

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ЖИЗНЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ДОМИНИРУЮЩИХ ВИДОВ МНОГОЛЕТНИХ ЗЛАКОВ

© 2019 А.И. Федорова

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск

Статья поступила в редакцию 04.03.2019

На многолетнем экспериментальном участке, на основе ключевых морфологических признаков рассмотрено жизненное состояние некоторых доминирующих видов многолетних злаков в зависимости от дозы внесения минерального питания. По результатам исследования во всех изученных видах выявлены: 2 виталитетного типа – процветающие и депрессивные; 3 виталитетного спектра: левосторонние, центрированные и правосторонние. Левосторонний спектр у *Hordeum brevisubulatum* и у *Elytrigia repens*, отмечены во втором варианте, а у *Alopecurus arundinaceus* в третьем варианте, где преобладают особи высшего класса «а». Центрированный спектр у *Hordeum brevisubulatum* и у *Elytrigia repens* отмечен в первом и третьем вариантах, а у *Alopecurus arundinaceus* в первом варианте, где преобладают особи среднего класса «b» и с небольшим числом представлены особи высшего «а» и низшего «с» классов. Правосторонний спектр во всех видах отмечен в четвертом варианте, где с высокой представленностью особей низшего класса «с» и среднего класса «b», и отсутствием высшего класса «а».

**Ключевые слова:** жизненность, индекс виталитета IVC, индекс качества Q, минеральное питание.

Работа выполнена в рамках проекта: АААА-А17-117020110056-ОН<sup>о</sup> 0376-2019-0003.

«Фундаментальные и прикладные аспекты изучения разнообразия растительного мира Северной и Центральной Якутии»

### ВВЕДЕНИЕ

Естественные луга аласов Нюрбинского улуса, как и все луга Лено-Виллюйского междуречья, являются основными сенокосными и пастбищными угодьями. В результате нерационального использования ресурсов в последнее время отмечается повсеместное снижение урожайности лугов. Одним из приемов повышения продуктивности и видового разнообразия луговых экосистем является внесение минеральных удобрений. Применение минеральных удобрений имеет не только повышение урожайности сельскохозяйственных культур, но и получение высококачественной продукции. Однако, внесение элементов минерального питания в почву ведет к изменению экологических и биологических взаимосвязей в системе растений, что может повлиять на жизненность растений.

Одной из главнейших диагностических характеристик в оценке общего состояния популяций является их жизненное состояние, которая характеризуется благодаря комплексу признаков, отражающих виталитет особей. Виталитет (жизненность) – это усредненный уровень процветания или угнетения растений в зависимости от условия обитания. Под жизненностью понимают комплекс количественных показателей,

отражающих ход роста, уровень продуктивности и формообразования особей, который позволяет оценить жизненное состояние растений. Как и другие виды оценок жизненного состояния – это косвенная и односторонняя оценка, но она выгодно отличается учетом комплекса количественных параметров, связанных с наиболее существенными биологическими процессами (рост, продукция, формообразование), поэтому характеризует жизненное состояние особей точнее, чем другие виды оценок, хотя не исключает и не заменяет их полностью. При решении многих проблем фитоценологии оценка виталитетного состояния особей и виталитетного состава популяций дает ценную информацию [1].

Цель исследований – изучение жизненного состояния некоторых доминирующих видов злаков на многолетнем экспериментальном полевом опыте, в зависимости от дозы минерального питания

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследования являются длиннокорневищные многолетние злаки:

Ячмень короткоостый *Hordeum brevisubulatum* Trin (Link) – гемикриптофит, мезофит, многолетнее поликарпическое рыхлокустовое растение с вневлагалищным и внутривлагалищным типами возобновления побегов. Вегетативные побеги розеточные генеративные полурозеточные ди-, трициклические [2]. Размножается семенами и ве-

Федорова Александра Ивановна, младший научный сотрудник лаборатории генезиса и экологии почвенно-растительного покрова. E-mail: nyrba\_nps@mail.ru

гетативно, побеги развиваются по озимому типу, солевыносливое, зимостойкое, чувствительное к длительному затоплению. Дает высокие устойчивые урожаи, рано отрастает и является высокопитательным в течение всего вегетационного периода [3]. В Якутии произрастает в бассейнах рек Лены, Вилюя и Яны на пойменных и аласных лугах, в зарослях пойменных кустарников [4]. Является хорошим диагностическим видом ряда синтаксонов луговой растительности (*Artemisia commutatae* - *Hordeetum brevisubulati*, *Thalictro-Hordeetum brevisubulati* и др.).

Пырей ползучий *Elytrigia repens* (L.) Nevski – гемикриптофит, ксеромезофит, многолетнее травянистое поликарпическое растение с вневлагалищным типом возобновления побегов, образующее длинные плагиотропные гипогенные корневища. Вегетативные побеги удлиненные корневищно-безрозеточные, реже полурозеточные со слабо выраженной розеточной частью. Генеративные побеги безрозеточные и корневищно-безрозеточные, озимые [5]. Размножается семенами, но главным образом, вегетативно – корневищем. В хороших условиях, на рыхлых, плодородных почвах пырей размножается только корневищами, не утруждая себя цветением. Семена же образуются при уплотнении и иссушении почвы, в сухие годы, и при затруднительном развитии корневищ [3]. Встречается в Якутии Верхнеленском, Центрально-Якутском, Алданском, Яно-Индибирском, Колымском районах [4].

Лисохвост тростниковидный *Alopecurus arundinaceus* (Poir) – гемикриптофит, гигромезофит, галофит, евразийский, бореальный, многолетнее травянистое рыхлодерновинное растение с ползучими побегами, серовато- или сизовато-зелёное. Размножается и распространяется семенами и вегетативно. Кормовое растение высокого качества. Встречается в Якутии Верхнеленском, Центрально-Якутском, Алданском районах [4]. Произрастает на пойменных, приозерных, засоленных, солонцеватых лугах, по берегам рек и водоемов [6]. Все эти виды являются слабоизученными в отношении состояния их популяций в Вилюйской зоне Центральной Якутии.

Исследование было выполнено на многолетнем экспериментальном опытном участке Нюрбинского научно-производственного стационара Института биологических проблем криолитозоны СО РАН, расположенного в аласной зоне левобережья Вилюйского бассейна, в 6 км от г. Нюрба (61° 17' с.ш., в.д.). Почва под экспериментальным лугом – мерзлотная черноземнолуговая, слабозасоленная, среднесуглинистая.

Схема опыта. Многолетний полевой эксперимент был заложен в 1974 г., в четырехкратной повторности. Опытный участок разделен на

три блока и три яруса. Площадь делянки 330 м<sup>2</sup>. Всего в опыте 144 делянки, площадь под опытом с учетом защитных полос – 4,0 га. Поперек делянок наложен фон различного уровня питания растений с дозами (кг/га д.в.): 1 вариант (минимальная доза) – N<sub>62</sub>P<sub>60</sub>K<sub>11</sub>; 2 вариант (средняя доза) – N<sub>202</sub>P<sub>175</sub>K<sub>43</sub>; 3 вариант (максимальная доза) – N<sub>318</sub>P<sub>362</sub>K<sub>139</sub>; 4 вариант (без удобрения) – контроль.

На протяжении всех лет эксперимента минеральные удобрения ежегодно вносятся в два срока: весной (2/3 дозы) и после первого укоса (1/3 дозы). Внесение ручное, поделяночное. Травостои опыта ежегодно использовались в двухукосном режиме: первый укос, приходящийся на 10 (±3) июля, убирали на сено, второй укос отава на 01 (±3) сентября.

Исследования проводились в 2008 году в фазу массового цветения растений. В качестве учетной единицы принимали особи среднегенеративного (g2) онтогенетического состояния. В каждом варианте проанализировано по 30 особей.

Методика оценки виталитетного состава основана на дифференциации растений одного онтогенетического состояния на классы виталитета, выделяемые по определенным морфометрическим показателям, с вычислением среднего арифметического значения, разности между средним арифметическим выборки и генеральной совокупности, установлением интервала ранжировки. В качестве объектов виталитетного анализа используются растения того онтогенетического состояния, которое в наибольшей степени влияет на самоподдержание ценопопуляции, а факторный и корреляционный анализы позволяют выделить среди различных биометрических показателей детерминирующий комплекс признаков. Для построения размерного спектра были взяты следующие ключевые признаки: высота генеративного побега, длина 2-го и 3-го листьев, длина влагалища 2-го и 3-го листьев, длина соцветия, количество колосков в соцветии. Данные признаки образуют корреляционные плеяды и во всех отношениях характеризуют развитие растений. В соответствии с методикой особи были поделены на три класса по индексу жизненности: (а) – высокий, (b) – средний, (с) – низкий. Оценку виталитетного типа ценопопуляций проводили с использованием критерия Q:  $Q = \frac{1}{2} (a + b) > c$  – процветающие ценопопуляции;  $Q = \frac{1}{2} (a + b) = c$  – равновесные ценопопуляции;  $Q = \frac{1}{2} (a + b) < c$  – депрессивные ценопопуляции [7].

Для оценки жизненности ценопопуляций А.Р. Ишбирдиным и др. [9] был предложен популяционный индекс – индекс виталитета ценопопуляций (IVC), рассчитываемый по размерным спектрам составляющих ценопопуляции особей

генеративного состояния. Индекс рассчитывался с использованием выравнивания методом взвешивания средних:

$$IVC = \frac{\sum_{i=1}^N X_i / \bar{X}_i}{N},$$

где  $X_i$  – среднее значение  $i$ -го признака в ценопопуляции,

$\bar{X}_i$  – среднее значение  $i$ -го признака для всех ценопопуляций,

$N$  – число признаков.

По градиенту ухудшения условий роста выстраивали ряд ценопопуляций по убыванию значения индексов виталитета. Наибольшее значение индекса соответствует наибольшим условиям реализации ростовых потенциалов, наименьшее – худшим условиям [9].

Все данные были обработаны статистически при помощи пакетов прикладных программ MS Excel и Statistica 7.0.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка жизненности показала, что в изученных видах, в зависимости от дозы внесения минерального питания, выявлены различные виталитетные спектры и виталитетные типы.

*Hordeum brevisubulatum*. С ухудшением условий роста по уменьшению IVC составил следующий ряд: вариант 2 → вариант 3 → вариант 1 → вариант 4. Наиболее благоприятные условия создаются во втором варианте, где IVC составляет (1,09). Неблагоприятные условия отмечено в 4 варианте, где IVC составляет 0,84. Объем выборки 120 особей. При ранжировании в категории высшего класса виталитета попало 21,6 % особей, среднего класса 52,5 %, а низшего класса – 25,8 %.

Как видно, из рисунка 1, наибольшая доля особей класса виталитета «а» (высокая жизненность) отмечено во втором варианте, где средняя доза внесения минерального питания. Этот вариант имеет левосторонний спектр виталитетной гистограммы, и отнесена к категории процветающих.

Эти растения обеспечивают воспроизводство и в наибольшей степени трансформируют среду обитания [4].

Со средним уровнем жизненности отмечены первый и третий варианты, где максимальная и минимальная дозы внесения связаны с высокой представленностью среднего класса виталитета «b» и с небольшим числом представлены особи высшего «а» и низшего «с» классов. Эти варианты имеют центрированный спектр виталитетной гистограммы, и отнесены к категории процветающих. Несмотря на процветающий тип их виталитетный спектр в основном имеют центральную тенденцию, отражающий степень концентрации высшего и низшего классов, что свидетельствует о нормальном распределении особей с различными значениями параметров, на основе которых установлена их жизненность.

Эти растения формируют биомассу и составляют резерв, которые способны быстро заполнять, появляющиеся при сукцессиях и нарушениях фитоценозов, незанятые местообитания [4].

Низший уровень жизненности отмечено в контрольном варианте, где имеет правосторонний спектр виталитетной гистограммы, с высокой представленностью особей низшего класса «с» и среднего класса «b», и отсутствием высшего класса «а», и относятся к категории депрессивных.

Эти растения в наибольшей степени обогащены мутациями и наиболее перспективны для микроэволюции [4,6].

Индекс качества Q/c варьировал в амплитуде от 0,5 до 7, соответствуя структурным типам ви-

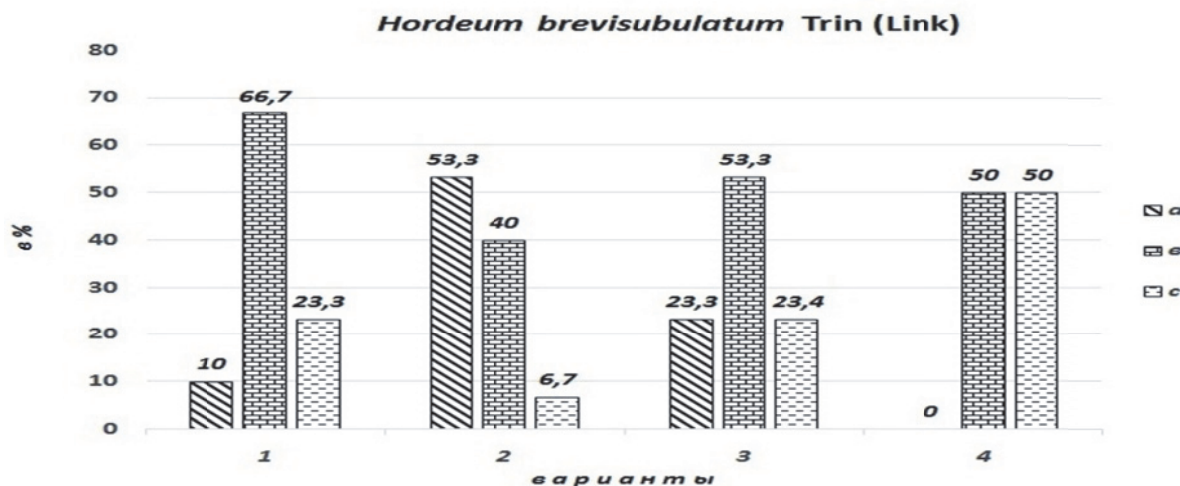


Рис. 1. Виталитетный спектр *Hordeum brevisubulatum* в % соотношениях (классы: а–высший, б–средний, с–низший)

талитета – от процветающего до депрессивного. Распределение особей по классам виталитета показало, что наибольшим значением индекса Q характеризуется вариант 2, которая отнесена к процветающим и в которой доля низшего класса составляет всего 6,7 %. Наименьшим значением индекса Q относится вариант 4, которая отнесена к депрессивным и в которой отсутствуют особи с низшего класса (табл.).

*Elytrigia repens* (L.) Nevski. Оценка жизненности по размерному спектру особей показала, что в наиболее благоприятные условия создаются во втором варианте, где IVC составляет (1,17),

в наименее благоприятных условиях растения 4 варианта (контроль), где IVC – 0,83.

Жизненное состояние снижалось в ряду: вариант 2 → вариант 3 → вариант 1 → вариант 4. Объем выборки составляет 120 особей. При ранжировании особей в высший класс «а» попало 26,7 %, средний класс «b» – 45 % и низший класс «с» – 28,3 %.

Левосторонний спектр виталитетной гистограммы отмечен во втором варианте, где отсутствуют особи низшего класса «с», и отнесена к категории процветающих.

В первом и третьем вариантах виталитетный спектр имеет центральную тенденцию, где

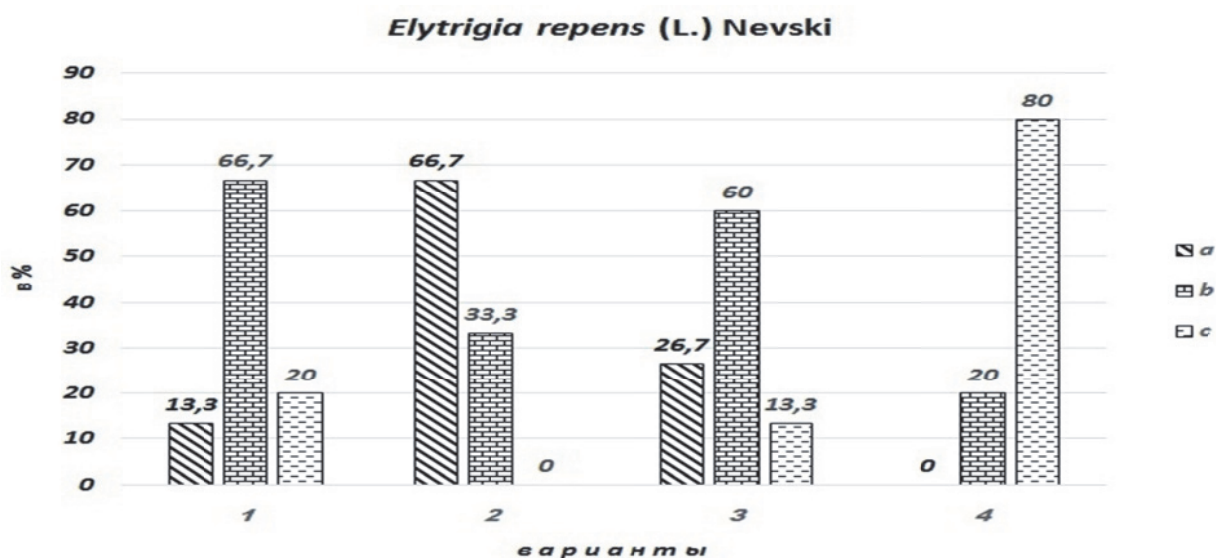
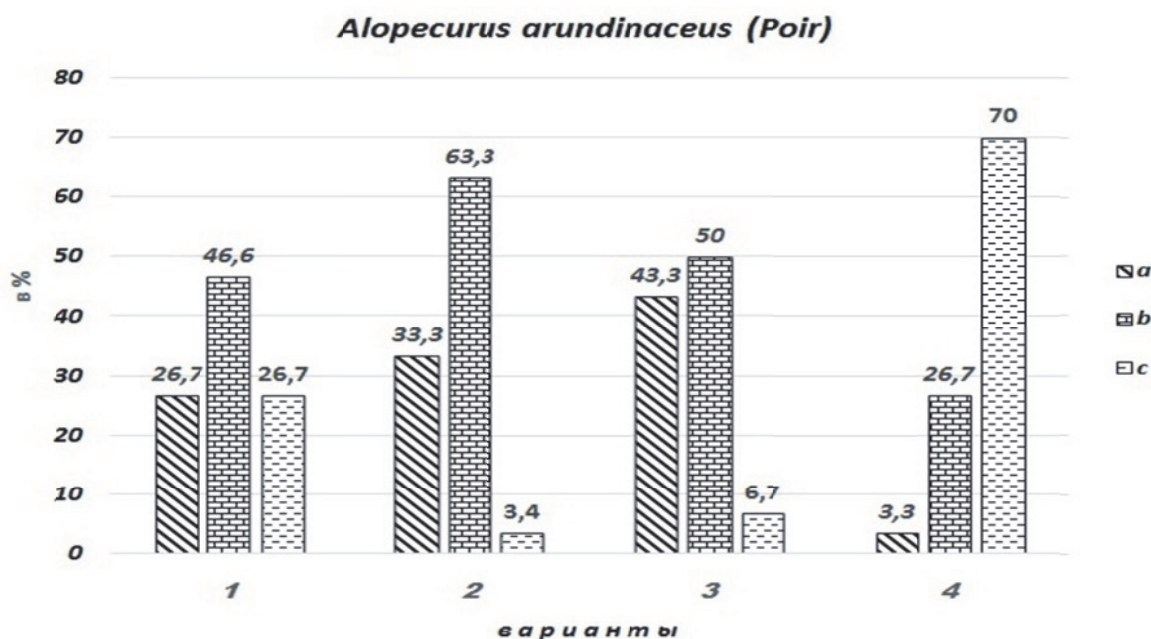


Рис. 2. Виталитетный спектр *Elytrigia repens* в % соотношениях (классы: а–высший, b–средний, с–низший)

Таблица. Оценка жизненности по критерию виталитета и размерного спектра

Варианты	Доля особей в %			Q	Q/c	IVC	Тип виталитета
	a	b	c				
<i>Hordeum brevisubulatum</i> Trin (Link)							
1. N <sub>62</sub> P <sub>60</sub> K <sub>11</sub>	10	66,6	23,4	11,5	1,64	0,95	Процветающие
2. N <sub>202</sub> P <sub>175</sub> K <sub>43</sub>	53,3	40	6,7	14	7	1,09	Процветающие
3. N <sub>318</sub> P <sub>362</sub> K <sub>139</sub>	23,3	53,3	23,4	11,5	1,64	1,05	Процветающие
4. контроль (без удобрения)	0	50	50	7,5	0,5	0,84	Депрессивные
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski							
1. N <sub>62</sub> P <sub>60</sub> K <sub>11</sub>	13,3	66,7	20	12	2	1,04	Процветающие
2. N <sub>202</sub> P <sub>175</sub> K <sub>43</sub>	66,7	33,3	0	15	15	1,17	Процветающие
3. N <sub>318</sub> P <sub>362</sub> K <sub>139</sub>	26,6	60	13,4	13	3,25	1,05	Процветающие
4. контроль (без удобрения)	0	20	80	3	0,12	0,83	Депрессивные
<i>Alopecurus arundinaceus</i>							
1. N <sub>62</sub> P <sub>60</sub> K <sub>11</sub>	26,6	46,7	26,7	11	1,3	0,98	Процветающие
2. N <sub>202</sub> P <sub>175</sub> K <sub>43</sub>	33,3	63,3	3,4	14,5	14,5	1,10	Процветающие
3. N <sub>318</sub> P <sub>362</sub> K <sub>139</sub>	43,3	50	6,7	14	7	1,15	Процветающие
4. контроль (без удобрения)	3,3	26,7	70	4,5	0,21	0,78	Депрессивные



**Рис. 3.** Виталитетный спектр *Alopecurus arundinaceus* в % соотношениях (классы: а–высший, б–средний, с–низший)

преобладают особи среднего класса «б», в этих вариантах особи высшего и низшего классов представлены почти в равных долях (рис.2).

Правосторонний спектр виталитетной гистограммы отмечен в четвертом варианте, где особи высшего класса «а» отсутствует, и отнесена к категории депрессивных.

Индекс качества Q/c менялся в амплитуде от 0,12 до 15 (табл.).

*Alopecurus arundinaceus*. Наиболее благоприятные условия создаются во втором и третьем вариантах, где IVC составляет (1,10 и 1,15 соответственно), в наименее благоприятные условия отмечены в 4 варианте, где IVC составляет 0,78.

Жизненное состояние снижалось в ряду: вариант 2 → вариант 3 → вариант 1 → вариант 4. Объем выборки составляет 120 особей. Высший класс «а» попало 26,6%, средний класс «б» – 46 %, низший класс «с» - 26,6 %.

Левосторонний спектр виталитетной гистограммы отмечен во втором и в третьем вариантах, и отнесены к категории процветающих.

В первом варианте виталитетный спектр имеет центральную тенденцию, в этом варианте особи высшего и низшего классов представлены в равных долях.

Правосторонний спектр виталитетной гистограммы отмечен в четвертом варианте и отнесена к категории депрессивных (рис.3).

Индекс качества Q/c в изученных вариантах менялся в амплитуде от 0,21 до 14,5 (табл.).

### ВЫВОДЫ

Жизненность изученных видов по размерному спектру и индексу виталитета близки,

можно отметить, что минимальным значениям виталитета соответствует минимально выраженные депрессивные состояния, а максимальному виталитету – максимальная выраженность процветания. У *Hordeum brevisubulatum* и у *Elytrigia repens* благоприятными условиями произрастания является второй вариант, у *Alopecurus arundinaceus* – третий вариант, где преобладают особи высшего класса. В целом при анализе жизненности независимо от внесения минерального питания самым низким уровнем жизненности во всех изученных видах характеризовался 4 вариант. Приведенные данные свидетельствуют о том, что внесение минерального питания положительно влияют на жизненность растений, не зависимо от дозы. Выбор соответствующего уровня минерального питания позволит рационально использовать минеральные удобрения при формировании урожая и т.д.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Злобин Ю.А. Ценопопуляционный анализ в фитоценологии. – Владивосток: ДВ НЦ АН СССР, 1984. – 59 с.
2. Бардонова Л.К. Большой жизненный цикл ячменя короткоостого // Биол. науки №10. – М.:1975. – С. 61-69.
3. Денисов Г.В. Травосеяние в зоне вечной мерзлоты (эколого-биологические основы). - Новосибирск: Наука, 1983. - 240 с.
4. Гоголева П.А. Конспект флоры высших сосудистых растений Центральной Якутии: Справочное пособие. – Якутск, 2003. 64 с.
5. Жукова Л.А. Онтогенетический атлас лекарственных растений. Учебное пособие – Йошкар-Ола, МарГУ, 1997. Т.1. С. 187-188.

6. Определитель высших растений Якутии. Новосибирск, 1974. С. 68.
7. Злобин Ю.А. Принципы и методы ценологических популяций растений. Казань. 1989. 146 с.
8. Злобин Ю.А. Популяционная экология растений: монография. – Сумы: Университетская книга, 2009. – С. 137 -134.
9. Ишбирдин А.Р., Ишмуратова М.М. Адаптивный морфогенез и эколого-ценотические стратегии выживания травянистых растений // Методы популяционной биологии. Сборник материалов VII Всеросс. популяц. семинара (16-21 февраля 2004). Сыктывкар, 2004. Ч. 2. С. 113-120.

## INFLUENCE OF MINERAL NUTRITION ON THE LIFE STATE OF SOME DOMINATING SPECIES OF LONG-TERM CEREALS

© 2019 A.I. Fedorova

Institute of Biological Problems Cryolithozone SB RAS, Yakutsk

On the long-term experimental experience, the vital status of some dominant perennial cereal species is considered on the basis of key morphological traits, depending on the dose of mineral nutrition. According to the results of the study, all the studied species revealed: 2 vitality types - prosperous and depressed; 3 vitality spectra: left-sided, centered and right-sided. The left-sided spectrum in *Hordeum brevisubulatum* and *Elytrigia repens*, is noted in the second variant, and in *Alopecurus arundinaceus* in the third variant, where individuals of the highest class "a" predominate. The centered spectrum in *Hordeum brevisubulatum* and *Elytrigia repens* is noted in the first and third variants, and in *Alopecurus arundinaceus* in the first variant, which are dominated by individuals of the middle class "b" and with a small number of individuals are represented by the highest "a" and lower "c" classes. The right-sided spectrum in all species is noted in the fourth variant, where with a high representation of individuals of the lower class "c" and middle class "b", and the absence of the highest class "a".

*Keywords:* vitality, IVC vitality index, Q quality index, mineral nutrition.