

единицу продукции несколько меньше, чем в других регионах Российской Федерации, что следует учитывать при разработке системы удобрения картофеля.

### Литература

1. Кацнельсон Ю.Я. Глаукониты – нетрадиционный вид местного агрохимического сырья. – Ростов-на/Д., 1989. – 5 с.
2. Мешков В.Н. Урожайность и качество картофеля в зависимости от применения глауконита и минеральных удобрений в Липецкой области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Воронеж, 2009. – 23 с.
3. Абдурахманова В.Н. Глауконит – нетрадиционное сырье. Предпосылки создания сырьевой базы глауконита в Челябинской области // Глауконит – калийное удобрение и минерал, пригодный для реабилитации загрязненных радионуклидами земель: науч.-практ. конф. – Челябинск, 2003. – С. 18–22.
4. Васильев А.А. Глауконит – эффективное природное минеральное удобрение картофеля // Аграр. вестн. Урала. – 2009. – № 6. – С. 35–37.
5. Кожемякин В.С., Васильев А.А. Технология производства картофеля с применением глауконитовых песков в условиях Уральского региона. – Челябинск: ЮУНИИПОК, 2004. – 45 с.
6. Васильев А.А. Влияние густоты посадки и расчетных доз минеральных удобрений на фотосинтетическую деятельность и формирование урожая картофеля в условиях Южного Урала // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2. – С. 32–38.
7. Интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур / Г.В. Коренев, Г.Г. Гатаулина, А.И. Зинченко [и др.] / под ред. Г.В. Коренева. – М.: Агропромиздат, 1988. – 301 с.



УДК 574.4:633.1.631.84

Г.А. Демиденко, Д.Ф. Журнова

### РОСТ И РАЗВИТИЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗЛИЧНОМ РЕЖИМЕ УВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВЫ В ВЕГЕТАЦИОННОМ ОПЫТЕ

*В статье приведены результаты исследований различных режимов увлажнения почвы на развитие яровой пшеницы и эффективность влияния азотных удобрений в вегетационном опыте. Полученные результаты показали, что наиболее благоприятные условия для роста и развития растений пшеницы были созданы при влажности корнеобитаемого слоя почвы в пределах 60–80 % от полной влагоемкости.*

**Ключевые слова:** пшеница, почва, влажность, режим увлажнения, поливная масса, удобрения, эффективность, вегетационный опыт.

G.A. Demidenko, D.F. Zhirnova

### SPRING WHEAT GROWTH AND DEVELOPMENT IN VARIOUS SOIL MOISTENING MODE IN THE VEGETATIVE EXPERIMENT

*The research results of different soil moisture modes on the spring wheat development and influence efficiency of nitrogen fertilizers in vegetation experiment are presented in the article. The received results showed that the most favorable conditions for the wheat plant growth and development were created when the root-inhabited soil layer moisture was within 60–80 % of full water capacity.*

**Key words:** wheat, soil, humidity, moistening mode, irrigation mass, fertilizers, efficiency, vegetation experiment.

---

**Введение.** Роль воды в жизни растений огромна и многообразна. С водой неразрывно связаны все явления роста. Для усвоения зольных элементов необходима небольшая часть воды, составляющая примерно 9 % потребленного количества. Вся остальная масса (90 %) испаряется с поверхности растений для охлаждения тканей и поддержания тепловых условий, необходимых для жизни растений [1]. Растения при недостатке воды резко снижают продуктивность в период образования репродуктивных органов. Поэтому

изучение водного режима почв имеет первостепенное значение в связи с их плодородием – почва является практически единственным источником влаги для растений [2].

Водный режим почвы, который зависит от количества и интенсивности выпадения осадков в течение года и вегетационного периода, является одним из решающих факторов урожая. Удобрения способствуют более продуктивному использованию растениями влаги. При резком ее недостатке в почве удобрения не повышают урожай сельскохозяйственных культур и даже могут ослабить рост и развитие растений [3].

Важно отметить, что растения нормально развиваются только при постоянном и достаточном количестве влаги в почве. Недостаток, как и избыток, влаги в почве ограничивает продуктивность растений. Водобеспеченность растений определяется не только количеством поступающей воды в почву, но и ее водными свойствами, способностью почвы впитывать, фильтровать, удерживать, сохранять и отдавать ее растению по мере потребления [4].

**Цель исследований.** Определение оптимального режима увлажнения почвы для нормального роста и развития яровой пшеницы и эффективного усвоения азотных удобрений.

**Объекты и методы исследований.** Работа проводилась на кафедре агроэкологии и природопользования ИАЭТ КрасГАУ. В качестве основного объекта исследований использовали семена яровой пшеницы сорта Новосибирская 15.

*Новосибирская 15.* Сорт селекции СибНИИРСа. Разновидность лютеценс. Сорт включен в Госреестр по краю в 4 и 5 зонах. Куст полупрямостоячий. Соломинка выполнена слабо, с сильным опушением верхнего узла. Колос цилиндрический, средней плотности, белый. Зерно яйцевидное, окрашенное, хохолок короткий. Масса 1000 зерен 34–36 г. Раннеспелый. Обладает высокой устойчивостью к полеганию, пыльной головней поражается слабо, но восприимчив к поражению твердой головней. По содержанию белка и клейковины в зерне отвечает требованиям сильных пшениц.

Яровая пшеница довольно влаголюбивая культура, в течение всего жизненного цикла она требует определенного количества воды. Наиболее благоприятные условия по использованию растущим растением влаги создаются при влажности корнеобитаемого слоя почвы в пределах 60–70 % от полной полевой влагоемкости. При такой влажности снижается и величина транспирационного коэффициента [5]. Быстрое набухание и прорастание проходит при влажности почвы выше 40 % от полной влагоемкости. Прорастание замедляется и почти прекращается, если в почве содержание воды падает ниже 30 %. Рост вегетационной массы, листьев, стеблей и соцветий прекращается, если влажность снижается до 20–25 %. При такой влажности почвы рост корневой системы почти приостанавливается [5].

Внесение удобрений как одно из средств повышения эффективности плодородия почвы также приводит к снижению транспирационного коэффициента и уменьшает у пшеницы расход воды на построение единицы сухого вещества на 25–30 %. Коэффициент использования минеральных азотных удобрений обычно составляет 60–70 % и зависит в значительной степени от особенностей растений, поглотительной деятельности корневой системы, форм удобрений, погодных условий, кислотности, окультуренности почв и т.д. [6].

Недостаток и избыток влаги резко снижает использование азота удобрений. В связи с этим важно правильное сочетание доз удобрений и поливов. При недостатке поливной воды нормы удобрений следует снижать. Удобрения хорошо вносить вместе с поливной водой. Все вышеизложенные факты определили направление проведенных исследований.

К качеству основного метода исследований использовался вегетационный опыт, позволяющий поддерживать в благоприятных соотношениях внешние условия и, прежде всего, обеспеченность растений влагой, светом, теплом [7]. Однако это не означает, что он может заменить полевые опыты, так как условия произрастания растений в полевых условиях существенно отличаются от условий в вегетационных опытах [8].

Отбор почвенных проб проводился с дернового горизонта (со слоя 0–20 см) на целинных участках в микрорайоне «Ветлужанка». Количество необходимой почвы для вегетационного опыта определяли с учетом числа сосудов и их емкости. Таким образом, была отобрана серая лесная почва, в которой содержание общего азота в горизонте А1 составило 0,3 %, подвижного фосфора – около 15 мг/100 г почвы по Кирсанову, подвижного калия – 8 мг/100 г почвы по Масловой [8].

Перед закладкой опыта семена были заложены для проращивания в стерильных чашках Петри. Определение энергии прорастания и всхожести семян проводили по стандартной методике.

В ходе выращивания культуры для исследования создавались одинаковые условия для всех вариантов опыта, но с различным увлажнением от 40 до 80 % от полной влагоемкости (табл. 1). Поливную массу, до которой необходимо поливать сосуды, вычисляли по стандартной методике [7].

Поливная масса складывалась из массы сосуда, массы почвы с влажностью в день набивки и массы недостающей воды. Дозу азотного удобрения в физической массе на сосуд в вариантах, где оно использо-

валось, рассчитывали в зависимости от объема сосуда, взятой дозы удобрения в действующем веществе и содержания питательного элемента в удобрении [7].

В ходе исследований были определены жизнеспособность семян, масса надземной части растений и объем корней, произведен учет всходов, проводились наблюдения за динамикой развития проростков.

Статистическая обработка данных была выполнена с помощью программы STATISTICA (Statistica for Windows, ver. 5.0).

Таблица 1

Условия проведения опыта

Номер сосуда	Масса сосуда, г	Увлажнение (в %) от ПВ и наличие удобрения	Масса пакета + абсолютно сухая почва, г	Масса абсолютно сухой почвы, г	Влажность, %	Средняя масса сухой почвы, г	Средняя влажность почвы в вариантах, %	Поливная масса, г	Масса абсолютно сухой почвы + сосуд, г	Масса почвы + поливная масса, г
1	2,35	60	134,3	129,3	38,9	128,7	39,6	26	131,7	157,7
2	2,48		134,4	129,4	38,8				131,9	157,9
3	2,50		134,7	129,7	38,5				132,2	158,0
4	2,49		134,5	129,5	38,7				132,0	158,0
5	2,44		130,4	125,4	43,2				127,8	153,8
6	2,35	40	135,9	130,9	37,2	131,8	36,4	18,3	133,3	151,6
7	2,50		137,0	132,0	36,1				134,5	152,8
8	2,46		141,8	136,8	31,1				139,3	157,6
9	2,34		135,2	130,2	37,9				132,5	150,8
10	2,44		134,1	129,1	39,1				131,5	149,8
11	2,37	80	134,7	129,7	38,5	128,7	39,6	34,7	132,0	165,7
12	2,37		132,0	127,0	41,4				129,4	164,1
13	2,40		132,0	127,0	41,4				129,4	164,1
14	2,48		134,5	129,5	38,7				131,9	166,6
15	2,49		135,3	130,3	37,8				132,7	167,4
16	2,45	60+мочевина	133,3	128,3	40,0	130,6	40,2	26	130,7	156,7
17	2,03		134,1	129,1	39,1				131,4	157,4
18	2,41		133,6	128,5	39,1				130,9	156,9
19	2,50		131,6	126,6	41,9				129,1	155,1
20	2,32		132,8	127,8	40,5				130,2	156,2
21	2,43	40+мочевина	133,7	128,7	39,6	128,5	39,5	18,3	131,1	149,4
22	2,54		134,4	129,4	38,8				131,9	150,2
23	2,49		135,0	130,0	38,2				132,5	150,8
24	2,59		131,8	126,8	41,7				129,4	147,7
25	2,49		132,4	127,4	39,4				129,9	148,2
26	2,51	80+мочевина	133,6	128,5	39,7	127,1	41,3	34,7	131,0	165,7
27	2,58		132,7	127,7	40,6				130,2	164,9
28	2,43		129,3	124,5	44,5				126,9	161,6
29	2,50		130,8	125,8	42,8				128,3	163,0
30	2,41		134,2	129,2	38,8				131,6	166,3

**Результаты исследований и их обсуждение.** Посев яровой пшеницы произведен на глубину 2,5 см одновременно во все сосуды. Всхожесть – основной показатель качества семян, это процент нормально проросших семян в пробе, взятой для анализа [9]. Всхожесть исследуемой культуры в опыте была равна 90 %.

После определения лабораторной всхожести семян был заложен вегетационный опыт. В каждый сосуд высевалось по семь жизнеспособных семян. Через неделю взошли семена в варианте с влажностью 80 и 60 % от полной влагоемкости с добавлением азотного удобрения (карбамида), в вариантах без удобрений и меньшей влажностью (40 %) – на 9-й день, в варианте с влажностью 40 % + карбамид всходы не появились в указанный период.

В целом в вариантах с влажностью 80 % от ПВ с применением азотного удобрения и без его использования всхожесть семян была равна 100 %, с влажностью 60 % от ПВ и 40 % от ПВ – 40 и 11 % соответственно. В вариантах с влажностью 60 % от ПВ + карбамид всхожесть составила 74 %. В варианте с увлажне-

нием почвы 40 % + азотное удобрение семена оказались нежизнеспособны, так как всходы не появились. Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее дружные всходы яровой пшеницы появляются при увлажнении почвы на 60–80 % от полной влагоемкости. Удобрения, используемые на фоне недостаточного увлажнения почвы, негативно влияют на растения, замедляя их прорастание. При увлажнении почвы до 40 % от ПВ ростки пшеницы были сильно изрежены, угнетены недостатком влаги.

Определение роста и развития растений пшеницы проводилось с целью изучения влияния различного режима увлажнения на рост и развитие исследуемой культуры.

За день в сосудах без применения удобрения с влажностью 80 % от ПВ длина проростков увеличивалась на 9,0 мм, в сосудах с влажностью 60 и 40 % от ПВ – на 5,0 и 3,5 мм соответственно. В сосудах с добавлением карбамида и влажностью 80 % от ПВ длина увеличивалась в среднем на 10 мм, при увлажнении почвы до 60 % от ПВ – на 6,0 мм.

Результаты, представленные на рис. 1–2, показывают, что для выращивания яровой пшеницы в данном опыте наиболее эффективно увлажнение почвы до 60–80 % от полной влагоемкости.

Длина всходов, мм

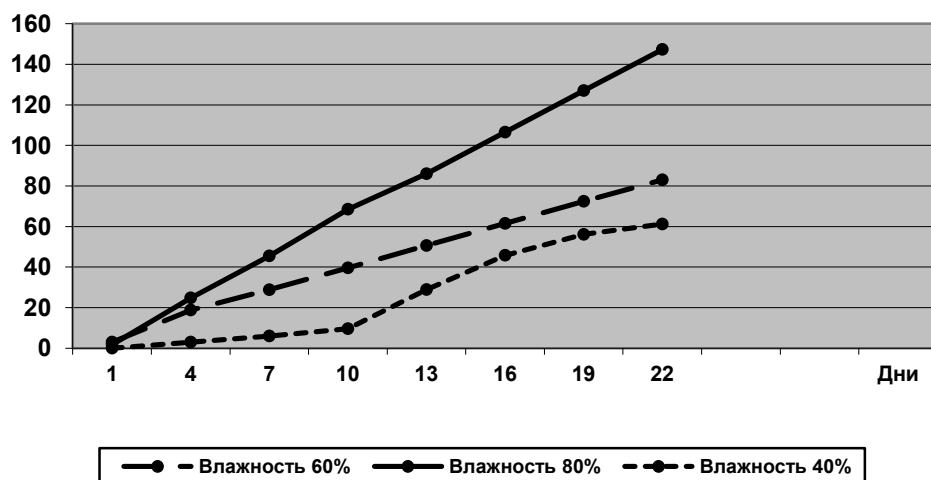


Рис. 1. Изменение длины проростков пшеницы, выращенной при различном режиме увлажнения без применения удобрений

Длина всходов, мм

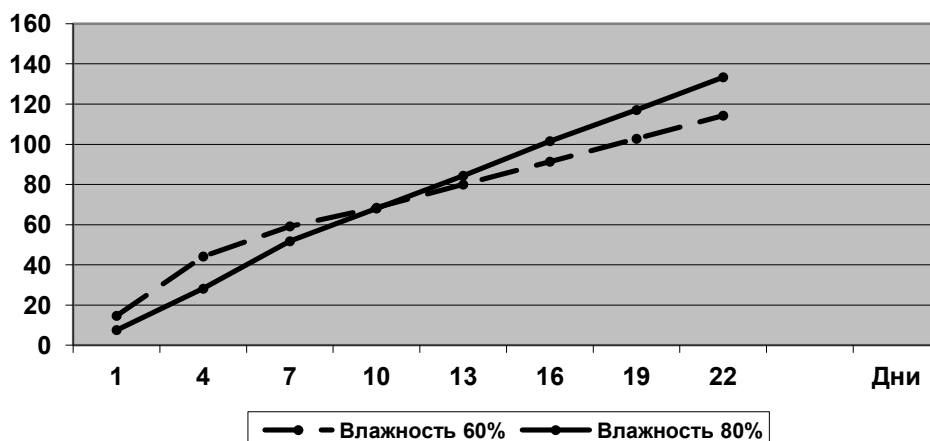


Рис. 2. Изменение длины проростков пшеницы, выращенной при различном режиме увлажнения с применением удобрений

При увлажнении почвы до 60–80 % от полной влагоемкости на фоне азотного удобрения наблюдается интенсивный рост яровой пшеницы.

При использовании азотного удобрения на фоне недостаточного увлажнения (40 % от ПВ) происходит задержка роста и развития растения, вплоть до его полного угнетения.

Также, помимо изменения длины проростков, была определена масса надземной части полученных растений (табл. 2).

Таблица 2

**Средняя масса надземной части растений яровой пшеницы**

Номер сосуда	Вариант увлажнения, % от ПВ	Масса надземной части на сосуд, г	Средняя масса в варианте, г
1	60	0,21	0,16
2		0,09	
3		0,19	
4		0,20	
5		0,10	
8	40*	0,02	0,05
9		0,07	
11	80	0,38	0,42
12		0,45	
13		0,47	
14		0,36	
15		0,42	
16	60+мочевина	0,26	0,27
17		0,25	
18		0,30	
19		0,25	
20		0,29	
26	80+мочевина	0,35	0,58
27		0,81	
28		0,83	
29		0,61	
30		0,30	

В варианте с влажностью почвы 40 % от полной влагоемкости без применения азотного удобрения масса надземной части определялась по числу появившихся всходов. При увеличении почвенной влаги с 40 до 80 % от полной влагоемкости без применения удобрений показатели массы надземной части яровой пшеницы увеличиваются в 8 раз (с 0,05 до 0,42 г). Также эти показатели увеличиваются при добавлении азотного удобрения. В варианте с увлажнением почвы до 60 % от ПВ + карбамид масса надземных органов растений больше на 40,7 %, чем в аналогичном варианте, но без использования карбамида.

В варианте с большим увлажнением (до 80 % от ПВ) наблюдается такая же закономерность в увеличении массы на 31 % при добавлении удобрения.

Определение объема корней исследуемой культуры показало, как увеличивается корневая масса при различном режиме увлажнения (табл. 3). Полученные данные свидетельствуют, что при увлажнении почвы до 60–80 % от полной полевой влагоемкости с применением карбамида и без его использования у растений наблюдается мощная корневая система (0,16 и 0,21 г соответственно). При недостаточном увлажнении почвы (до 40 % от ПВ) корневая система растений развита слабо. В сосудах с низким процентом выживаемости семян для определения использовались все появившиеся отростки.

Показатели объема и массы корней растений яровой пшеницы

Вариант (влажность почвы, % от ПВ)	Средняя масса корня, г	Коэффициент вариации, %	Среднеквадрати- ческое отклоне- ние, г/100 г про- дукта	Средняя арифметиче- ская ряда, г/100 г продукта	Объем корней, см <sup>3</sup>
60	0,06	26,7	0,016	0,06	0,04
40	0,03	-	-	-	0,01
80	0,14	13,8	0,019	0,14	0,13
60+мочевина	0,16	8,13	0,013	0,16	0,10
80+мочевина	0,21	12,86	0,027	0,21	0,20

Изменчивость величины показателей внутри вариантов опыта средняя, так как коэффициент вариации от 8 до 14 %. Исключение составляет контрольный вариант с увлажнением почвы до 60 % от полной полевой влагоемкости без применения удобрения со значительной изменчивостью массы корней 26,7 %. При увлажнении почвы до 80 % от ПВ без применения удобрения изменчивость массы корней снижена на 0,94 % по сравнению с вариантом с использованием удобрения на таком же фоне увлажнения почвы.

Слабая и средняя изменчивость массы корней (8,13 и 12,86 % соответственно) наблюдается в вариантах с применением азотного удобрения. Таким образом, добавление азотного удобрения в варианте с заданной полной полевой влагоемкостью снижает изменчивость показателей, в частности, массы корня внутри варианта.

Анализируя действие азотного удобрения при различном режиме увлажнения почвы на накопление массы растений, можно сделать выводы, что в варианте с оптимальным режимом увлажнения почвы до 60 % от полной влагоемкости добавление азотного удобрения играет значительную роль, так как коэффициент вариации в этом варианте равен 33 %. При достаточной влажности почвы азот стимулирует рост вегетативной массы растений, определяет уровень урожайности и качество продукции.

При увлажнении почвы до 80 % от ПВ на фоне применения удобрения рост и развитие яровой пшеницы усиливается и соответственно увеличиваются урожайность и качество полученной продукции. Коэффициент вариации в этом варианте равен 22 %.

### Выводы

1. Всходы яровой пшеницы во всех вариантах опыта были однородные, массивные, кроме варианта с недостаточным режимом увлажнения почвы в размере 40 % от ПВ.
2. Применение азотного удобрения на фоне достаточного увлажнения способствует увеличению основных показателей роста культуры, а именно массы корней на 62 % в варианте с оптимальным увлажнением 60 % от ПВ, объема корней на 60 % в том же варианте, массы надземных органов на 41 %.
3. Для получения высоких урожаев яровой пшеницы оптимальным режимом увлажнения является 60–80 % от полной влагоемкости.

### Литература

1. Земледелие / Г.И. Баздырев, В.Г. Лошаков, А.И. Пупонин [и др.]. – М.: Колос, 2002. – С. 27–29.
2. Роде А.А. Водный режим почв и его регулирование. – М.: Изд-во Академии наук, 1963. – С. 45.
3. Петербургский А.В., Смирнов А.П. Минеральные удобрения. – М.: Росагропромиздат, 1989. – С. 18–26.
4. Гетко Н.В. Растения в техногенной среде. – Минск: Наука и техника, 1989. – С. 101–112.
5. Яровая пшеница в Восточной Сибири (биология, экология, селекция и семеноводство, технология возделывания) / под. ред. Н.Г. Ведрова. – Красноярск, 1998. – С. 39–55.
6. Белозеров А., Дергачев Н., Кондратьев Р. Главная культура Сибири. – Красноярск, 1967. – С. 28–102.

7. Пискунов А.С. Методы агрохимических исследований. – М.: Колос, 2004. – С. 104–123.
8. Демьяненко Т.Н., Формова Е.Ф. Химический анализ почв: метод. указания. – Красноярск, 2004. – С. 7–8.
9. Практикум по растениеводству: учеб. пособие / под ред. Н.Г. Ведрова. – Красноярск, 1992. – С. 32–34.



УДК 581.9 (571.56)

П.С. Егорова

### К ИЗУЧЕНИЮ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *ADONIS SIBIRICA* PATRIN EX LEDEB. В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

В статье приведены данные об онтогенетической структуре и жизнеспособности ценопопуляций редкого лекарственного вида *Adonis sibirica* Patr. ex Ledeb. в Центральной Якутии, состояние которых, по мнению автора, определяется сложившимися условиями хозяйственного использования.

**Ключевые слова:** ценопопуляция, онтогенетическая структура, жизненное состояние.

P.S. Yegorova

### TO THE STUDY OF *ADONIS SIBIRICA* PATRIN EX LEDEB. CENOPOPULATIONS IN CENTRAL YAKUTIA

The article provides the data on the cenopopulation ontogenetical structure and vitality of medicinal rare species *Adonis sibirica* Patr. ex Ledeb. in Central Yakutia, the state of which, in the author's opinion, is determined by the existing economic use conditions.

**Keywords:** cenopopulation, ontogenetic structure, living state.

---

**Введение.** *Adonis sibirica* Patr. ex Ledeb. – многолетнее травянистое растение из семейства *Ranunculaceae* Juss. В медицине при сердечно-сосудистых заболеваниях применяется близкий его вид *Adonis vernalis* L. *A. sibirica*, который может служить его заменителем, хотя отличается меньшей силой лекарственного действия [10].

Ареал *A. sibirica* в России имеет несколько фрагментов, самый северный из которых охватывает бассейны рек Лена, Амга и Алдан [11]. В северо-восточной части ареала *A. sibirica* становится очень редким. Он занесен в Красную книгу Республики Саха (Якутия) в категорию редкости II [9] как уязвимый вид. В природе естественные запасы растения быстро истощаются.

**Цель исследований.** Изучение онтогенетической структуры и жизнеспособности ценопопуляций *Adonis sibirica* Patr. ex Ledeb. в долинах рек Амга и Буотама в Центральной Якутии.

**Материал и методика исследований.** При изучении онтогенетической структуры ценопопуляций (ЦП) использовали общепринятые методики [13]. В пределах исследуемых ценозов закладывали трансекты шириной 1 м и длиной от 10 до 30 м. На каждой площадке размером 1 м<sup>2</sup> определяли онтогенетическое состояние каждой особи. В каждой ЦП было проанализировано от 205 до 229 особей.

Для оценки состояния ценопопуляций применяли классификацию «дельта-омега» Л.А. Животовского [3], основанную на совместном использовании индексов возрастности ( $\Delta$ ) [12], эффективности ( $\omega$ ) [3]. Для характеристики процессов возобновления ценопопуляций применялся индекс восстановления ( $I_v$ ) [4].

Оценка жизненного состояния ценопопуляций проводилась по методике, основанной на распределении особей на три класса жизнеспособности: а – высокий; б – средний; с – низкий, а также определения типа ЦП с использованием критерия Q [7].

Расчеты были произведены на основе морфологических характеристик средневозрастных генеративных особей. Учитывались число и высота генеративных побегов, число и размеры листьев на генеративном побеге, число и высота побегов второго порядка, число листьев на этих побегах, потенциальная и реальная семенная продуктивность.

Кроме этого, для оценки жизнеспособности ЦП использовался индекс виталитета [8], рассчитываемый по размерным спектрам особей генеративного возрастного состояния: