

## ПРОДЛЕНИЕ ПРОДУКТИВНОГО ДОЛГОЛЕТИЯ ЗЛАКОВЫХ ТРАВСТОЕВ

В.П. СПАСОВ, М.А. КОСТЕНКО

(Великолукская государственная с.-х. академия)

**В длительном опыте установлен характер влияния дернового процесса на побегообразование и продуктивность рыхлокустовых злаков. Выявлен биологический механизм увеличения их продуктивного долголетия. Разработан низкочувствительный способ поверхностного улучшения старосеяных травостоев методом регулирования дернового процесса.**

В луговодстве одной из важнейших характеристик многолетних трав является их продуктивное долголетие. Однако практический опыт свидетельствует о сравнительно быстром вырождении многолетних травостоев при вегетативном возобновлении. Исходя из общего положения, что при онтогенезе происходит постепенное старение организма, в настоящее время в качестве основы поддержания высокой продуктивности луговых агрофитоценозов принято их периодическое семенное возобновление. Однако мнение о неизбежности достаточно быстрого вырождения трав при вегетативном возобновлении нельзя считать абсолютно доказанным. Хорошо известны случаи интенсивного использования травостоев

без их перестройки в другой фитоценоз в течение 40 лет и более, тем не менее биологический механизм продления продуктивного долголетия или восстановления продуктивности преждевременно выродившихся травостоев до настоящего времени изучен недостаточно.

Во ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса при изучении устойчивости долголетних (до 48 лет) травостоев, созданных на основе длинно- и короткокорневищных злаков, а также клевера ползучего, было установлено, что сенильная фаза их популяций в фитоценозах еще не проявляется [3].

С.П. Смелов убедительными опытами показал, что возрастные изменения, столь характерно проявляющиеся в изменении урожая,

---

Печатается в рамках сотрудничества и обмена опытом.

его структуры, содержания запасных веществ, активности ферментного аппарата, лишь в малой степени затрагивают способность почек к образованию новых побегов и растений [7]. Опираясь на учение В.Р. Вильямса о дерновом процессе, С.П. Смелов пришел к выводу, что развитие дернового процесса ведет к постепенному ухудшению условий минерального питания и водно-воздушного режима, которые с какого-то момента становятся неблагоприятными для произрастания ценных кормовых трав, что и приводит к снижению их долголетия и урожайности. Почва насыщается токсинами, возникающими в результате выделения корней и распада корневых остатков, ее биологическая активность снижается. Такое мнение закрепилось на многие годы, хотя не было достаточно веских доказательств каждого из этих положений, не раскрыт и сам механизм вырождения травостоев.

Длительные наблюдения за луговыми травостоями, проведенные во ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, не подтвердили мнение об ухудшении аэрации, увеличении плотности почвы и снижении биологической активности в слое с максимальным накоплением корней и корневых остатков [1]. Значимого токсического влияния также не обнаружено, что связывают с детоксикацией корневых выделений почвенными микроорганизмами. Однако то, что дерновый процесс является важнейшим из факторов, оказывающих отрицательное влияние на среду обитания растений и продуктивное

долголетие сенокосных и пастбищных травостоев, не вызывает сомнения. Одновременно с изменением в неблагоприятную сторону почвенной среды большое количество питательных веществ почвы переходит в органические соединения, труднодоступные для наиболее ценных кормовых трав.

Цель наших исследований — определение влияния внешней среды и внутренних процессов в фитоценозе на продуктивность травостоев и продолжительность их использования.

### Методика

Полевой опыт проводили на лугомелиоративном стационаре Великолукской государственной сельскохозяйственной академии (Псковская обл.) с 1983 по 1995 г. Объектом исследований был одновидовой посев овсяницы тростниковой сорта Западная.

Почва опытного участка дерновая среднесуглинистая. В слое 0—20 см содержание гумуса составляло 2,3—2,6%, легкогидролизуемого азота — 6,2—7,1 мг, фосфора — 12,6—13,7 мг, калия — 24,0—29,1 мг на 100 г,  $pH_{\text{сол}}$  5,7—6,2.

В программу исследований входили наблюдения за ботаническим составом травостоя, количеством и видом побегов, зоной кущения, дерниной, семенной продуктивностью. Учитывая особую важность температурного режима верхнего слоя почвы на уровне зоны кущения для успешной зимовки многолетних трав, проводили непрерывную автоматическую регистрацию температуры почвы на глубине 2 см. Детальное

изучение влияния отдельных факторов на развитие надземной и подземной частей травостоя проводили в климатической камере, проращивая отобранные в течение зимы монолиты дернины. Для объективной оценки состояния отдельных побегов использовали метод биологического контроля за ростом и развитием растений [4]. По состоянию конусов нарастания на разных этапах органогенеза делали прогнозы потенциальной густоты травостоя и семенной продуктивности, устанавливали время и причины повреждений побегов. Ежегодно растения подкармливали удобрением из расчета 120N60P120K поверхностным способом.

### Результаты

Во все годы исследований основу травостоя (57—88%) составляла овсяница тростниковая (табл. 1). Изменения, произошедшие к 14-му году в одновидном посеве овсяницы тростниковой, не вышли за черту необратимой перестройки фитоценоза. В отличие от ранее известных положений нами установлено, что по состоянию растений и их семенной продуктивности в разные годы жизни можно выделить 3 четко обособленных периода в развитии травостоя (рис. 1).

В I период, до 4-го года жизни, количество побегов овсяницы тростниковой было максимальным и достигало 2126 шт/м<sup>2</sup>, а их доля в травостое составляла 85—88%. Зона кущения основной массы побегов размещалась ниже поверхности почвы на 1—5 см. В верхнем слое почвы происходило

интенсивное накопление неразложившихся органических остатков корневой массы и подземных частей побегов. К 3-му году жизни образовалась сравнительно плотная дернина и «войлок» из растительных остатков на поверхности почвы. Масса семян с одного побега в эти годы колебалась от 0,26 до 0,46 г, а семенная продуктивность — от 62 до 116 г/м<sup>2</sup>.

II период в жизни травостоя (5—10-й годы) характеризовался тем, что общее количество побегов овсяницы тростниковой уменьшилось по сравнению с первым периодом в 3—4 раза (до 460 шт/м<sup>2</sup>), а их доля в травостое снизилась до 56%. Зона кущения большинства побегов переместилась ближе к поверхности почвы в слой 0—3 см. Вместо выпавших растений в освободившееся пространство внедрились в значительных количествах несеянные виды: одуванчик лекарственный, пырей ползучий и др. В начале этого периода резко снизилось накопление неразложившихся органических остатков в слое почвы 0—30 см, с конца периода стала заметной тенденция к образованию крупных кустов овсяницы тростниковой. К 10-му году жизни травостоя практически не осталось мелких кустов. Характерной особенностью этих лет было то, что генеративные побеги образовали неполноценные метелки. К началу уборки масса семян с 1 побега не превышала 0,23 г, а продуктивность снижалась до 10 г/м<sup>2</sup>.

На 10—11-м годах жизни травостой вступил в III период своего развития. К этому времени

Таблица 1

## Состояние травостоя овсяницы тростниковой и условия зимовки в годы исследований (1983—1995 гг.)

| Показатель   | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Доля овсяницы тростниковой в травостое, % по массе             | 85   | 88   | 65   | 69   | 66   | 56   | 59   | 57   | 64   | 61   | 58   | 60   | 62   |
| Общее количество ее побегов, шт/м <sup>2</sup>                 | 2108 | 2126 | 1230 | 1020 | 730  | 460  | 476  | 464  | 560  | 509  | 520  | 505  | 510  |
| Количество генеративных побегов, шт/м <sup>2</sup>             | 220  | 252  | 230  | 150  | 209  | 63   | 41   | 66   | 203  | 74   | 71   | 73   | 91   |
| Сухая масса подземных органов в слое 0—30 см, т/га             | 3,6  | 6,1  | 9,7  | 9,9  | 10,2 | 10,5 | 12,2 | 12,6 | 13,3 | 12,8 | 12,5 | 12,0 | 12,4 |
| Расположение зоны кущения относительно поверхности участка, см | -1—5 | -1—5 | 0—3  | 0—3  | 0—3  | 0—2  | 0—2  | 0—2  | 1—2  | 1—2  | 1—2  | 2—2  | 2—2  |
| Погодные условия, способствующие выпреванию озимых             | +    | +    | —    | +    | —    | +    | +    | +    | —    | +    | +    | +    | +    |
| Разогрев дернины под снегом                                    | —    | —    | —    | +    | —    | +    | +    | +    | —    | +    | 0°C  | 0°C  | 0°C  |
| Доля повреждения генеративных конусов нарастания, %            | 6    | 6    | 10   | 25   | 5    | 25   | 25   | 25   | 6    | 10   | 10   | 12   | 10   |
| Масса семян с одного побега, г                                 | 0,28 | 0,46 | 0,33 | 0,23 | 0,45 | 0,19 | 0,20 | 0,18 | 0,43 | 0,20 | 0,29 | 0,37 | 0,32 |
| Семенная продуктивность, г/м <sup>2</sup>                      | 62   | 116  | 76   | 34   | 94   | 15   | 10   | 12   | 87   | 15   | 18   | 22   | 20   |

\* Плюсом обозначено наличие фактора, минусом — его отсутствие.

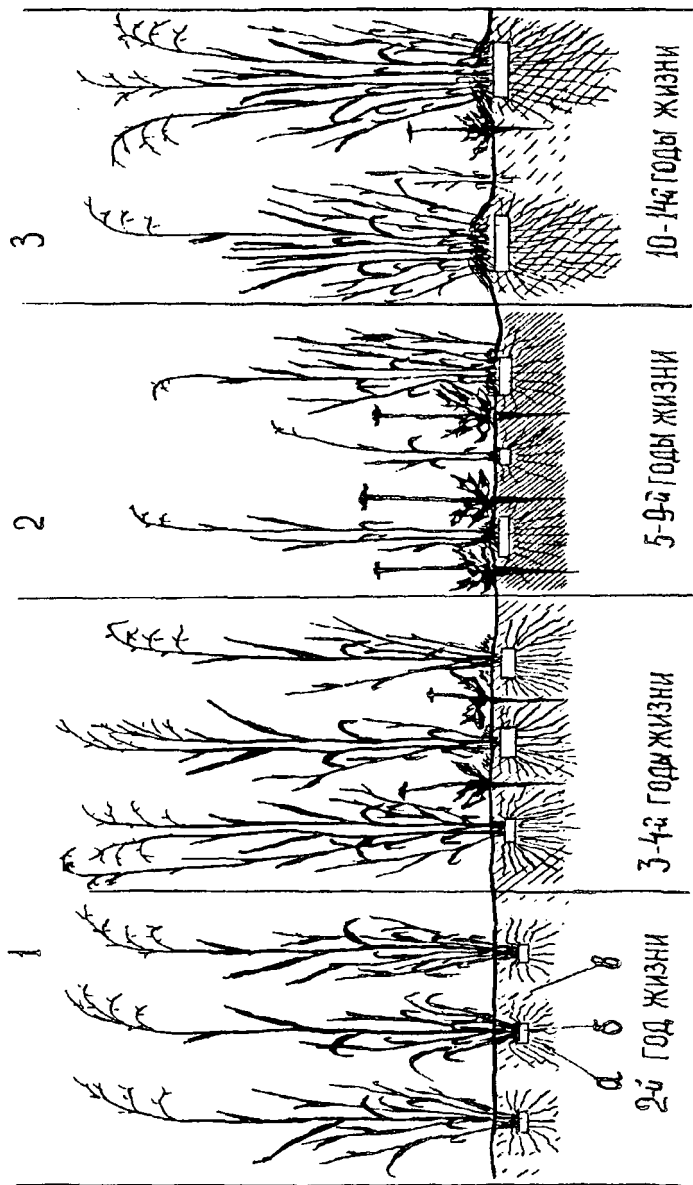


Рис. 1. Развитие овсяницы тростниковой при многолетнем использовании.

1, 2, 3 — I, II и III периоды жизни тростоя; а — корни; б — зона кушения; в — дернина.

сплошной ковер дернины преобразовался в отдельные кусты овсяницы тростниковой. Количество крупных кустов по сравнению со II периодом практически не изменилось и было в пределах от 5 до 11 шт/м<sup>2</sup>, однако их размеры увеличились. Отдельные кусты к 14-му году жизни достигли 24 см в диаметре. Высота микроповышений в основании кустов над поверхностью участка составила 3—5 см. В кустах было от 36 до 124 побегов с 2 листьями и более. Зона кушения большинства побегов переместилась в интервал от -2 до +3 см относительно поверхности участка. С увеличением размеров кустов и высоты микроповышений стало заметным уменьшение конкурентоспособности видов, ранее внедрившихся в травостой. К 14-му году жизни из внедрившихся видов в травостое в небольшом количестве удерживались мятлик луговой, пырей ползучий и одуванчик лекарственный. Вместе с тем внедрившиеся рыхлокустовые злаки получили хорошее развитие. Так, у тимофеевки луговой, ежи сборной, как и у овсяницы тростниковой, образовались крупные кусты с повышением микрорельефа почвы в основании кустов. Наметилась тенденция к увеличению в травостое количества побегов основного вида и семенной продуктивности. Масса семян с 1 побега в этот период развития не опускалась ниже 0,29 г.

Остановимся более подробно на процессах, происходящих в старовозрастном травостое. Анализ данных о состоянии растений и погодных условиях в годы прове-

дения исследований показал, что снижение семенной продуктивности в основном зависело от внутренних процессов, происходивших в травостое. Чем же было вызвано массовое выпадение побегов и изменение ботанического состава на 5-м году жизни травостоя? Важнейшие перемены в агрофитоценозе, совпавшие с резким снижением семенной продуктивности, произошли в подземной части травостоя. Образование плотной дернины изменило, как минимум, физические свойства верхнего слоя почвы; плотность уменьшилась с 1,3 до 1,17 г/см<sup>3</sup>, теплопроводность — с 1,4 до 0,8 Дж/м · с · °С (табл. 2). К этому же времени зона кушения большинства побегов овсяницы тростниковой поднялась ближе к поверхности почвы в слой 0—3 см, где стала более подверженной воздействию резких колебаний температуры и влажности. Отсюда можно сделать вывод — массовое выпадение побегов совпало с изменением среды обитания побегов в результате развития дернового процесса.

Среди непосредственных причин, вызывающих вырождение травостоев, в первую очередь исследователи [2, 9] называют возрастное ухудшение генеративной функции и выпадение побегов в период зимовки в связи с вымерзанием и весенним выпреванием озимых культур.

Овсяница тростниковая сорта Западная устойчива к вымерзанию и другим неблагоприятным факторам внешней среды зимнего периода [8]. За все годы проведения опыта вымерзания расте-

## Агрофизические свойства почвы в слое 0—10 см

| Показатель   | 1984               | 1985 | 1987 | 1990                 |                              |                      | 1995                 |                              |                      |
|--|--------------------|------|------|----------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|------------------------------|----------------------|
|  | среднее по площади |      |      | в ос-нованинни куста | в меж-кустовом прост-ранстве | сред-нее по пло-щади | в ос-нованинни куста | в меж-кустовом прост-ранстве | сред-нее по пло-щади |
| Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>                         | 1,30               | 1,22 | 1,19 | 1,14                 | 1,18                         | 1,16                 | 1,06                 | 1,25                         | 1,15                 |
| Температуропроводность, м <sup>2</sup> /с·10 <sup>-7</sup> | 1,80               | 1,20 | 1,10 | 1,20                 | 1,10                         | 1,15                 | 1,10                 | 1,70                         | 1,40                 |
| Теплопроводность, Дж/м · с · °С                            | 1,40               | 0,80 | 0,80 | 0,90                 | 1,10                         | 1,00                 | 0,60                 | 1,20                         | 0,90                 |

ний нами не отмечено. В годы с погодными условиями, способствующими весеннему выпреванию озимых, масштабы выпревания по сравнению с гибелью растений от снежной плесени и склеротинии оказались незначительными.

Влияние возраста травостоя на генеративную функцию побегов мы проверили в опыте с пересадкой отдельных побегов из разновозрастных травостоев в благоприятные почвенные условия, характерные для 1-го года жизни травостоя. Было установлено, что возраст травостоя до 15-го года не оказал заметного влияния на генеративную функцию отдельных побегов. Так, каждый второй из мощных укороченных побегов, взятых в середине января из травостоя на 5-м, 9-м и 14-м годах жизни и рассаженных по отдельности в климатической камере, образовывал соцветия, в то время как в естественных условиях у таких побегов соцветия образовались только в 8—36% случаев (табл. 3).

По нашим наблюдениям, основное влияние на ботанический со-

став травостоя и семенную продуктивность оказало избирательное выпадение генеративных побегов во II период развития травостоя в зимне-весенние периоды при погодных условиях, способствующих весеннему выпреванию озимых культур. В I период развития травостоя массовой гибели генеративных побегов не происходило. В этот период погодные условия способствовали развитию процессов весеннего выпревания, однако масштабы выпревания были незначительными. Температура верхнего слоя почвы в ранневесенний период под слоем снега не поднималась выше 0°С. К началу кущения доля побегов овсяницы тростниковой с повреждениями генеративных конусов нарастания не превышала 8—12% общего количества потенциально генеративных побегов.

Наиболее сильное негативное воздействие на семенную продуктивность и ботанический состав травостоя оказала гибель генеративных побегов во II период развития, когда погодные условия, способствующие весеннему выпреванию озимых, дополнялись

Т а б л и ц а 3  
Формирование генеративных побегов в зависимости от условий окружающей среды и возраста травостоя

| Показатель  | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ранневесенний разогрев дернины под снегом   | +    | —    | +    | +    | +    | —    | +    | 0°C  | 0°C  |
| Генеративные побеги в естественных условиях, %<br>к общему числу побегов                  | 14   | 28   | 14   | 8    | 14   | 36   | 15   | 14   | 14   |
| <i>Пересадка кустами</i>  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Генеративные побеги в климатической камере, %<br>к общему числу побегов, пересаженных до: |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 15 февраля  | 22   | 31   | 28   | 32   | 35   | 37   | 33   | 33   | 36   |
| 15 марта  | 22   | 33   | 28   | 33   | 37   | 37   | 35   | 32   | 38   |
| 15 апреля   | 16   | 30   | 12   | 12   | 18   | 39   | 17   | 16   | 22   |
| <i>Пересадка отдельными побегами</i>  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Пересаженных до:  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 15 февраля  | 50   | 43   | 47   | 52   | 51   | 54   | 52   | 50   | 52   |
| 15 марта  | 43   | 48   | 51   | 56   | 52   | 51   | 51   | 52   | 48   |
| 15 апреля   | 33   | 45   | 33   | 29   | 34   | 53   | 37   | 40   | 39   |



разогревом верхнего слоя дернины до  $+0,2$ — $+1,2^{\circ}\text{C}$ . Так, на 5-м году жизни ранней весной повышенная температура на глубине 2 см от поверхности сохранялась в течение 3 нед вплоть до схода снега. Сразу после схода снега выпало 20% растений овсяницы тростниковой, затем до фазы выхода в трубку продолжалось отмирание побегов и целых кустов. Количество генеративных побегов уменьшилось в 1985 г. с 230 до 150 шт/м<sup>2</sup>, масса семян с одного побега — с 0,33 до 0,23 г, в результате чего семенная продуктивность снизилась до 34 г/м<sup>2</sup>.

На 7-м году жизни травостоя температура верхнего слоя почвы всю зиму была близкой к  $0^{\circ}\text{C}$ , ранней весной еще под слоем снега в течение 3 нед температура в верхнем слое дернины поднималась до  $+0,2$ — $+1,2^{\circ}\text{C}$ . К началу фазы выхода в трубку выпали значительная часть наиболее мощных побегов и самые мелкие кусты. К уборке сохранилось 63 генеративных побега на 1 м<sup>2</sup>. Характерно, что сохранившиеся генеративные побеги образовали короткие метелки, а сроки их созревания растянулись до осени. Масса семян с 1 побега составила 0,19 г, семенная продуктивность снизилась до 15 г/м<sup>2</sup>.

В дальнейшем, до конца II периода развития травостоя, в годы, когда температура верхнего слоя почвы зимой колебалась от 0 до  $-3^{\circ}\text{C}$  и в ранневесенний период еще под снегом на глубине 1—2 см от поверхности 2—3 нед дернина разогревалась до  $+0,2$ — $+1,2^{\circ}\text{C}$ , семенная продуктивность не поднималась выше 12 г/м<sup>2</sup>.

Негативное влияние разогрева верхнего слоя дернины на семенную продуктивность подтверждает следующий факт. На 6-й и 10-й годы жизни травостоя, когда снег ложился на мерзлую землю, зима стояла без оттепелей, температура в слое почвы 0—20 см не поднималась выше  $-4^{\circ}\text{C}$  и разогрева верхнего слоя дернины не происходило, семенная продуктивность соответственно составила 94 и 87 г/м<sup>2</sup>, а масса семян с одного побега — 0,45 и 0,43 г.

Сильное негативное влияние разогрева верхнего слоя дернины на семенную продуктивность травостоя проявилось и в опыте с проращиванием растений, отобранных с участка до начала разогрева и после 2—4 нед разогрева, в строго контролируемых условиях климатической камеры. Начало разогрева в условиях Псковской области совпадает с весенним увеличением солнечной радиации в середине марта. Монолиты дернины с растениями овсяницы тростниковой ежегодно отбирали в первые декады февраля, марта, апреля и проращивали в климатической камере до цветения. Из табл. 3 следует, что на растениях, бывших под влиянием разогрева дернины до  $+0,2$ — $+1,2^{\circ}\text{C}$  в 1986, 1988, 1989, 1990, 1992 гг. и до  $0$ — $+0,3^{\circ}\text{C}$  в 1993, 1994, 1995 гг., в естественных условиях и пересаженных кустами в климатическую камеру сформировалось практически одинаковое количество метелок. В эти же годы на монолитах, отобранных для проращивания до начала разогрева, метелок образовалось в 2 раза больше. В годы без разо-

грева верхнего слоя дернины количество метелок в естественных условиях и в монолитах при разных сроках их переноса в климатическую камеру оказалось практически одинаковым.

Многолетними наблюдениями за температурой слоя почвы 0—2 см на двух рядом расположенных участках — травостое овсяницы тростниковой и пашне — установлено, что разогрев верхнего слоя почвы до +0,2—+1,2°С происходит только в дернине.

Разогрев дернины под слоем снега становится возможным после повышения теплоизоляционных свойств почвы, вызванного образованием плотной дернины и «войлока» на поверхности, а также на насыщением верхнего слоя почвы неразложившимися органическими остатками растений. В годы, когда температура верхнего слоя почвы в течение зимы близка к 0°С, количество тепла, выделяемого при дыхании растений, микробиологической деятельности, связанной с разложением органических остатков, и дополнительного тепла, поступающего в почву при весеннем увеличении солнечной радиации, становится достаточным для разогрева верхнего слоя дернины. По нашим наблюдениям, такой разогрев происходит, если почва покрыта слоем рыхлого снега, предотвращающего потери тепла из почвы. Известно, что теплоизоляционные свойства снега в несколько раз выше, чем у минеральных почв [9]. На рис. 2 приведен график температуры дернины на глубине 2 см с указанием состояния снегового покрова,

подтверждающий это положение.

Под влиянием разогрева дернины массовое выпадение наиболее мощных побегов сопровождалось ослаблением весеннего кушения, которое по-разному сказалось на мелких и крупных кустах. У первых ослабленное кушение продолжалось до конца лета, побеги осеннего кушения к концу вегетации, как правило, имели всего 1—2 листа и в зимний период в большинстве случаев выпадали. Повторяющаяся с 5-го года жизни почти ежегодное выпадение после зимовки наиболее мощных побегов и следующее за ним ослабление кушения способствовали постепенному уменьшению числа побегов в мелких кустах и их гибели. В крупных кустах летнее кушение после ослабленного весеннего заметно активизировалось. В них к осени образовалось 5—8% укороченных побегов с 4 и более листьями, 35—60% — с 2—3 листьями, 35—55% — с 1 листом. Побеги с 1 листом почти все погибали в осенне-зимний период. Побеги с 4 и более листьями, перейдя в генеративное состояние, выпадали во время снеготаяния или при возврате холодов весной. Лучше всех сохранялись побеги, перешедшие в генеративное состояние с 2—3 листьями. Укороченные побеги с 2—3 листьями, характеризующиеся высокой устойчивостью к неблагоприятным условиям зимовки, создали предпосылки для постепенного увеличения количества генеративных побегов в крупных кустах.

С 7—8-го года жизни травостоя у крупных кустов с большим количеством плотно размещенных



побегов, накапливающаяся на поверхности почвы органическая масса отмирающих побегов привела к образованию микроповышений рельефа в основании кустов. На 1 м<sup>2</sup> поверхности луга образовалось от 3 до 12 кустов с микроповышениями от 1,5 до 2,5 см.

В III период при уменьшении масштабов повреждения генеративных конусов нарастания повреждение и выпадение генеративных побегов в годы с погодными условиями, способствующими выпреванию, оставались основными причинами низкой продуктивности травостоя. В этом случае в отличие от II периода при наметившейся тенденции к повышению семенной продуктивности увеличились размеры метелок, а масса семян с 1 побега возросла на 25—30%.

Уменьшение масштабов повреждения генеративных побегов совпало по возрасту травостоя с временем прекращения разогрева верхнего слоя дернины ранней весной до положительных значений температуры и выносом зоны кушения основной массы побегов в микроповышения рельефа, образованные крупными кустами овсяницы тростниковой (см. рис. 1).

Значительно большая защищенность зон кушения побегов в крупных кустах, чем в мелких, связана во многом с тем, что во время весеннего снеготаяния талая вода стекает с микроповышений поверхности почвы, образованных крупными кустами, оставляя их свободными от капельно-жидкой воды. Теплопроводность

воды приблизительно в 3 раза выше, чем воздуха, поэтому при перепадах суточных температур воздуха в это время года от —50 °С ночью до +15 °С днем в затопленных водой зонах кушения побегов мелких кустов, не образовавших повышенной микрорельефа, конусы нарастания побегов подвергаются гораздо большему физиологическому воздействию перепадов температуры и механических повреждений при замерзании и оттаивании воды, чем незатопленные конуса нарастания в крупных кустах.

Необходимо принять во внимание и то, что совместное действие температуры и влажности оказывает более выраженное лимитирующее влияние, если условия любого из этих факторов близки к критическим [5]. Кроме этого, из-за высоких теплоизоляционных свойств органического вещества, накопившегося в основании крупных кустов, суточные перепады температуры там незначительны, а их минимум значительно меньше, чем на остальном пространстве.

Прекращение разогрева верхнего слоя дернины в III период развития травостоя мы связываем с тем, что к этому времени преобразование сплошного ковра дернины в отдельные кусты овсяницы тростниковой вызвало перераспределение содержания органического вещества в верхнем слое почвы по площади луга. Подъем зоны кушения побегов к поверхности почвы сопровождался накоплением органической массы отмирающих побегов не только в верхнем слое дернины, но и на

поверхности почвы. В основаниях кустов овсяницы тростниковой содержание неразложившегося органического вещества увеличилось, а между кустами значительно уменьшилось.

Уменьшение количества живых корней и неразложившихся органических остатков в пространстве между кустами способствовало увеличению там плотности почвы и снижению теплоизоляционных свойств (см. табл. 2), что и повлекло за собой прекращение разогрева дернины до положительных значений температуры на глубине 0—2 см в ранневесенний период.

Выпадение наиболее крупных побегов вызвано двумя основными причинами, которые выяснились при проведении биологического контроля за ростом и развитием растений.

В начале зимы конусы нарастания побегов овсяницы тростниковой находятся в основном на 1—м и 2—м этапах органогенеза. В годы, когда температура верхнего слоя почвы в течение зимы близка 0° С, развитие конусов нарастания наиболее мощных укороченных побегов, прошедших в своем развитии осенью 2—й этап органогенеза (рис. 3, а), ускоряется, и еще в морозный период они переходят к III и даже к IV этапам органогенеза (рис. 3, б, в). В условиях резкого перепада температур преждевременное развитие приводит к повреждению генеративных конусов нарастания и гибели таких побегов к началу кушения (рис. 3, з).

В годы, когда происходит разогрев верхнего слоя дернины, у зна-

чительного количества конусов нарастания, находящихся осенью на I этапе или на начальных ступенях II этапа органогенеза (рис. 3, д), еще под снегом ускоряется рост верхней части без дифференциации (рис. 3, е, ж). После схода снега развитие части таких побегов приостанавливается, и ко времени кушения — выхода в трубку они погибают (рис. 3, з). В такие годы доля побегов с недифференцированным ростом верхней части генеративных конусов нарастания к началу кушения достигла 25—30% общего количества генеративных побегов. Остальные побеги, по всей вероятности, с меньшими повреждениями генеративных конусов нарастания сохранялись, но образовывали неполные метелки.

В морозные зимы 1987 и 1991 гг., когда разогрева верхнего слоя дернины не происходило, доля поврежденных генеративных конусов нарастания не превышала 3—6%.

Неизбежную причину быстрого (5—8 лет) падения урожайности сеяных лугов В.Р. Вильямс видел в накоплении органических остатков, ухудшающих условия роста трав. Он считал, что чем мощнее развивается злаковая луговая растительность и чем дольше остаются травы на одном и том же месте, тем более быстрым будет темп накопления органических веществ и большей будет их масса. Поэтому он называл беспочвенными и вредными для достижения высокой производительности труда приемы, направленные к тому, чтобы сохранить высокие урожаи сеяного луга на воз-

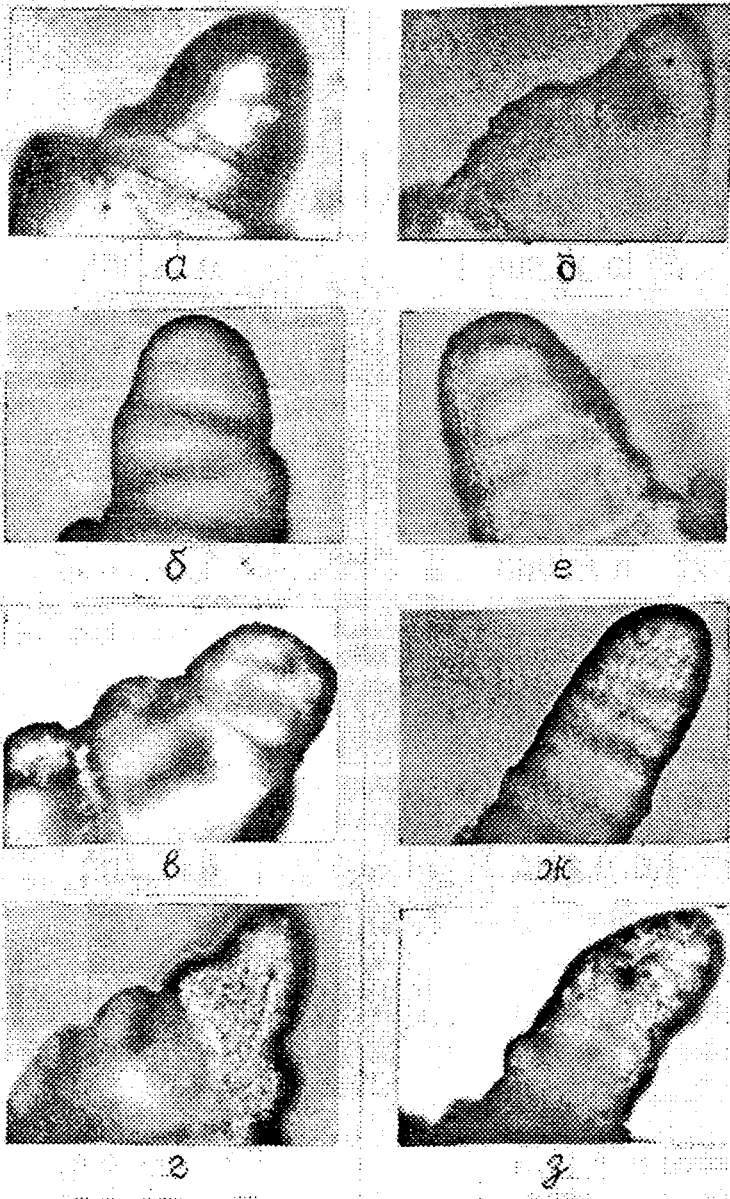


Рис. 3. Развитие поврежденных конусов нарастания, прошедших осенью I этап органогенеза (б, е, ж, з) и прошедших II этап (а, б, в, г)

можно долгий период времени. С его точки зрения, борьба с накоплением в почве органических остатков под покровом многолетней травяной растительности не может дать положительных результатов, поскольку это борьба с последствиями. Он рекомендовал полностью уничтожить луговую растительность и добиваться минерализации органических веществ, закрепленных в дернине, путем посева однолетних растений [2]. Действительно, многочисленные попытки возрождения луга приемами коренного и особенно поверхностного улучшения без минерализации органического вещества почвы однолетними растениями в большинстве случаев не давали длительного эффекта и были экономически малопродуктивными. Однако полученные нами экспериментальные данные о периодах развития травостоя в условиях интенсивного удобрения позволяют по-иному посмотреть на некоторые положения, которые легли в основу тезиса о неизбежном быстром падении урожайности.

Во-первых, высокие темпы накопления и равномерность распределения в верхнем слое почвы органического вещества характерны только для I периода в развитии травостоя. Во II периоде, с 6—7-го года жизни (табл. 1) прирост массы органических остатков практически уравновесился их минерализацией. С конца II периода начался процесс перераспределения органического вещества в почве; под крупными кустами овсяницы тростниковой его содержание оставалось значи-

тельным, а между кустов уменьшалось.

Во-вторых, в условиях постоянно действующего фактора удобрения произошедшие к 15-му году жизни изменения не вышли за рамки необратимой перестройки исходного травостоя. Резкое снижение продуктивности на 4—5-м годах жизни, трактуемое при краткосрочных опытах как вырождение при сукцессии, мы рассматриваем как начало длительного малопродуктивного периода в развитии исходного травостоя. Этот период завершается к 11—12-му годам жизни тенденцией к увеличению количества побегов овсяницы тростниковой и повышению ее семенной продуктивности. Как показали наши исследования, периоды развития травостоя связаны с эволюцией средообразующих форм дернины: от образования дернины в I период, сплошного плотного ковра дернины во II и преобразования сплошного ковра в отдельные кусты в III период (см. рис. 1).

В-третьих, образование крупных кустов и повышение устойчивости их зимующих побегов позволяет рассматривать этот процесс как биологический механизм самовосстановления высокой продуктивности старовозрастного травостоя. Саморегуляция содержания органических остатков и их распределения в почве в процессе эволюции форм дернины от сплошного ковра к крупным кустам избирательно создает благоприятные условия среды обитания для побегов овсяницы тростниковой, что дает возможность восстановления высокой продук-

тивности старовозрастного травостоя.

Таким образом, периодичность в развитии одновидового посева овсяницы тростниковой с эволюцией форм дернины и образованием крупных кустов характеризует травостой как саморегулирующуюся систему, способную в определенных условиях к длительному развитию при высокопродуктивном использовании.

В соответствии с выявленным биологическим механизмом восстановления продуктивности старовозрастных травостоев мы разработали способ, позволяющий исключить длительный низкопродуктивный период в развитии агрофитоценоза целенаправленным воздействием на дернину. Сущность этого способа заключается в том, что на определенном этапе эволюции дернины проводится специальная поверхностная обработка луга, которая преобразует сплошной ее ковер в обособленные пятна с микроповышениями рельефа (рис. 4). Такая обработка, выполненная на 4—5-м году жизни, вызывает ускоренное образование крупных кустов овсяницы тростниковой с соответствующими изменениями содержания органических остатков в почве и тем самым позволяет исключить длительный низкопродуктивный период. Засыпка измельченной дерниной оснований побегов овсяницы тростниковой при формировании микрорельефа почвы защищает зоны кушения от неблагоприятных факторов среды, усиливает вегетативное возобновление и ускоряет образование крупных кустов. В условиях сформированного микрорельефа

и после образования крупных кустов идет интенсивное разложение органических остатков и вовлечение в оборот питательных веществ, иммобилизованных в дернине. Следует отметить, что при внешнем сходстве с естественным образованием крупных кустов механическое воздействие на дерновый процесс за 1 год коренным образом улучшает состояние травостоя. Благодаря совпадению по своей направленности специальной поверхностной обработки с естественным развитием дернового процесса обеспечивается ее длительное последствие.

### Выводы

1. В развитии агрофитоценоза с преобладанием овсяницы тростниковой выделяется 3 четко обособленных периода. В I период (1—5-й годы жизни, до образования плотной дернины) благоприятные условия среды обитания побегов способствуют высокой конкурентоспособности овсяницы тростниковой и обеспечивают высокую продуктивность травостоя. Низкая продуктивность во II период (6—11-й годы жизни) обусловлена ухудшением условий среды обитания побегов в плотной дернине. Самовосстановление высокой продуктивности в III период (с 12-го года жизни) связано с улучшением среды обитания побегов, вызванным эволюцией сплошного ковра дернины и крупными кустами овсяницы тростниковой.

2. Образование крупных кустов овсяницы тростниковой, улучшающее вегетативное возобновление, можно рассматривать как



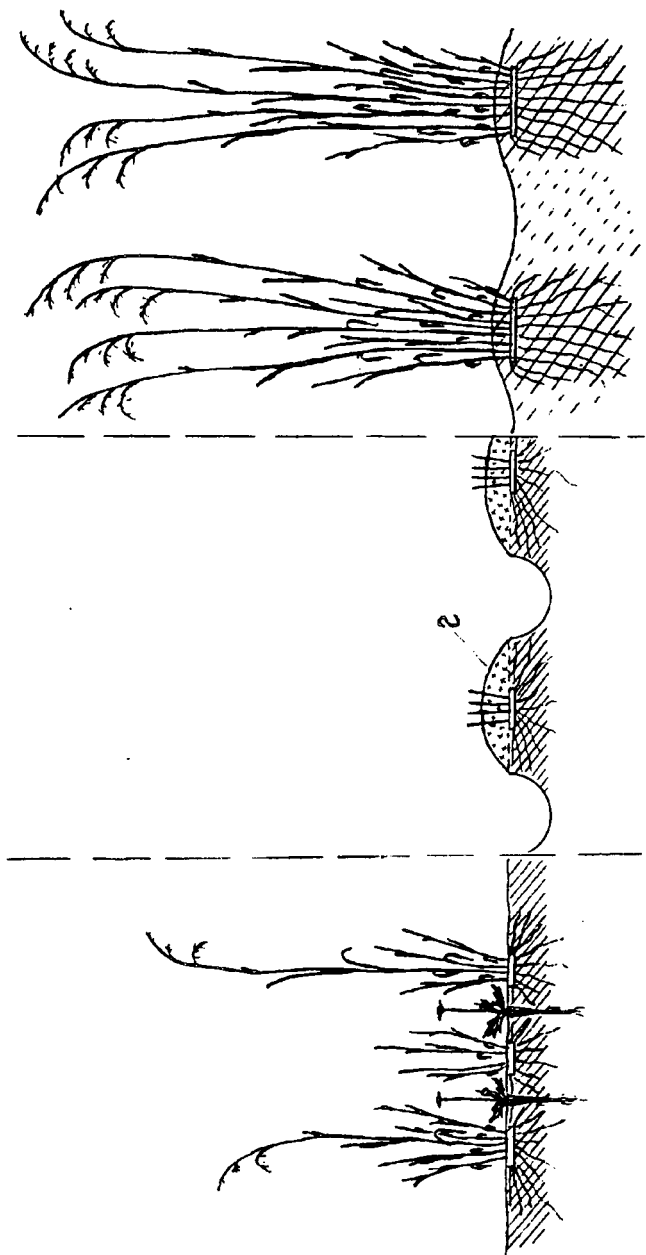


Рис. 4. Схема поверхностной обработки луга.  
2 — измельченная дернина; остальные обозначения те же, что на рис. 1.

биологический механизм самовосстановления высокой продуктивности старовозрастных травостоев.

3. Специальная поверхностная обработка луга, регулирующая дерновый процесс, позволяет увеличить длительность продуктивного использования рыхлокустовых злаков.

4. Формирование крупных кустов в процессе поверхностной обработки луга ускоряет разложение органических остатков дернины, вовлекает в оборот иммобилизованные питательные вещества, позволяет экономить затраты на удобрение.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Ахламова Н.М., Федорова Л.Д., Гудков В.В., Зятчина Г.П.* Интенсивность дернового процесса и эффективность удобрений при длительном использовании

сенокосов. — В сб.: Эффективные приемы повышения продуктивности природных кормовых угодий по зонам страны. М.: ВНИИ кормов, 1988, с. 121—132. — 2. *Вильямс В.Р.* Собр. соч., т. 4, М., 1949. — 3. *Жезмер Н.В., Родионова А.В., Орленкова Е.К.* Биологические основы создания долголетних травостоев. — Кормопроизводство, 1977, № 1—2, с. 21—24. — 4. *Куперман Ф.М.* Морфофизиология растений. М.: Высшая школа, 1984. — 5. *Одум Ю.П.* Основы экологии. М.: Мир, 1975. — 6. *Работнов Т.А.* Экология луговых трав. М.: Изд-во МГУ, 1985. — 7. *Смелов С.П.* Теоретические основы луговодства. М.: Колос, 1966. — 8. *Спасов В.П.* Овсяница тростниковая. Л.: Лениздат, 1981. — 9. *Шульгин А.М.* Климат почвы и его регулирование. Л.: Гидрометеониздат, 1972.

*Статья поступила 6 мая 1998 г.*

#### SUMMARY

In a long-term experiment the nature of the effect of sod-forming process on shoot formation and productivity of loose-bunch grasses has been determined. Biological mechanism of increasing their productive longevity has been detected. Low-cost way of surface improvement of old-sown grass stands by regulating sod-forming process has been developed.