

УДК 633.274 (282.256. 65)

СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *CALAMAGROSTIS* *LANGSDORFFII* (LINK) TRIN В УСЛОВИЯХ ЛЕНО-ВИЛЮЙСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

© 2013 А.И. Федорова

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск

Поступила в редакцию 14.05.2013

В статье представлены результаты изучения структуры изменчивости морфологических признаков и корреляционных связей между морфологическими признаками; возрастная структура и оценка состояния ценопопуляций по организменным и популяционным показателям ценопопуляций *Calamagrostis langsdorffii* в условиях Лено-Виллюйского междуречья.

Ключевые слова: морфологическая изменчивость, корреляция, возрастная структура, ценопопуляция

Популяционный анализ является наиболее перспективным и полным методом для изучения состояния и структуры ценопопуляций (ЦП) растений. Ценопопуляция каждого вида обладает некоторыми специфическими признаками и свойствами присущими только ей. Без знаний общей и согласованной изменчивости и пластичности морфометрических параметров растений, потенциальных возможностей и норм реакций вида на эколого-фитоценоотическую обстановку, онтогенетической структуры и жизненного состояния их ценопопуляций, а также оптимальных условий местообитания невозможно решение таких важных задач, как прогнозирование состояния, рациональное использование, восстановление естественных и создание искусственных ценопопуляций.

Объект исследования. *Calamagrostis langsdorffii*. – многолетнее травянистое растение, гемикриптофит, гигромезофит [1], играет активную и часто доминирующую роль в сложении травянистого покрова лугов, свойственен широкий диапазон эколого-фитоценоотических условий произрастания, относится к гидролабильным видам, что позволяет ему произрастать в поймах рек на лугах высокого, среднего и низкого уровней, на болотах, на опушках леса, имеет большое сельскохозяйственное значение и особый интерес для испытания в культуре [2].

Материал и методы исследований. Исследования проведены в Нюрбинском районе Виллюйской зоны Якутии. Изучены в природных условиях 4 ЦП *Calamagrostis langsdorffii*, которые отличаются по градиентам увлажнения, засоления, видовому составу и по степени антропогенного воздействия. Экологические условия

местообитаний (увлажнение и засоленность почв) каждого сообщества определяли с помощью экологических шкал растений Якутии [3]. Распространение изучаемых ЦП по сообществам и оценка фитоценозов по экологическим шкалам представлено в таблице 1. По фактору увлажнения изученные сообщества встречаются от сухолугового (34,1% ЦП, 53-63 ступени) до влажнолугового (45,9% ЦП, 64-76 ступени) увлажнения, по фактору богатства засоленности занимают местообитания с довольно богатыми почвами (56,9% ЦП, 10-13 ступени). Согласованную изменчивость и характер изменчивости признаков в зависимости от условий окружающей среды определена по Н.С. Ростовской [4]. Уровни варьирования признаков приняты по Г.Н. Зайцеву (1973): $V < 10\%$ – низкий, $V = 11-20\%$ – средний, $V > 20\%$ – высокий [5]. Для выявления связей между морфологическими признаками использовали корреляционный анализ. Оценку силы коррелятивной связи проводили по Н.А. Плохинскому: $r = 0,25-0,49$ – слабая, $r = 0,50-0,74$ – средняя, $r = 0,75-1,0$ – сильная [6]. Построение возрастных спектров проведены по методике, предложенной Т.А. Работновым [7] и получившей дальнейшее развитие в работах школы А.А. Уранова [8], О.В. Смирновой и др. [19]. Индекс возрастности ценопопуляций определены по методике А.А. Уранова [10] Индекс эффективности и тип ценопопуляций – по методике Л.А. Животовского [11], которая основана на совместном использовании индекса возрастности Δ и индекса эффективности ω . Для общей оценки самоподдержания ценопопуляции использованы индексы восстановления и старения [12, 13]. Состояние ЦП оценивали по совокупности популяционных и биоморфологических признаков особей, используя модифицированный метод круговых диаграмм [14]. Интегральная оценка

Федорова Александра Ивановна, младший научный сотрудник лаборатории биологии луговых растений.
E-mail: nyrba_nps@mail.ru

признаков проведена в баллах, весь диапазон каждого признака особи или популяции разбит на 5 равных классов. Принадлежность к определенному классу оценена по среднему показателю

признака для ЦП. Наименьший балл соответствует худшему состоянию, а наибольший к лучшему.

Таблица 1. Экологические показатели сообществ и изучаемых ЦП *Calamagrostis langsdorffii*

Экологические показатели Название сообществ с ценопопуляциями	Балл по увлажнению	Балл по богатству почв - засолению	Роль в сообществе	Состояние виталитета	Степень антропогенной нагрузки
1. Осоково-вейниковый влажный луг	71,6	13,0	содоминант	процвет.	-
2. Бекманиево-осоковый влажный луг	71,2	12,7	спутник	депрессив.	выше среднего
3. Вейниково-осоковый влажный луг	68,8	13,0	доминант	процвет.	слабая
4. Осоково-пырейный сухой луг	63,8	13,4	содоминант	процвет.	слабая

Результаты исследований. Исследование изменчивости морфологических признаков вегетативных и репродуктивных органов *Calamagrostis langsdorffii* выявило, что уровень вариации средний и высокий, изменчивость признаков характеризуется различной амплитудой. Наиболее изменчивыми морфологическими признаками являются длина и ширина 1-го листа (CV составляет 21,5-38,3% и 31-33,4%); длина и ширина 3-го листа (CV 27,4-35,2% и 18,6-42,7%). Наименее изменчивыми признаками является высота побега (CV 6-10,8%). К низкой общей и согласованной изменчивости относятся: высота побега, число веточек в соцветии, длина влагалища 1-го листа – они обладают относительной автономностью, а также мало зависят от условий среды. Высокой общей и низкой согласованной изменчивости относятся: длина и ширина 2-го листа, ширина 1-го и 3-го листьев, длина влагалища 2-го и 3-го листьев – они в большей степени зависят от внешних условий и мало связаны с общей структурой организма. Низкой общей и высокой согласованной изменчивости относятся: число листьев, длина нижней веточки, длина соцветия, количество узлов, длина верхнего междоузлия – они мало зависят от внешних условий, определяют морфологическую структуру растений. Высокой общей и согласованной изменчивости относятся: длина 1-го и 3-го листьев – они зависят от условий среды и влекут за собой согласованные изменения всей морфологической системы организма.

Анализ корреляционных связей в исследованных ЦП *Calamagrostis langsdorffii* показал, что число корреляций колеблется от 27 до 48. Так, например, по комплексу организменных и популяционных признаков ЦП 1 и 3 находятся в лучшем состоянии и характеризуются наибольшей

долей достоверных реализованных коррелятивных связей между морфологическими признаками (52,7% и 47,2% соответственно). Ухудшение условий обитания приводит к уменьшению числа достоверных коррелятивных связей, это можно наблюдать в ЦП 2, в которых реализовано 29,6% достоверных коррелятивных связей (табл. 2).

Таблица 2. Число статистически достоверных связей между морфологическими признаками ЦП *Calamagrostis langsdorffii*

№ ЦП	Количество статистически достоверных связей				R, %
	всего	сильные	средние	слабые	
1	48	31	12	4	52,7
2	27	23	4	-	29,6
3	43	20	18	5	47,2
4	30	27	3	-	32,9

Во всех ЦП *Calamagrostis langsdorffii* сила коррелятивной связи различная, одни имеют между собой сильные связи, а другие средние, слабые или вовсе отсутствуют, последнее отмечено в ЦП 2 и 4, где число листьев в обоих ЦП не коррелирует ни с одним признаком. В основном преобладают слабые связи. Число сильных связей отмечено в ЦП 1 и 3 во влажных осоково-бекманиевом и вейниково-осоковом сообществах. Средние по силе корреляционные связи наблюдаются во всех ЦП, причем наибольшее количество (12-18) опять же отмечено в ЦП 1 и 3. В некоторых ЦП выявлены отрицательные корреляции: между длиной верхнего междоузлия и числом 3 листа; длина 1 листа с длиной 3 листа (ЦП 1), число листьев с длиной 1 листа; ширина 1 листа с длиной 3 листа; длина влагалища 2 листа с длиной 3 листа (ЦП 3).

Возрастная структура ЦП *Calamagrostis langsdorffii* нормальная, неполноценная, проростки и сенильные особи в момент учета не обнаружены. Анализ возрастных спектров в изученных ЦП показал, что спектры с различными максимумами: одновершинные и двухвершинные, в основном левосторонние. К двухвершинным

относятся ЦП 3 и 4, абсолютные максимумы приходились на имматурные (26,6%), среднерепродуктивные (25,6%), ювенильные (20,6 %) и виргинильные (19,3%). К одновершинным относятся ЦП 1 и 2, абсолютные максимумы наблюдаются на виргинильных (26%) и на ювенильных (25%) (рис.1).

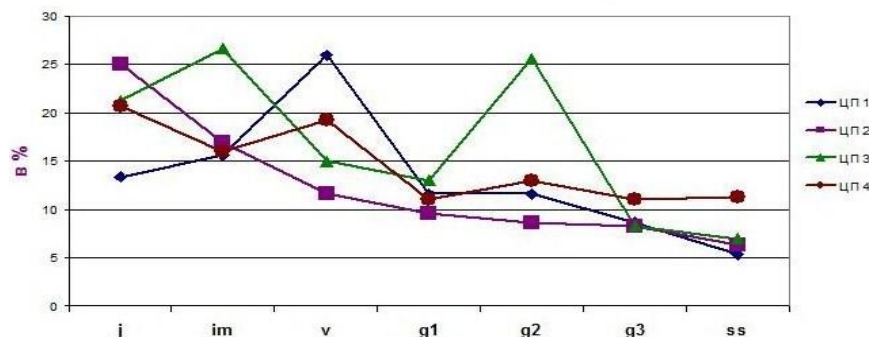


Рис. 1. Возрастной спектр ценопопуляций *Calamagrostis langsdorffii*

Значения возрастности и эффективности показали, что изученные ЦП молодые, так как большинство особей ювенильного, имматурного и виргинильного, то есть прегенеративного состояния, что свидетельствует об активном вегетативном размножении. Индекс восстановления

изменялся от (4,0) ЦП 1 до (5,54) ЦП 4, а индекс замещения от (1,25) ЦП 1 до (1,75) ЦП 3. Высокие индексы восстановления и замещения свидетельствуют о достаточно устойчивом их состоянии (табл. 3).

Таблица 3. Некоторые демографические показатели ЦП *Calamagrostis langsdorffii*

Признаки	Ценопопуляции			
	1	2	3	4
средняя плотность, экз./м ²	84,3	92,6	127,6	107,3
индекс восстановл. – I_v	4,0	4,85	4,43	5,54
индекс замещения – I_z	1,25	1,46	1,75	1,31
индекс старения – I_c	0,06	0,06	0,05	0,11
доля молодых особей (j+im), %	29	38,6	49	36,6
доля взрослых особей (v+g), %	48,3	45,6	65,3	54,3
индекс возрастности – Δ	0,14	0,16	0,20	0,29
индекс эффективн. – ω	0,25	0,29	0,39	0,45

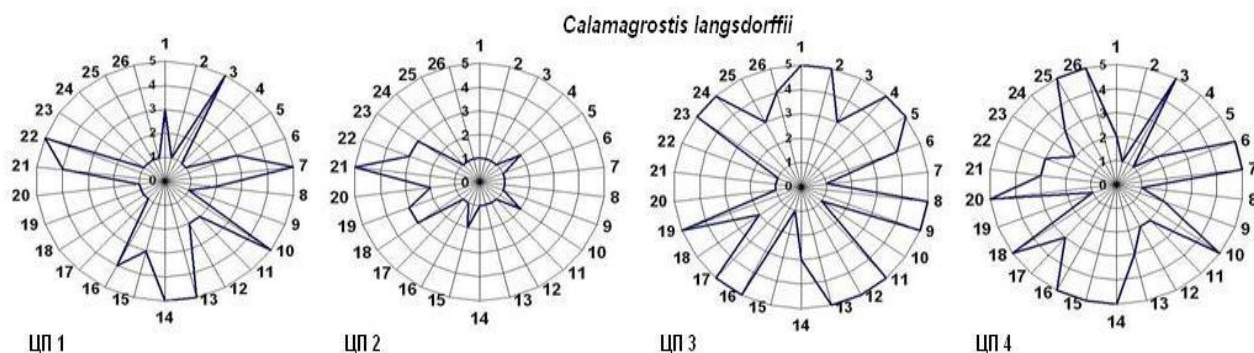


Рис. 2. Оценка организменных и популяционных показателей ЦП *Calamagrostis langsdorffii*: Организменные: 1 – высота побега, 2 – количество узлов, 3 – длина верхнего междоузлия, 4 – число листьев, 5 – длина 1-го листа, 6 – ширина 1-го листа, 7 – длина влагалища 1-го листа, 8 – длина 2-го листа, 9 – ширина 2-го листа, 10 – длина влагалища 2-го листа, 11 – длина 3-го листа, 12 – ширина 3-го листа, 13 – длина влагалища 3-го листа, 14 – длина соцветия, 15 – число веточек в соцветии, 16 – длина нижней веточки в соцветии. Популяционные: 17 – средняя плотность, 18 – индекс восстановления, 19 – индекс замещения, 20 – индекс старения, 21 – $(g/v+g)$ доля генеративных особей от суммы взрослых особей, 22 – $(g/p+j+im+v+g)$ доля генеративных особей от суммы общего числа особей, 23 – $(j+im)$ доля молодых особей, 24 – $(v+g)$ доля взрослых особей, 25 – индекс возрастности, Δ , 26 – индекс эффективности ω

Результаты анализа состояния исследованных ЦП *Calamagrostis langsdorffii* по организменным и популяционным признакам показали, что состояния организменного и популяционного оптимумов совпадают ЦП 3 (3,93-3,2) и 4 (3,1-3,5), однако в ЦП 4 популяционный оптимум превышает организменный. ЦП 1 характеризуется высоким баллом организменных признаков (3), но популяционные признаки в ней самые низкие (1,7) здесь выражается конкуренция со стороны доминанта. Благоприятные ЦП характеризуются большей площадью круговых диаграмм. Для ЦП 1 характерна меньшая площадь круга, что свидетельствует о критическом состоянии (рис. 2).

Выводы: степень изменчивости морфологических признаков органов вегетативной сферы высокая и средняя, репродуктивных органов – средняя и низкая. Число и структура коррелятивных связей между морфологическими признаками растений находятся в зависимости от состояния ЦП: в благоприятных условиях обитания достоверны коррелятивные связи между признаками, многочисленны и разнообразны по силе, в неблагоприятных условиях уменьшаются в числе или вовсе исчезают. Проведенный анализ интегральной оценки показал, что на организменные признаки больше влияют антропогенные факторы, а в популяционных – экологические факторы. Полученные данные по возрастной структуре ЦП *Calamagrostis langsdorffii* свидетельствуют о достаточно хорошем и устойчивом их состоянии, спектр нормальный неполночленный, в основном с левосторонними максимумами. Наиболее оптимальные условия для роста и развития создаются в ЦП 3 и ЦП 4.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Серебряков, И.Г. Жизненные формы растений и их изучение // Полевая геоботаника. – М.-Л.: Наука, 1964. Т. 3. С. 146-208.
2. Денисов, Г.В. Травосеяние в зоне вечной мерзлоты (эколого-биологические основы). – Новосибирск: Наука, 1983. 240 с.
3. Троева, Е.И. Экологические шкалы флоры и микобиоты Якутии / Е.И. Троева, А.А. Зверев, А.Ю. Королук, М.М. Черосов // Флора Якутии: Географический и экологический аспекты. – Новосибирск: Наука, 2010. С. 114-150.
4. Ростова, Н.С. Корреляции: структура и изменчивость. – СПб., 2002. 303 с.
5. Зайцев, Г.Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика к экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1973. 256 с.
6. Плехинский, Н.А. Биометрия. – М., 1970. 369 с.
7. Работнов, Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. Вып. 6. С. 7-204.
8. Уранов, А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биологические науки. 1975. №2. С. 7-34.
9. Смирнова, О.В. Ценопопуляции растений: Основные понятия и структура / О.В. Смирнова, Л.Б. Заугольнова, И.М. Ермакова и др. – М.: Наука, 1976. 217 с.
10. Уранов, А.А. Онтогенез и возрастной состав популяций // Онтогенез и возрастной состав популяций цветковых растений. – М.: Наука, 1967. С. 3-8.
11. Животовский, Л.А. Онтогенетическое состояние, эффективная плотность и классификация популяций // Экология. 2001. № 1. С. 3-7.
12. Жукова, Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. – Йошкар-Ола: РИИК «Лакар», 1995. 225 с.
13. Глотов, Н.В. Об оценке параметров возрастной структуры популяций растений // Жизнь популяций в гетерогенной среде (Ч.1). – Йошкар-Ола, 1998. С. 146-149.
14. Заугольнова, Л.Б. Подходы к оценке состояния ценопопуляций растений / Л.Б. Заугольнова, Л.В. Денисова, С.В. Никитина // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1993. Т. 98, Вып. 5. С. 100-108.

STATE OF CALAMAGROSTIS LANGSDORFII (LINK) TRIN CENOPOPULATION IN CONDITIONS OF LENA-VILYUY INTERFLUVE

© 2013 A.I. Fedorova

Institute of Biological Problems of Cryolotozone SB RAS, Yakutsk

Results of studying the structure of morphological signs variability and correlation interrelations between morphological signs; age structure and assessment of cenopopulation state on organismal and population indicators of cenopopulation of *Calamagrostis langsdorffii* in the conditions of Lena-Vilyuy Unterfluve are presented in article.

Key words: morphological variability, correlation, age structure, cenopopulation

Alexandra Fedorova, Minor Research Fellow at the Laboratory of Meadow Plants Biology. E-mail: nyrba_nps@mail.ru