 1265—1270.

Андреев В. Н., Нахабцева С. Ф. Подзоны Якутской тундры.— В кн.: Биологические проблемы Севера. VI симпозиум. Якутск, 1974, вып. 3, с. 40—45.

Городков Б. Н. Геоботанический и почвенный очерк Пенжинского района Дальневосточного края.— «Труды Дальневосточного филиала АН СССР. Сер. бот.», 1935, т. 1, с. 48—50.

Егорова А. А. Фазы формирования кочек у осоки вилюйской на Северо-Востоке Якутии.— «Бюллетень НТИ. Биологические проблемы Севера». Якутск, 1974, с. 30—32.

Егорова Т. В. Арктическая флора СССР. М., 1966, вып. 3, с. 40—163.

Кованина В. А. Биологические особенности важнейших зимнезеленых злаков Мурманской области и их роль в оленеводстве. Автореф. канд. дис. Норильск, 1958. 23 с.

Куркин К. А. Некоторые биологические особенности осоки дернистой.—«Вестник моск. ун-та. Сер. 4», 1954.

Попов М. Б. Осоки Сахалина и Курильских островов. М., 1970. 137 с.

Серебряков И. Г. Некоторые данные о ритме сезонного развития растений долины р. Пясины в ее нижнем течении. — «Бюллетень МОИП», 1963, т. 68. Отд. биол., вып. 2, с. 77—90.

Скворцов А. К. Ивы СССР. М., 1968. 254 с.

Солоневич Н. Г. Эколого-биологическая характеристика растений.— В кн.: Экология и биология растений восточно-европейской лесотундры. Л., 1970. с. 139—121.

Шамурин В. Ф. Сезонный ритм и экология цветения растений тундровых сообществ на севере Якутии.— В кн.: Приспособление растений Арктики к условиям среды. М.—Л., 1966, с. 5—125.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

Денисов Г. В., Стрельцова В. С., Фомина Н. Е., Саморцева Д. А., Рябинина Т. Н., Вольперт И. Л. Биологические особенности кормовых растений при возделывании в бассейнах рек Лены и Вилюя 5

Денисов Г. В., Нетребов В. П. Биологические особенности кормовых агрофитоценозов в бассейне р. Колымы. 101

Галактионова Т. Ф., Егорова А. А., Захарова В. И., Матвеева И. П., Неустроева А. И. Биологические особенности кормовых ценозообразователей в нижнем течении р. Колымы. 135

УДК 573. 6:633,2 (571.56)

Биологические особенности кормовых растений при возделывании в бассейнах рек Лены и Вилюя. Денисов Г. В., Стрельцова В. С., Фомина Н. Е., Саморцева Д. А., Рябинина Т. Н., Вольперт И. А. Биология кормовых растений в зоне вечной мерзлоты. Новосибирск, «Наука», 1976, с. 5—100.

Сообщаются результаты изучения влияния таких экологических факторов, как минимальная температура почвы, орошение, глубина посева семян, органогенез ювенильного периода, зимостойкость, морфология, продуктивность растений костра безостого, волоснеца сибирского, пырея бескорневищного, регнерии волокнистой, р. изменчивой, житняка ширококолосого, арктагростиса широколистного. Предлагается упрощенный метод регрессионного анализа для изучения корневой системы трав при посеве семян на различную глубину. Табл. 83, ил. 20, библ. 35.

УДК 574.6:633 (561.65)

Биологические особенности кормовых агрофитоценозов в бассейне р. Колымы. Денисов Г. В., Нетребов В. П. Биология кормовых растений в зоне вечной мерзлоты. Новосибирск, «Наука», 1976, с. 101—134.

Впервые для бассейна р. Колымы дается сравнительная биологическая характеристика многолетних трав при их посеве на мерзлоте и талых почвах. Особое внимание уделено изучению зимостойкости, динамике побегообразования и накоплению фитомассы. Табл. 18, ил. 3, библ. 9.

УДК 574.6:633.2(571.56)

Биологические особенности кормовых ценозообразователей в нижнем течении р. Колымы. Галактионова Т. Ф., Егорова А. А., Захарова В. И., Матвеева И. П., Неустроева А. И. Биология кормовых растений в зоне вечной мерзлоты. Новосибирск, «Наука», 1976, с. 135—157.

Излагаются двухлетние данные изучения биологических особенностей пушицы влагалищной и п. узколистной, арктофилы рыжеватой, ивы красивой. Применен оригинальный метод модели, разработанный в институте биологии ЯФ АН СССР, особое внимание уделено сезонным изменениям надземной фитомассы. Табл. 8, ил. 1, библ. 13.

БИОЛОГИЯ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ
В ЗОНЕ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

Ответственный редактор
Лия Григорьевна Еловская

Редактор *Л. А. Юдина*
Художественный редактор *Л. В. Финашутина*
Художник *М. М. Погребинский*
Технический редактор *Т. К. Овчинникова*
Корректоры *Н. Г. Примогенова, Р. К. Червова*

Сдано в набор 19 января 1976 г. Подписано в печать 2 декабря 1976 г. МН021024. Формат 60×90 1/16. Бумага типографская № 2. 10 печ. л. 10 уч.-изд. л. Тираж 1000 экз. Заказ № 25 Цена 1 руб.

Издательство «Наука», Сибирское отделение. 630099, Новосибирск, 99, Советская, 18
4-я типография издательства «Наука». 630077, Новосибирск, 77, Станиславского, 25

ВНИМАНИЮ ЗАКАЗЧИКОВ!

Для получения книг почтой заказы просим направлять по адресу: 117464 Москва В-464, Мичуринский проспект, 12, магазин «Книга-почтой» Центральной конторы «Академкнига»; 197110 Ленинград П-110, Петрозаводская ул., 7, магазин «Книга—почтой» Северо-Западной конторы «Академкнига» или в ближайший магазин «Академкнига».

Адреса магазинов «Академкнига»:

480391 **Алма-Ата** 391, ул. Фурманова, 91/97;
370005 **Баку** 5, ул. Джапаридзе, 13;
320005 **Днепропетровск** 5, проспект Гагарина, 24;
734001 **Душанбе** 1, проспект Ленина, 95;
375009 **Ереван** 9, ул. Туманяна, 31;
664033 **Иркутск 33,** ул. Лермонтова, 303;
252030 **Киев** 30, ул. Ленина, 42;
277012 **Кишинев** 12, ул. Пушкина, 31;
443002 **Куйбышев** 2, проспект Ленина, 2;
192104 **Ленинград** Д-120, Литейный проспект, 57;
199164 **Ленинград,** 9 линия, 16;
103009 **Москва,** ул. Горького, 8;
117312 **Москва,** ул. Вавилова, 55/7;
630076 **Новосибирск** 76, Красный проспект, 51;
630090 **Новосибирск** 90, Академгородок, Морской проспект, 22;
620151 **Свердловск** 151, ул. Мамина-Сибиряка, 137;
700029 **Ташкент** Л-29, ул. Ленина, 73;
700100 **Ташкент** 100, ул. Шота Руставели, 43;
634050 **Томск** 50, Набережная реки Ушайки, 18;
450075 **Уфа** 75, ул. Коммунистическая, 49;
450075 **Уфа** 75, проспект Октября, 129;
720001 **Фрунзе** 1, бульвар Дзержинского, 42;
310003 **Харьков** 3, Уфимский пер., 4/6.

В СИБИРСКОМ ОТДЕЛЕНИИ
ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»
готовятся к выпуску следующие книги:

Ваганов Е. А., Терсков И. А. Анализ роста дерева по структуре годичных колец.
Природные режимы Средней тайги Западной Сибири.
Восстановление техногенных ландшафтов Сибири.
Растительный покров бассейна Верхнего Енисея.
Киреев Д. М. Методы изучения лесов по аэроснимкам.
Географические культуры и плантации хвойных.
Подводная солнечная радиация на Байкале.

Книги высылаются наложенным платежом. Заказы направляйте по адресу: 630090, Новосибирск, 90, Морской проспект, 22. Магазин «Наука».