

Горизонтальная структура агроценозов южной Карелии

М.Г.Юркевич

Институт биологии Карельского НЦ РАН, г. Петрозаводск

Введение

Во всех фитоценозах обычно наблюдается более или менее выраженное пятнистое или мозаичное сложение растительности (Дохман, 1963; Шенников, 1964; Сурова, 1999). Горизонтальное строение растительного покрова в связи с его неоднородностью связано как с условиями среды, так и с эколого-биологическими особенностями видов, характером их распространения, размножения и произрастания. В результате изучения растительных сообществ установлено, что мозаичность представляет собой горизонтальное расчленение всего сообщества и присуща всем без исключения фитоценозам, даже таким, которые представлены моновидовыми популяциями (Сурова и др., 1999; Сидоренко и др., 2002). Изучением и теоретическим осмыслением мозаичности растительных сообществ занимались многие геоботаники (Каплин, 2004; Каплин, Кузнецов, 2005; Комаров и др., 2002; Сапегин, Шульга, 2006). Для обозначения горизонтального строения фитоценозов используют различные термины, обозначающие отдельные элементы мозаики: "микроруппировка" и "микроценоз" (Василевич, 1983), "парцелла" (Дылис, Сукачев, 1964), "квант" (Ястребов, 1991). Изучение горизонтальной неоднородности растительных сообществ важно для описания и учета растительности, для познания динамики растительности и динамических смен. Оно имеет не только научное, но и практическое значение, поскольку помогает вскрыть причины понижения урожайности сеяных лугов и разработать практические предложения по ее увеличению.

Цель данной работы – исследовать мозаичность луговых агроценозов на дерново-подзолистых суглинистых почвах и установить связь видового состава и продуктивности луговых угодий с эдафическими условиями.

Материалы и методы

Основной структурной единицей нами была принята парцелла по Н. В. Дылису (Дылис, Сукачев, 1964). Исследовался раститель-

ный покров парцелл, особенности их распределения, происхождение и продуктивность. Выделенные парцеллы отличаются по жизненности, густоте, высоте и составу растений. Соотношение площадей, занятых теми или иными парцеллами, определялось методами линейной таксации и трансект. Протяженность их составила более 13000 м, охваченная исследованиями площадь – 70 га. Видовой состав парцелл и их урожайность определялись путем отбора пробных укосов в шестикратной повторности на каждой трансекте. Трансекты шириной 1 метр закладывались по всей ширине исследованных полей через каждые 10 метров. Исследования проводились на Корзинском научном стационаре, расположенном в Южной Карелии, в конце июня – начале июля 2002-2003 гг., в фазу колошения злаков.

Объектами исследования служили производственные посевы сеяных трав (шесть полей), созданные на дерново-подзолистых суглинистых почвах. Четыре агроценоза расположены на легкосуглинистых почвах, это травосмеси из *Phleum pratense* и *Trifolium pratense* 4-го года жизни (поля 1 и 4), посев *Dactylis glomerata* 3-го года жизни (поле 2), посев *Dactylis glomerata* и *Trifolium pratense* 3-го года жизни (поле 3). Два агроценоза – посевы *Dactylis glomerata* 4-го года жизни (поля 5 и 6) расположены на тяжелосуглинистой почве.

Экологическая контрастность лугов рассчитывалась по индексу процентного сходства Ренконена (Krebs, 1989):

$$R = \sum \min(p_{1i}, p_{2i}) \quad [1]$$

где p_{1i} и p_{2i} – встречаемость определённого вида на каждой из пары сравниваемых полей. Для определения встречаемости суммировалось количество зафиксированных встреч всех видов растений, а затем для каждого вида количество встреч приводилось к 100 процентам. При расчёте индекса Ренконена суммировались минимальные из сравниваемой пары почв значения встречаемости каждого вида. Поля условно расценивались как экологически сходные, когда индекс Ренконена превышал 50 процентов, и экологически контрастные, когда индекс был менее 50 процентов.

Почвы под обследованными агроценозами несколько различались. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методами дисперсионного и корреляционного анализов.

Результаты

На дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах исследовано четыре агрофитоценоза. В посеве *Phleum pratense* и *Trifolium pratense* 4-го года жизни (поле 1) травостой относительно ровный, много густого, *Trifolium pratense* встречается куртинами, участки с густой и нормальной *Phleum pratense* чередуются с массивами *Elytrigia repens*, который образует густой, местами лежащий травостой. Было выделено шесть парцелл:

1) нормальный темно-зеленый травостой (проективное покрытие 90%), расположенный на ровном участке. На 4-й год жизни содержание сеяных видов составило 61,8%. Сеяные виды с примесью *Elytrigia repens* образуют достаточно густой высокий травостой;

2) густой травостой (проективное покрытие 100%) темно-зеленого цвета, местами лежащий, состоит преимущественно из *Phleum pratense* и *Elytrigia repens* с примесью *Trifolium pratense*;

3) разреженный травостой (проективное покрытие 60-70%). Основу ценоза составляют *Phleum pratense* светлого цвета, менее мощные по сравнению с нормальным травостоем, с небольшим количеством *Trifolium pratense*. В травостое также присутствуют *Ranunculus acris*, *Matricaria inodora*, *Poa pratensis*, *P. trivialis* и значительное количество *Elytrigia repens*;

4) нормальный травостой с внедрившимися видами (проективное покрытие 70%). К сеяным видам примешиваются *Alopecurus pratensis*, *Poa pratensis* и *P. trivialis*, *Matricaria inodora*. Основную массу внедрившихся видов составляет *Elytrigia repens*;

5) нормальный травостой в понижении (проективное покрытие 80%), более светлый по сравнению с нормальным травостоем, расположенном на ровном участке. Состоит преимущественно из *Elytrigia repens* и *Phleum pratense*;

6) колея с разреженным травостоем (проективное покрытие 50%), состоящая, главным образом, из *Elytrigia repens* с примесью *Phleum pratense*, *Poa pratensis* и *P. trivialis* и разнотравья: *Chenopodium album*, *Galeopsis speciosa*, *Matricaria inodora*, *Ranunculus acris*, *Taraxacum officinale*.

В посевах *Dactylis glomerata* 3-го года жизни (поле 2), посевах *Dactylis glomerata* и *Trifolium pratense* 3-го года жизни (поле 3), посевах *Phleum pratense* и *Trifolium pratense* 4-го года жизни (поле 4)

травостой был более неоднородный, в этих агроценозах выделены следующие парцеллы:

1) нормальный травостой (проективное покрытие 80%). Сеяные виды образуют достаточно густой высокий травостой с примесью *Phleum pratense*;

2) густой травостой (проективное покрытие 100%). Преобладают сеяные виды, травостой темно-зеленого цвета, выше и гуще, чем на парцелле с нормальным травостоем. В посеве *Dactylis glomerata* и *Trifolium pratense* с примесью *Phleum pratense*;

3) разреженный травостой (проективное покрытие 60-70%), преобладают сеяные виды, в посеве *Phleum pratense* и *Trifolium pratense* к сеяным видам примешиваются *Alopecurus pratensis*, *Poa pratensis*, *Taraxacum officinale*;

4) редкий травостой (проективное покрытие 40-50%), преобладают сеяные виды, в посеве *Dactylis glomerata* с примесью *Taraxacum officinale*;

5) травостой из *Trifolium pratense* (проективное покрытие 70-80%) в посеве *Phleum pratense* и *Trifolium pratense*, местами высокий, местами низкий;

6) нормальный травостой с внедрившимися видами (проективное покрытие 80%), доминируют сеяные виды, из внедрившихся преобладают *Phleum pratense*, *Sorghus arvensis*, *Taraxacum officinale*, *Urtica dioica*; в посеве *Phleum pratense* и *Trifolium pratense* к высокому травостою из сеяных видов примешиваются *Deschampsia cespitosa*, *Poa palustris*, *Ranunculus acris*;

7) нормальный низкий травостой в понижении (проективное покрытие 60%), состоит в основном из сеяных видов, отмечен в посеве *Phleum pratense* и *Trifolium pratense*;

8) нормальный травостой в понижении (проективное покрытие 80%), состоит преимущественно из сеяных видов;

9) густой травостой в понижении (проективное покрытие 100%), более густой и высокий, чем нормальный, состоит в основном из сеяных видов;

10) разреженный травостой в понижении. В посеве *Dactylis glomerata* и *Trifolium pratense* преобладают сеяные виды, проективное покрытие 70%. В посеве *Dactylis glomerata* проективное покрытие 60 %, к сеянному виду примешивается *Elytrigia repens*;

11) колея, отмечена в посеве *Phleum pratense* и *Trifolium pratense* (проективное покрытие 60%), наряду с *Phleum pratense* присутствуют *Deschampsia cespitosa*, *Ranunculus acris*, *Taraxacum officinale*;

В травосмеси из *Phleum pratense* и *Trifolium pratense* (поле 1) фактический урожай сена 4,43 т/га, что на 10% меньше, чем на парцелле с нормальным травостоем, с которой собрано 24% урожая. Урожай, собранный с остальных парцелл, расположенных на ровном участке, составил 69% и лишь 7% – с понижений (Табл. 1).

Таблица 1. Урожай сена и соотношение парцелл на дерново-подзолистых суглинистых почвах

Парцеллы	% от общей площади						Воздушно-сухая масса, т/га					
	Поле											
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Нормальный травостой	38,2	31,6	21,3	18,9	25,7	20,1	4,9	5,8	7,2	5,0	7,3	5,0
Густой травостой	30,5	32,4	49,5	22,1	47,0	34,8	5,3	12,4	9,5	7,4	8,2	5,3
Разреженный травостой	18,5	9,6	5,8	6,1	13,5	11,3	2,9	3,1	3,8	4,1	2,7	1,6
Редкий травостой	–	0,5	2,9		–	–	–	1,0	1,4	–	–	–
Травостой из <i>Trifolium pratense</i>	–	–	–	9,8	–	–	–	–	–	4,7	–	–
Нормальный травостой с внедрившимися видами	2,5	9,8	–	19,0	–	8,1	4,15	5,96	5,00	–		
Нормальный низкий травостой	–	–	–	–	–	6,2	–	–	–	–	–	1,8
Нормальный низкий травостой в понижении	–	–	–	12,6	–	–	–	–	–	2,8	–	–
Нормальный травостой в понижении	7,8	9,2	2,4	5,5	12,7	9,8	3,3	4,2	7,1	3,5	4,9	4,2
Густой травостой в понижении	–	1,6	14,4	–	–	8,0	–	12,8	14,5	–	–	3,2
Разреженный травостой в понижении	–	5,3	3,7	–	–	–	–	2,4	3,3	–	–	–
Колея	2,5	–	–	6,0	1,1	1,7	2,0	–	–	2,7	1,0	1,1
НСР ₀₅							0,43	1,80	1,45	1,53	0,76	0,56

В молодом посеве *Dactylis glomerata* (поле 2) средний урожай составил 8,84 т/га при урожае парцеллы с нормальным травостоем 7,18 т/га. Это объясняется тем, что 63,9% площади посева занимает густой травостой. С парцеллы с нормальным травостоем собрано 17,3% урожая, с остальных парцелл, расположенных на ровном участке поля 69%, в понижении 26,9%.

Средний урожай травосмеси из *Dactylis glomerata* и *Trifolium pratense* (поле 3) составил 4,28 т/га, что на 26,1% меньше, чем на парцелле с нормальным травостоем (5,79 т/га). Урожай сена, собранный с парцеллы с нормальным травостоем, составил 42,9%, с остальных парцелл, расположенных на ровном участке почвы 40,1%, с понижений 17%.

В травосмеси из *Phleum pratense* и *Trifolium pratense* (поле 4) величины фактического и заданного урожая различаются незначительно (5,1 и 4,99 т/га). С парцеллы с нормальным травостоем собрано 18,5%, с парцелл на ровном участке поля 70,9%, с понижений 10,6% урожая.

На дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах обследовано два луговых агроценоза посева *Dactylis glomerata* 4-го года жизни (поля 5 и 6). Выделены следующие парцеллы:

1) нормальный травостой (проективное покрытие 80-90%), состоит из сеяного вида с примесью *Elytrigia repens* и *Phleum pratense*;

2) густой травостой (проективное покрытие 100%) темно-зеленого цвета, состоит из сеяного вида;

3) разреженный травостой (проективное покрытие 60-70%), расположен на ровном участке, состоит, главным образом, из сеяного вида и *Elytrigia repens* с примесью *Phleum pratense*, *Poa pratensis*, *Barbarea vulgaris*, низкого *Chamaenerion angustifolium*, *Deschampsia cespitosa*, *Matricaria inodora*, *Ranunculus acris*, *R. repens*, *Taraxacum officinale*;

4) нормальный травостой с внедрившимися видами (проективное покрытие 80%), состоит из *Dactylis glomerata* и *Elytrigia repens* с включением *Poa palustris*, *P. pratensis*, *Matricaria inodora*, *Sonchus arvensis* и *Taraxacum officinale*;

5) нормальный низкий травостой (проективное покрытие 70%), ниже и светлее, чем нормальный травостой;

6) редкий травостой с разнотравьем (проективное покрытие 30%), травостой состоит преимущественно из *Deschampsia cespitosa*, *Poa palustris*, *P. pratensis* и редкой *Dactylis glomerata*;

7) нормальный травостой в понижении (проективное покрытие 75-80%), более светлый и редкий, чем нормальный на ровном участке, по краям поля к сеянному виду примешиваются *Phleum pratense*, *Poa pratensis*, *Barbarea vulgaris*, низкий *Chamaenerion angustifolium*, *Deschampsia cespitosa*, *Matricaria inodora*, *Ranunculus acris*, *R. repens*, *Taraxacum officinale*;

8) густой травостой в понижении (проективное покрытие 100%), темно-зеленого цвета, состоит в основном из *Dactylis glomerata* и *Elytrigia repens*;

9) колея (проективное покрытие 40%), редкий травостой из *Phleum pratense* и разнотравья.

Таблица 2. Распределение индекса Ренконена по посевам, %

Посев	Парцелла		
	Нормальный и нормальный травостой	Густой и густой травостой	Нормальный в понижении и нормальный в понижении травостой
Дерново-подзолистые легкосуглинистые почвы			
<i>Dactylis glomerata</i> 3 год жизни (поле 2) и <i>Dactylis glomerata</i> + <i>Trifolium pratense</i> 3 год жизни (поле 3)	69,1	47,6	79,8
Дерново-подзолистые тяжелосуглинистые почвы			
<i>Dactylis glomerata</i> 4 год жизни (поле 5) и <i>Dactylis glomerata</i> 4 год жизни (поле 6)	90,8	60,2	24,8

Таблица 3. Распределение индекса Ренконена по парцеллам, %

Посев	Парцеллы						
	Нормальный и густой травостой	Нормальный и нормальный в понижении травостой	Густой и густой в понижении травостой	Нормальный и разреженный травостой	Нормальный в понижении и разреженный в понижении травостой	Нормальный в понижении и густой в понижении травостой	Разреженный и разреженный в понижении травостой
<i>Phleum pratense</i> + <i>Trifolium pratense</i> 4 год жизни (поле 1)	83,7	56,0	–	81,8	–	–	–
<i>Dactylis glomerata</i> 3 год жизни (поле 2)	98,2	84,8	98,6	98,4	–	83,5	26,3
<i>Dactylis glomerata</i> + <i>Trifolium pratense</i> 3 год жизни (поле 3)	65,7	87,9	61,9	71,0	83,4	75,5	82,7
<i>Phleum pratense</i> + <i>Trifolium pratense</i> 4 год жизни (поле 4)	90,4	43,5	–	76,6	–	–	–
<i>Dactylis glomerata</i> 4 год жизни (поле 5)	79,9	83,8	–	79,2	–	–	–
<i>Dactylis glomerata</i> 4 год жизни (поле 6)	54,6	36,0	88,1	41,9	–	74,7	–

Урожайность обследованных агроценозов несколько различалась. На 5-ом поле, обследованном в 2002 г., 47% площади посева занимает густой травостой, в результате средний урожай посева 6,1 т/га при планируемом 7,27 т/га. С парцеллы с нормальным травостоем собрано 20,4% урожая, с остальных парцелл, расположенных на ровном участке 69,2%, с парцелл в понижении 10,4% урожая. На 6-ом поле, обследованном в 2003 г., фактический урожай сена равен 3,89 т/га при урожае нормального травостоя 4,99 т/га, что составило 20,6%. С остальных парцелл, расположенных на ровном участке, собрано 61,1%, с понижений 18,3% урожая.

Экологическая контрастность сеяных лугов рассчитывалась по индексу процентного сходства Ренконена (Табл. 2, 3).

Обсуждение

Урожайность луговых агроценозов является интегральным показателем жизнедеятельности луговых сообществ. На минеральных почвах ботанический состав, плотность травостоев, а следовательно их продуктивность, в значительной мере определяется выровненностью поверхности полей. В отдельных случаях, особенно в молодых агроценозах, значительную долю в формировании урожая составили густой и нормальный травостой, поэтому полученный урожай близок к планируемому. На половине обследованных полей вследствие горизонтальной неоднородности травостоя потери урожая от нормального составили от 10% (на 1-ом поле) до 21,8 – 26,1% (на 3, 5 и 6-ом полях).

Расчеты экологической контрастности агрофитоценозов по индексу Ренконена показали, что на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве трехлетние посева *Dactylis glomerata* на разных полях близки по видовому составу парцелл с нормальным травостоем как на ровном участке поля (индекс Ренконена 69,1%), так и в понижении (79,8%), а в парцеллах с густым травостоем отмечены существенные различия ботанического состава (индекс не превышает 47,6%), так как на третьем поле велико участие *Phleum pratense* (22,3%) и *Sonchus arvensis* (12,8%).

На дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах контрастность травостоев *Dactylis glomerata* 4-го года жизни в большей степени зависела от микрорельефа полей. На выровненных участках 5

и 6-го полей парцеллы с нормальным травостоем практически идентичны (индекс Ренконена 90,8%), в понижении же они различны (индекс сходства 24,8%). На 5-ом поле в парцеллах, расположенных в понижении, преобладает *Dactylis glomerata* (60,1%), а на 6-ом поле – *Elytrigia repens* (74%). Значительная засоренность поля *Elytrigia repens* объясняется, возможно, не вполне тщательной подготовкой участка к посеву многолетних трав.

В пределах одного поля также отмечена вариабельность горизонтальной структуры растительных сообществ. На дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах видовой состав агроценозов *Phleum pratense* 4 года жизни (поля 1 и 4) во многом определяется выравненностью микрорельефа. В понижении индекс сходства парцелл с нормальным травостоем не превышает 56% (поле 1) и 43,5% (поле 4), в тоже время на ровном участке близки по своему видовому составу парцеллы с нормальным и густым травостоем (83,7%-90,4%) и нормальным и разреженным (81,8-76,6%).

Высокая конкурентная способность *Dactylis glomerata* способствует значительной степени сходства всех парцелл в посевах *Dactylis glomerata* 3-го года жизни. Однако на ботанический состав травостоя повлиял микрорельеф поля, ввиду доминирования более влаголюбивого и агрессивного вида – *Elytrigia repens* (74,3%) на участке расположенном в понижении, разреженные травостои на ровном участке и в понижении имеют низкий коэффициент сходства (26,3%).

Дерново-подзолистая тяжелосуглинистая почва характеризуется высокой влагоудерживающей способностью, вследствие чего агроценоз *Dactylis glomerata* (поле 6) значительно различается по видовому составу парцелл с нормальным травостоем (индекс 36,0%), расположенных на разных участках микрорельефа почвы (в понижении велико участие *Elytrigia repens* – 74%).

Выводы

Во всех исследованных луговых растительных сообществах наблюдалась горизонтальная неоднородность травостоя, что позволило выделить на обследованных полях 6-11 парцелл. Одна из причин мозаичного сложения агроценозов неоднородность поверхности полей. Происхождение остальных парцелл, за исключе-

нием нормального травостоя, связано с нарушениями агротехники, главным образом, неравномерным разбросом удобрений.

На идентичность ботанического состава как между агроценозами, так и внутри ценоза оказал заметное влияние микрорельеф поля. На выровненных участках преобладают сеяные виды. В понижении значительную долю травостоя составляют более влаголюбивые внедрившиеся виды, на большинстве полей преимущественно *Elytrigia repens*.

Урожайность луговых агроценозов в значительной мере зависит от выровненности поверхности почвы. В отдельных случаях, особенно в молодых агроценозах, значительную долю в формировании урожая составили густой и нормальный травостой, поэтому полученный урожай близок к планируемому. На четырех из шести обследованных полей вследствие горизонтальной неоднородности травостоя отмечены потери урожая по сравнению с нормальным, причем в монокомпонентных посевах *Dactylis glomerata* они составили 2,4-2,5 %, а в травосмесях с *Trifolium pratense* от 10,0% (при участии *Phleum pratense*) до 26,1% (при участии *Dactylis glomerata*).

Литература

- Василевич В.И. Очерки теоретической фитоценологии. Л.: Наука, 1983, 247 с.
- Дохман Г.И. Синузильное сложение фитоценозов // Бюл. МОИП, отд. биол., 1963. Т.68, вып. 3. С. 110-118.
- Дылис Н.В., Сукачев В.Н. Основы лесной биогеоценологии. М.: Наука, 1964. С. 103-106.
- Каплин В.Г. К изучению горизонтальной структуры и функционирования агроценозов // Научные результаты – агропромышленному производству. Курган, 2004; Т. 1. С. 56-59.
- Каплин В.Г., Кузнецов К.А. О горизонтальной структуре и продуктивности пастбищ лесостепи Самарской области // Актуальные проблемы сельскохозяйственной науки и образования. Самара, 2005; Вып. 4. С. 157-167
- Комаров А.А., Клейн В.Ф., Шарашова В.С. Мозаичный травостой как способ сохранения видового разнообразия планеты // Экология и с.-х. техника. СПб., 2002. Т.2. С. 182-187.
- Сапегін Л.М., Шульга С.У. Гарызантальная структура травастоя лугавых экосістэм [Горизонтальная структура травостоя луговых экоси-

- стем. (Белоруссия)]// Молодые исследователи – ботанической науке, Гомель, 2006. С. 68-74
- Сидоренко В.Г., Сулова Н.Г., Гончарова Л.Ю. Оценка устойчивости и оптимизации агроценозов разной горизонтальной структуры // Роль ботан. садов в сохранении биоразнообразия. Ростов н/Д, 2002. С. 60-61
- Сулова Н.Г. Оценка устойчивости и оптимизация агрофитоценозов разной горизонтальной структуры. Автореф. дис... канд. биол. наук. Кубан. гос. аграр. ун-т. Краснодар, 1999. 16 с.
- Шенников А.П. Введение в геоботанику. Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. 447с.
- Ястребов А.Б. Методы изучения мозаичности растительного покрова с применением ЭВМ. Л.: Изд-во ЛГУ, 1991. 200 с.
- Krebs C.J. Ecological Methodology. Harper & Row Publ., N.Y., 1989. 560 p.