

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

"ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

Факультет физико-математических и
естественных наук

Кафедра "Общая биология и
биохимия"

Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование

Профиль Биология

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему:

**«ФИТОЦЕНОТИЧЕСКАЯ ПРИУРОЧЕННОСТЬ RANUNCULUS
PEDATUS WALDST. ET KIT. В «ЕЛШАНСКОЙ СТЕПИ»»**

Студент Глазунова Глазунова Дарья Александровна

Руководитель Новикова Л.А.

Нормоконтролёр Солдатов С.А.

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от 2.06.16 № 12)

Заведующий кафедрой Карпова Г.А.

Работа защищена с отметкой с отличием (протокол заседания ГЭК от 15.06.16 № 2)

Секретарь ГЭК Солдатов С.А.

Пенза, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА I. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕМЕЙСТВА ЛЮТИКОВЫЕ (обзор литературы).....	5
1.1. Общая характеристика семейства Лютиковые.....	5
1.2. Понятие онтогенетической структуры в популяционной экологии растений.....	5
1.3. Классификации популяций растений по особенностям онтогенетической структуры.....	7
1.4. Особенности онтогенетической структуры ценопопуляций некоторых представителей семейства <i>Ranunculaceae</i>	12
ГЛАВА II. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	20
2.1. Характеристика «Елшанских степей» и методы исследования.....	20
2.2. Особенности биологии и экологии <i>Ranunculus pedatus</i>	25
2.3. Особенности онтогенеза <i>Ranunculus pedatus</i> на северной границе ареала.....	27
ГЛАВА III. ФИТОЦЕНОТИЧЕСКАЯ ПРИУРОЧЕННОСТЬ И ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ <i>RANUNCULUS</i> <i>PEDATUS</i> WALDST. ET KIT. (RANUNCULACEAE) НА СЕВЕРНОЙ ГРАНИЦЕ АРЕАЛА (экспериментальная часть).....	33
3.1. Фитоценотические особенности <i>Ranunculus pedatus</i> на северной границе ареала	33
3.2. Характеристика ценопопуляций <i>Ranunculus pedatus</i> на северной границе ареала	49
3.3. Методические аспекты организации научно-исследовательской деятельности школьников при изучении редких видах рода <i>Ranunculus</i> (на примере опыта МБОУ СОШ №71).....	56
ВЫВОДЫ.....	62
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	63
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	69

ВВЕДЕНИЕ

Данная работа является продолжением исследования особенностей биологии и экологии лютика стоповидного, или стополистного (*Ranunculus pedatus* Waldst. et Kit.) – редкого для флоры Пензенской области вида растений семейства Ranunculaceae, включённого в Красную книгу Пензенской области. Накоплены сведения о роли вегетативного размножения и своеобразии онтогенеза вида на юге Пензенской области (Вяль и др., 2015), по которой проходит северная граница ареала, слабая изученность других аспектов экологии лютика стоповидного продолжает сдерживать разработку мер по его охране (Чистякова, 2013).

В системе биоэкологических исследований одним из перспективных методов изучения растительного покрова является изучение структуры и динамики ценологических популяций растений. Популяционные исследования позволяют оценить состояние фитоценозов и составить прогноз последующих изменений (Популяционная экология..., 1994; Жукова, 1995; Смирнова, 2004). Они имеют важность по отношению к редким растениям, нуждающимся в охране (Злобин и др., 2013), одним из которых является *Ranunculus pedatus*.

В связи с этим, **цель** работы: изучить фитоценологическую приуроченность и онтогенетическую структуру ценопопуляций *Ranunculus pedatus* на юге Пензенской области в пределах участка «Елшанские степи».

Задачи:

1. Изучить эколого-биологические особенности *Ranunculus pedatus*
2. Изучить онтогенетическую структуру елшанской популяции *Ranunculus pedatus*.
3. Установить фитоценологическую приуроченность *Ranunculus pedatus* на северной границе ареала.
4. Дать рекомендации по сохранению популяции *Ranunculus pedatus* в «Елшанских степях».

5. Оценить возможность изучения редких видов рода *Ranunculus* для организации научно-исследовательской деятельности школьников.

По вопросам изучения биологии и охраны редких видов растений Пензенской области **опубликованы** следующие работы:

1. Глазунова Д.А. Особенности биологии *Allium praescissum* Reichenb. на северной границе ареала [http://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov](http://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2015/data/6940/uid82712_90f37b6f8b3c3fcea259089b8c8af6b21e9ef8f.doc)

[_2015/data/6940/uid82712_90f37b6f8b3c3fcea259089b8c8af6b21e9ef8f.doc](http://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2015/data/6940/uid82712_90f37b6f8b3c3fcea259089b8c8af6b21e9ef8f.doc)

2. Глазунова Д.А., Миронова А.А., Вяль, Ю.А., Мазей Н.Г. К биологии *Allium praescissum* Reichenb. (Alliaceae) на северной границе ареала // Экологический сборник. 5: труды молодых учёных Поволжья. Материалы международной научной конференции / Под ред. С.А. Сенатора, О.В. Мухортовой, С.В. Саксонова. Тольятти: ИЭВБ РАН, Кассандра, 2015. С. 97–101.

Автор выражает **благодарность**: аспиранту **Панькиной Дарье**, магистранту **Мироновой Анне**, ученице МБОУ СОШ № 71 **Шишкановой Марии** за помощь в сборе материала;

учителю МБОУ СОШ № 71 **Сурковой Оксане Евгеньевне** за возможность реализации своих идей в сфере школьного образования;

доцентам кафедры общей биологии и биохимии Пензенского государственного университета, кандидатам биологических наук **Мазей Наталье Григорьевне** и **Фатюниной (Вяль) Юлии Александровне** за помощь в обработке материала, консультации и возможность обмениваться мнениями;

и своему научному руководителю, профессору кафедры ОБИБ, доктору биологических наук **Любови Александровне Новиковой** за вдохновение, помощь в освоении методик и возможность погружения в мир науки и творчества.

ГЛАВА I. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕМЕЙСТВА ЛЮТИКОВЫЕ (обзор литературы)

1.1. Общая характеристика семейства Лютиковые

Лютиковые (*Ranunculaceae* Juss.) включают около 50 родов (более 2000 видов), широко распространенных на всех континентах (Агапова, 1980). Многие из них – ценные лекарственные, декоративные растения, многие нуждаются в охране (Девятков и др., 2013).

Род *Ranunculus* L. – самый крупный род семейства *Ranunculaceae*. (Агапова, 1980) – объединяет около 600 видов, распространенных во внетропических областях Земли, а также в горных районах тропиков (Флора Восточной..., 2001). В сводке «Флора СССР» отмечено 146 видов (Овчинников, 1937).

В Пензенской области отмечено 12 (Солянов, 2001) – 13 видов лютиков (Васюков, 2004), из них 6 – редкие, занесённые в Красную книгу Пензенской области (2013), в том числе и лютик стоповидный *Ranunculus pedatus*.

1.2. Понятие онтогенетической структуры в популяционной экологии растений

Возрастная структура представляет собой один из существенных признаков популяции, так как обеспечивает способность популяционной системы к самоподдержанию и определяет её устойчивость (Заугольнова, Смирнова, 1978). Популяционный подход к изучению растений в нашей стране связан с трудами Т.А. Работнова (1964–1975). Ключевым термином является понятие «**ценопопуляция**» – совокупность особей вида, существующих в границах определённого фитоценоза.

Так как определение календарного возраста у большинства травянистых растений затруднительно, при исследовании возрастной

структуры ценопопуляций группы особей выделяются чаще по этапам онтогенетического развития (Заугольнова, Смирнова, 1978). В связи с этим как синоним термина «возрастная структура» часто используют понятие **«онтогенетическая структура»**.

Особенностью популяционной жизни растений является трудность в определении элемента ценопопуляции как системы, эквивалентной для растений разных жизненных форм. Наряду с морфологически целостным образованием – особью могут выступать как относительно автономные части особи, так и совокупность особей.

В процессе своего развития ценопопуляция может достигать динамического равновесия со средой; у разных видов это происходит на разных этапах развития, но в пределах нормального типа ценопопуляции (Заугольнова, Смирнова, 1978).

Возрастная структура нормальных ценопопуляций характеризуется определёнными соотношениями возрастных групп – возможно выделение **базового спектра**, структура которого определяется биологическими свойствами вида и его фитоценотической ролью.

Выделяют **типы и варианты базовых спектров**:

I. Левосторонние: абсолютный максимум приходится на молодые особи (от ювенильных до молодых генеративных). Спектры могут характеризоваться как полным набором возрастных состояний, так и отсутствием некоторых возрастных групп.

II. Второй тип спектра определяется положением абсолютного максимума на средневозрастных особях.

III. Третий тип спектра характеризуется максимумом на старых особях (g_3 , ss). Это обусловлено большой продолжительностью этих возрастных состояний, с образованием неомоложенных партикул.

Спектры второго и третьего типов более устойчивы.

Для изучения онтогенетической структуры выявляют **характерный онтогенетический спектр**. Он устанавливается экспертным путём на основании сопоставления числа наблюдений и выявления связей между биологическими признаками и расчётных моделей (Заугольнова, 1976).

Исследования показывают, что онтогенетическая структура реагирует на действие экологических факторов, тип фитоценоза, общую эколого-фитоценотическую обстановку (Злобин и др., 2013).

Подводя итог анализа исследований по возрастной структуре редких видов растений, Ю.А. Злобин и соавторы (2013) приходят к выводу, что интерпретация конкретного онтогенетического спектра по отношению к редким видам является нетривиальной задачей. Онтогенетическая структура может варьировать, и эти вариации могут быть мало сопряжены с устойчивостью вида. С другой стороны, нормальный тип онтогенетической структуры может сохраняться даже при низкой устойчивости популяции.

Вместе с тем, выявлены и некоторые изменения онтогенетической структуры в ответ на стрессовые факторы. На примере редких видов растений Карпат показано, что под воздействием выпаса происходит сокращение генеративного периода и увеличение пребывания особей на пре- и постгенеративных фазах онтогенеза. В результате спектры приобретают статус неполночленных, правосторонних, регрессивных (Злобин и др., 2013).

1.3. Классификации популяций растений по особенностям онтогенетической структуры

Первой в отечественной литературе появилась классификация Т.А. Работнова (1950), выделившего инвазионные, нормальные и регрессивные ценопопуляции. В дальнейшем авторы предложили классификацию нормальных ценопопуляций по абсолютному максимуму онтогенетических групп взрослых растений (Жукова, 1967; Уранов, Смирнова, 1969), разделив их на группы: молодая нормальная

ценопопуляция (имеет максимум на виргинильных и g_1 -особях), зрелая (преобладают средневозрастные g_2 -особи), стареющая (с максимумом на g_3 -особях), старая нормальная (с максимумом на субсенильных особях).

В последствии О.В. Смирнова усовершенствовала эту классификацию, предложив при нормальном состоянии популяции выделять полночленный, вегетативно-полночленный и прерывистый спектры. Классификация добавлена фрагментарным спектром, представленным только отдельными онтогенетическими группами (Смирнова, 2004).

Классификация Л.А. Животовского «дельта – омега» (2001) основывается на двух индексах: «дельта» – Δ и «омега» – ω . Дельта – это индекс возрастности, разработанный А.А. Урановым (1975), предложившим следующую формулу для его расчёта:

$$\Delta = \frac{\sum_{i=1}^{11} k_i n_i}{\sum_{i=1}^{11} n_i}$$

Здесь n_i – число особей в онтогенетическом состоянии с номером i , а k_i – коэффициент возрастности онтогенетического состояния с номером i (табл. 1).

Таблица 1

Коэффициенты возрастности (по: Уранов, 1975)

Период	Онтогенетическое состояние, символ	Коэффициент возрастности, k_i
Латентный	Семена, sm	0,0025
Прегенеративный	Проросток, p	0,0067
	Ювенильное, j	0,0180
	Имматурное, im	0,0474
	Виргинильное, v	0,1192
Генеративный	Молодое генеративное, g_1	0,2700
	Зрелое генеративное,	0,5000

	g ₂	
	Старое генеративное,	0,7310
Постгенеративный	g ₃	
	Субсенильное, ss	0,8808
	Сенильное, s	0,9529
	Отмирающее, sc	0,9819

В последствии Л.А. Животовский несколько видоизменил формулу Уранова и уточнил коэффициенты возрастности для некоторых онтогенетических состояний (табл. 2).

$$\Delta = \frac{\sum k_i \times m_i}{N}$$

где k_i – численность i -той онтогенетической группы; m_i – «цена» возрастности одной особи i -той онтогенетической группы; N – численность ценопопуляции.

Таблица 2

Онтогенетические состояния и их характеристики

(по: Животовский, 2001)

Возрастное состояние	Балл состояния, i	Возрастность, m_i
Семя, sm	0	0,0025
Проросток, p	1	0,0067
Ювенильное, j	2	0,0180
Имматурное, im	3	0,0474
Виргинильное, v	4	0,1192
Молодое генеративное, g ₁	5	0,2689
Зрелое генеративное, g ₂	6	0,5000
Старое генеративное, g ₃	7	0,7311

Субсенильное, ss	8	0,8808
Сенильное, s	9	0,9526
Отмирающее, sc	10	0,9820

Индекс возрастности оценивает возрастной уровень ценопопуляции в каждый момент времени и даёт реальное представление о вкладе каждой онтогенетической группы в общую возрастность ценопопуляции. Он изменяется от 0 до 1 (табл. 3).

Таблица 3

Типы популяций и диапазон возрастности

(по: Животовский, 2001)

Тип популяции	Диапазон коэффициента возрастности, Δ
Подростковая	0 – 0,1
Взрослеющая	0,1 – 0,2
Молодая	0,2 – 0,4
Зрелая	0,4 – 0,6
Стареющая	0,6 – 0,8
Старая	0,8 – 1,0

«Омега» – ω – индекс эффективности, или средняя энергетическая эффективность ценопопуляции – средневзвешенное значение величин эффективности растений (e_i), который рассчитывается по формуле (Животовский, 2001).

$$\omega = \frac{\sum n_i \times e_i}{\sum n_i}$$

где n_i – это абсолютное число растений i -того возрастного состояния; e_i – эффективность растений i -того возрастного состояния; $\sum n_i$ – общее число растений. Для каждого онтогенетического состояния определена своя эффективность e_i (Животовский, 2001) (табл. 4).

Таблица 4

Эффективность онтогенетических состояний особей e_i

(по: Животовский, 2001)

Возрастное состояние	Эффективность, e_i
Семя, sm	0,0099
Проросток, p	0,0266
Ювенильное, j	0,0707
Имматурное, im	0,1807
Виргинильное, v	0,4200
Молодое генеративное, g_1	0,7864
Зрелое генеративное, g_2	1,0
Старое генеративное, g_3	0,7864
Субсенильное, ss	0,4200
Сенильное, s	0,1807
Отмирающее, sc	0,0707

По классификации «дельта – омега» выделяют 6 нормальных популяций, на основе критерия абсолютного максимума, то есть соответственно тому, на какое из онтогенетических состояний приходится абсолютный максимум распределения разных возрастных групп (табл. 5).

Таблица 5

Классификация популяций «дельта – омега» (Животовский, 2001)

Тип популяции	Δ	ω
Молодая	$< 0,35$	$< 0,6$
Зреющая	$< 0,35$	$> 0,6$
Переходная	$0,35 - 0,54$	$< 0,7$
Зрелая	$0,35 - 0,54$	$> 0,7$
Стареющая	$> 0,55$	$> 0,6$
Старая	$> 0,55$	$< 0,6$

Эти индексы позволяют охарактеризовать общее состояние популяции и особенно часто используются для сравнения популяций одного вида в разных эколого-ценотических условиях. Для оценки устойчивости малых популяций редких видов особенно информативным является значения коэффициента генеративности (Злобин и др., 2013).

1.4. Особенности возрастной структуры ценопопуляций некоторых представителей семейства *Ranunculaceae*

Изучению онтогенетической структуры видов семейства *Ranunculaceae* посвящено значительное число работ. В основном это касается редких видов, нуждающихся в мониторинге и охране, в том числе ценных лекарственных и декоративных видов – представителей родов *Pulsatilla* (Борисова, 2012; Зонтиков и др., 2013), *Adonis* (Боронникова, 2005; Фардеева, Саидова, 2009; Саидова, 2009; Худоногова, 2012; Шапаренко, 2013), *Anemone* (Ильина, 2009; Ямских, 2015).

Пожалуй, наиболее изучен в популяционном отношении из данного семейства *Adonis vernalis* L. На территории республики Татарстан при сравнении онтогенетических спектров 26 ценопопуляций *A. vernalis* были установлены **базовые спектры** для хвойно-широколиственной, широколиственной и лесостепной зон. Оказалось, что у этого вида со сложным онтогенезом, неглубоким омоложением, развивающейся по моноцентрическому типу биоморфой обнаруживается сходство в онтогенетической структуре во всех трех исследуемых ботанико-географических зонах: преобладают в основном молодые и зрелые генеративные, а также виргинильные особи данного вида растения. Автор объясняет это наибольшей продолжительностью жизни генеративных особей, что соответствует характерному онтогенетическому спектру данной биоморфы. Это центрированный онтогенетический спектр по классификации Л.Б. Заугольной (1994).

Вместе с тем, климатические условия накладывают определённый отпечаток на структуру популяций, поэтому базовый спектр ценопопуляций в зоне хвойно-широколиственных лесов на севере, где климатические условия менее благоприятны, островершинный, максимум приходится на молодые генеративные особи. Это обусловлено сокращением онтогенеза в неблагоприятных климатических условиях. Более низкие среднегодовые и средние летние температуры подтаежной зоны не позволяют накапливать достаточное количество органического вещества для формирования многопобеговой структуры – дерновины и соответственно мало средневозрастных и старых генеративных особей. Основным механизмом устойчивости вида здесь является семенное размножение, поэтому довольно высока доля проростков и ювенильных растений.

Базовые спектры ценопопуляций в зоне широколиственных лесов и лесостепи практически одинаковы, спектр центрированный, максимум характерен для взрослых онтогенетических фракций – виргинильные, молодые и средневозрастные генеративные особи. Онтогенез полный, хорошо формируются многопобеговые дерновины средневозрастных генеративных особей, возрастная структура более стабильна. Основной механизм устойчивости – формирование крупной долговечной дерновины генеративных особей.

Проведенный автором онтогенетический анализ показывает, что только 11,5 % ценопопуляций являются полночленными, 15,4 % не имеют субсенильных особей, а 84,6 % – проростков. Автор связывает это со временем сбора (апрель – май), так как на севере республики Татарстан проростки хорошо заметны только в июне, а на юге их прорастание проходит осенью (Саидова, 2009).

Кроме того, автор провела анализ возрастности и эффективности ценопопуляций *A. vernalis* в связи с экспозицией склонов: из 26 исследованных в динамике ценопопуляций, молодые ценопопуляции

составляют 30,8 %; зреющие – 30,8 %; переходные – 3,8 %; зрелые – 34,6 %. На склонах юго-западной и западной экспозиций отмечено снижение доли зрелых (16,7 %) за счёт увеличения доли молодых (33,3 %), и зреющих (50,0 %). На склонах юго-восточной экспозиции молодых и переходных ценопопуляций отмечено 28,6 %, зреющих – 28,6 % и зрелых – 42,9 %. На южных склонах молодые ценопопуляции составляют 16,7 %, а зрелые – 66,7 % (Саидова, 2009).

Довольно широко изучено влияние различных видов хозяйственной деятельности на онтогенетические спектры *Adonis vernalis* L.

Так, украинскими учёными в бассейне реки Ворсклы (левого притока р. Днепр) изучены 12 ценопопуляций этого вида в составе типчаково-разнотравных луговых степей, где вид играет роль ассектатора (Шапаренко, 2013).

Установлено, что большинство спектров полночленные правосторонние с максимумом на генеративных особях. К сожалению, авторы статьи не дифференцировали генеративное возрастное состояние на g_1 , g_2 , g_3 , что позволило бы дать более полную характеристику изученных ценопопуляций. Преобладание в онтогенетической структуре g -особей характерно для данной жизненной формы и обусловлено значительной продолжительностью этого возрастного состояния. Отсутствие проростков в ценопопуляциях № 1, 4, 6, 7, 10, 11, 12 авторы не рассматривают как неполночленность спектров, поскольку продолжительность этого возрастного состояния у *Adonis vernalis* крайне небольшая, а ювенильные особи присутствуют. Небольшая численность особей прегенеративного периода объясняется высокой сомкнутостью травостоя луговых степей, значительной задернованностью, в том числе обусловленной антропогенным фактором (большинство участков лежат в пределах ООПТ, где запрещён выпас), а также нерегулярным семенным размножением. В ценопопуляции № 3 негативным фактором, угнетающим молодые особи, являются палы.

Онтогенетический спектр ценопопуляции № 2 вызывает у авторов большое опасение за её судьбу, так как она имеет минимальную плотность и численность, имеет статус неполночленной и регрессивной (особи прегенеративного периода совершенно отсутствуют). Авторы высказывают предположение, что при сохранении существующих тенденций эта ценопопуляция может выпасть из состава фитоценоза (Шапаренко, 2013).

В березняках и луговых сообществах Иркутской области изучены ценопопуляции *Adonis sibirica* Patr. ex Ledeb. Они полночленные, с максимумом на средневозрастных генеративных особях, устойчивые (Худоногова, 2012).

Интересные выводы позволяют сделать сравнение онтогенетических спектров родственных видов *Adonis*, как это сделала Н.Н. Бельтюкова (2010) для 12 ценопопуляций *Adonis vernalis* L. и 3 ценопопуляций *A. sibirica* Patr. ex Ledeb. в Пермской области. Базовый спектр, составленный автором для *Adonis vernalis*, в общих чертах совпадает с данными других авторов (Саидова, 2009) – полночленный, нормального типа с максимумом на средневозрастных генеративных особях; по классификации «дельта – омега» Л.А. Животовского (2001) половина популяций относятся к типу переходных, 33 % – к зрелым, 17 % – к стареющим. Для *A. sibirica* одна ценопопуляция характеризуется неполночленным возрастным спектром инвазионного типа, две другие – имеют статус полночленных нормального типа; по классификации «дельта – омега» все три популяции молодые. Сопоставление этих данных с численностью популяций, их индексами старения, замещения, возрастности, эффективности, восстановления позволило автору сделать вывод, что в стабильном состоянии находятся только 17 % из изученных ценопопуляций *Adonis vernalis* и 33 % *A. sibirica*, в относительно стабильном – 50 % ценопопуляций *A. vernalis* и 33 % *A. sibirica* и 33 % ценопопуляций обоих видов нестабильны (Бельтюкова, 2010).

Онтогенетический анализ ценопопуляций, проведённый в динамике, позволяет осуществить прогноз их дальнейшего развития и обосновать меры охраны. Так для двух видов горицветов *Adonis vernalis* L. и *A. sibirica* Patr. in Ledeb. в Пермской области на основании оценки возрастной структуры популяций, их численности и семенной продуктивности были даны рекомендации по организации микрозаказника для стабилизации состояния ценопопуляции *A. sibirica* (Боронникова, 2005).

Изучено влияние антропогенной нагрузки (сбор ягод и грибов, работы по санитарной прочистке леса, противопожарные мероприятия) на возрастную структуру популяции *Pulsatilla patens* (L.) Mill. в сосняках Костромской области. В популяциях преобладают средневозрастные генеративные особи, доля которых колеблется от 45 до 50 %. Это типично для видов данной жизненной формы (стержнекорневой поликарпик) с продолжительным среднегенеративным возрастным состоянием, слабой элиминацией в этой онтогенетической группе. Авторы установили, что при слабой антропогенной нагрузке онтогенетические спектры нормальные полночленные, что указывает на способность популяции к самоподдержанию и самовоспроизведению. Усиление хозяйственной деятельности угнетает семенное размножение, о чём свидетельствует отсутствие ряда стадий прегенеративного периода (проростков, ювенильных, имматурных особей); спектр приобретает неполночленность и более правосторонний характер. Закономерно возрастает индекс возрастности Δ с 0,327 до 0,525. Однако, за счёт большой продолжительности генеративного периода популяция *Pulsatilla patens*, испытывающая значительную антропогенную нагрузку сохраняет относительную устойчивость, принадлежит по классификации Работнова – Животовского к типу зрелых (Зонтиков и др., 2013).

К аналогичным выводам по отношению к *Pulsatilla flavescens* (Zucc.) Juz. в окрестностях города Якутска пришла С.З. Борисова (2012). При умеренной рекреационной нагрузке у этого гемикриптофита

степной флоры Центральной Якутии в возрастном спектре ценопопуляции равномерно представлены молодые растения прегенеративного периода, генеративные и скрытогенеративные особи. При высокой рекреационной нагрузке вид полностью выпадает, так как страдает из-за вытаптывания и уплотнения почвы (Борисова, 2012).

На формирование онтогенетической структуры популяции оказывает влияние способность вида к вегетативному размножению. Для ветреницы лесной *Anemone sylvestris* L. в степных и лугово-степных сообществах Самарского Заволжья анализ 27 локусов ценопопуляций позволил составить следующий базовый спектр (Ильина, 2009). Он центрированный полночленный с максимумом на генеративных особях. Ядро популяций составляют особи молодого и зрелого генеративного состояния. На субдоминирующие позиции выходят особи старой генеративной фракции и виргинильные.

Сообщества с участием ветреницы испытывают влияние выпаса, палов, рекреационной нагрузки, в меньшей степени сенокошения. Неблагоприятный водный режим особенно лимитирует развитие особей прегенеративного периода, что смещает онтогенетический спектр и может приводить к выпадению вида из состава сообщества (Ильина, 2009).

Для сибирских видов ветрениц характерна несколько иная онтогенетическая структура популяций (Ямских, 2015). Изучены 21 ценопопуляция *Anemone baicalensis* в естественных и антропогенно нарушенных осиновых, пихтовых и кедрово-пихтовых сообществах Западного Саяна и Хамар-Дабана и 22 ценопопуляции *Anemone altaica* в естественных и антропогенно нарушенных сообществах Западного и Восточного Саяна и Хамар-Дабана, Алтая и окрестностях г. Красноярска (в составе черневых и горно-таёжных лесов и пойменных и субальпийских лугов). Они принадлежат к нормальному типу по классификации Работнова (1950). В ценопопуляциях *Anemone baicalensis* преобладают особи

виргинильного (45–57 %), имматурного (22–32 %) и ювенильного (15–19 %) возрастных состояний. Доля генеративных особей невелика и варьирует от 3 до 8 %. Для ценопопуляции, произрастающей на месте двухлетней вырубki черного осинника характерно наблюдается небольшое смещение в сторону виргинильных особей при резком снижении плотности вида.

В ценопопуляциях *Anemone altaica* доминируют особи имматурного (21–39 %) и виргинильного (33–71 %) возрастных состояний. Представители ювенильной (1,4–13) и генеративной (3,6–19) групп встречаются реже (Ямских, 2015).

Род *Ranunculus* является наименее изученным в популяционном отношении. Изучена динамика возрастного спектра ценопопуляций *Ranunculus acris* L. и *R. auricomus* L. на различных суходольных лугах Московской области (Саурина, 1972).

Красноовсяницевый разнотравный луг имеет сомкнутость травяного покрова 60 %; лютиково-душистоколосковый и манжетковый расположены при более близком залегании грунтовых вод (60–70 см), что привело к их замоховению: проективное покрытие травяного яруса 60 % и 80–85 %, мохового покрова – 65–70 и 50–55 % соответственно.

Возрастные спектры двух видов лютиков, несмотря на видовые особенности, имеют несколько общих черт.

Популяции нормального типа, спектры имеют максимумы на ювенильных и виргинильных или генеративных особях. Такое сходство обуславливают: характер биоморфы (многолетники); семенное размножение, высокая семенная продуктивность и всхожесть семян, определяющие высокую численность ювенильных особей; массовое отмирание ювенильных и имматурных особей от весны к осени, видимо, из-за сильной конкуренции со мхами и луговыми травами; длительная продолжительность виргинильного и генеративного состояния.

Выявлены значительные колебания абсолютной численности отдельных возрастных групп и их доли в возрастной структуре как по сезону, так и от года к году. Динамика численности обусловлена отмиранием особей отдельных возрастных групп, возникновением новых особей из семян и переходом особей из одного возрастного состояния в другое. Обнаружены перерывы в цветении генеративных особей вследствие перехода от одноукосного к двуукосному использованию изучаемых участков (Саурина, 1972).

ГЛАВА II. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Характеристика «Елшанских степей» и методы исследования

Материал для исследования был собран с 12 по 15 мая 2014 г. и 12 мая 2015 г. в пределах интереснейшего ботанического объекта – «Елшанские степи». Участок находится в Сердобском районе Пензенской области на границе с Саратовской областью в пределах бровки южного склона реки Елшанка, близ с. Байка (рис. 2).

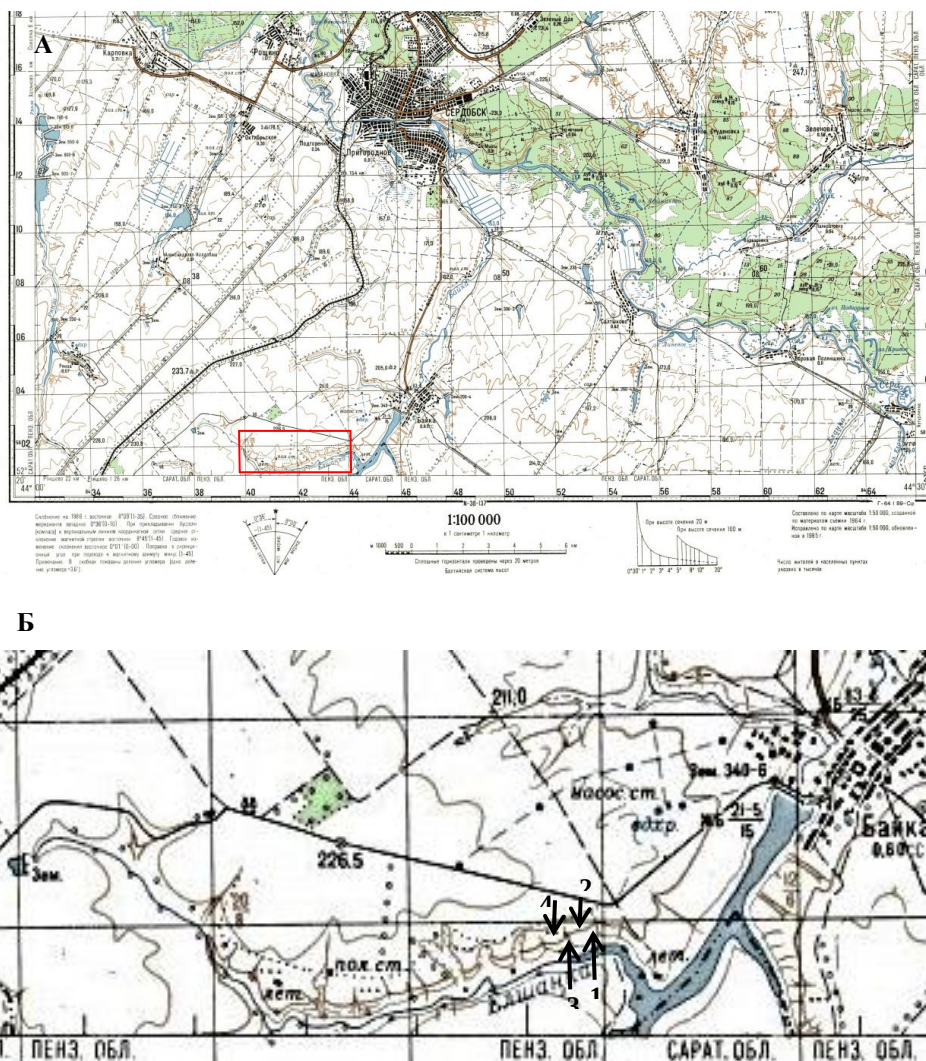


Рис. 2. Район исследования: А – «Елшанские степи» на карте Сердобского района (оконтурен красным); Б – местоположения разрезов «Елшанские степи» расположены на левом коренном берегу р. Елшанки – левого притока р. Байки (Донской бассейн), обнаружены в

2009 г. группой энтомологов Д.В. Поликаниным, О.А. Полумордвиновым и С.В. Шибаевым (Новикова, Панькина, 2013). Систематическое изучение началось летом 2012 г.

Участок объединяет склоны южной и западной экспозиции. В структуре растительного покрова «Елшанской степи» преобладают настоящие и луговые степи (85 %), представлены остепненные и настоящие луга (10 %), заросли лесостепных кустарников и галофильные сообщества.

Сообщества **настоящих степей** (дерновиннозлаковые, разнотравные и кустарниковые группы формаций) занимают около 60 % площади участка, развиваются в верхних частях крутых склонов южной экспозиции. Они характеризуются невысоким травяным покровом (за исключением сплошных травостоев из солонечника мохнатого), сомкнутость составляет 26–69 %. Сообщества **луговых степей** покрывают 20 % площади и встречаются по более пологим подбровочным склонам южной, западной и восточной экспозиций, а также выровненным надбровочным склонам. Они отличаются более высоким и густым травяным покровом. Представлены разнотравные и кустарниковые группы формаций (Новикова, Панькина, 2013).

Луговая растительность представлена остепненными лугами (5 %), развивающимися по подножиям склонов и по ложинам между ними, и настоящими лугами (5 %), занимающими подножия склонов и днища балок. Кустарниковая растительность из ракитника русского и др. развиваются по бровкам балок, препятствуют развитию эрозионных процессов.

Особенностью участка – присутствие на солонцах и обнажениях коренных пород **засоленных лугов** с доминированием морковника обыкновенного и солонечника льновидного (Новикова, Панькина, 2013).

«Елшанские степи» – местообитание более 60 видов растений, из которых один вид (ковыль перистый – *Stipa pennata* L.) внесен в Красную книгу Российской Федерации с категорией – 3 (2008) и 17 видов – в Красную книгу Пензенской области (2013), среди которых: шалфей поникающий

(*Salvia nutans* L.), валериана клубненосная (*Valeriana tuberosa* L.), зопник колючий (*Phlomis pungens* Willd.), астрагал длинноножковый (*Astragalus macropus* Bunge как цветочная оберточка *A. pallescens* Bieb.) с категорией – 1; ирис солончаковый (*Iris halophila* Pall.), хвощ ветвистый (*Equisetum ramosissimum* Desf.), лютик стоповидный (*Ranunculus pedatus* Waldst. & Kit.) с категорией – 2; солонечник льновидный (*Galatella linosyris* (L.) Reichenb.), адонис весенний (*Adonis vernalis* L.), ирис безлистный (*Iris aphylla* L.), ковыль перистый, к. узколистный (*Stipa tirsia* Steven), лук желтеющий (*Allium flavescens* Besser), миндаль низкий (*Amygdalus nana* L.), морковник обыкновенный (*Silaum silaus* (L.) Schinz et Thell.), солонечник мохнатый (*Galatella villosula* Novopokr.), спирея городчатая (*Spiraea crenata* L.) с категорией – 3. В списке уязвимых видов полынь понтийская (*Artemisia pontica* L.) и широколистная (*A. latifolia* Ledeb.), также встречаются редкие виды клоповник пронзеннолистный (*Lepidium perfoliatum* L.), проломник большой (*Androsace maxima* L.). Как ландшафт с ценной флорой и растительностью и своеобразными почвами, участок заслуживает включения в систему ООПТ Пензенской области под названием «Елшанские степи» в качестве памятника природы (Новикова, Панькина, 2013).

Объект интересен тем, что на крутых склонах коренного берега эрозионные процессы и почвенно-грунтовые воды приводят к формированию условий, в которых формируются своеобразные **почвы**.

По ложбинам стока развиты **солонцы** тёмные гидрометаморфизованные глубококарбонатные, среднемощные, глинистые на моренном тяжёлом суглинке, по повышениям между ними – **чернозёмы** осолоделые маломощные малогумусные глинистые и **чернозёмы** солонцеватые, маломощные малогумусные глинистые на моренном тяжёлом суглинке (более подробная характеристика почв приводится в Приложении 1 и 2).

Солонцовый процесс – накопление в почвенно-поглощающем комплексе ионов Na^+ . Наиболее выражен в ложбинах. Чернозёмы, развивающиеся в прибровочной части склона на выступах между ложбинами, также несут уплотнения в нижней части гумусового горизонта. При их дальнейшем **рассолении** формируются осолоделые чернозёмы.

Благодаря хорошей дренированности территории верхние горизонты почв отмыты от легко растворимых солей.

Водный режим контрастный (пульсирующий). В весенний период в нижней и средней части этих почв тяжелого гранулометрического состава плотного и слитого сложения складываются анаэробные условия, приводящие к развитию **глеевого процесса** – разрушения почвенных железосодержащих минералов с образованием новых, содержащих железо в восстановленной форме. Летом почвы сильно иссушаются.

Биогенно-аккумулятивные процессы активнее всего протекают в ложбинах стока под хорошо развитой сомкнутой луговой растительностью. Здесь благоприятные условия увлажнения, эти участки лучше отмыты от солей. В результате формируются тёмные, с довольно высоким содержанием гумуса почвы со средней мощности гумусовым горизонтом (р. 3).

Расположение почв в прибровочной части крутого склона коренного берега реки, присутствие гипсоносных и карбонатных пород в подпочве, приводит к развитию эрозионных процессов (Куксина, Вяль, 2014).

Таким образом, **почвенный покров** «Елшанских степей» **разнообразный и комплексный**. Популяция лютика стоповидного способна существовать на солонцах и солонцеватых почвах тяжёлого гранулометрического состава с различным содержанием гумуса (от 2,9 до 6,8 %), в присутствии карбонатов (от 2,5 до 3,5 %) и следов гипса, с различным водным режимом, при постоянных нарушениях почвенно-растительного покрова, вызванного эрозионными процессами.

Изучение **растительных сообществ** производилось методом геоботанических описаний на площадках 2×2 м, определяли общее проективное покрытие (ОПП), участие каждого вида; последующая классификация растительных сообществ осуществлялась по доминантному принципу. Всего было выполнено 84 геоботанических описания.

Для уточнения **роли вегетативного размножения** и обнаружения столонов было выкопано 5 куртин диаметром 10 – 12 см. В лабораторных условиях подземные органы осторожно отмывали проточной водой.

Для изучения **возрастного спектра** популяции в пределах «Елшанских степей» были заложены 9 пробных площадей размером 1×1 м. На каждой из них посчитано количество особей ювенильного, имматурного, виргинильного и генеративного возрастных состояний с учётом признаков побегов (Вяль и др., 2015).

В работе использовали следующие классификации популяций растений: классификации Т.А. Работнова (1950); Л.А. Жуковой (1967); А.А. Уранова, О.В. Смирновой (1969); Л.А. Животовского (2001); О.В. Смирновой (2004) (глава 1.3).

Были заложены опыты по интродукции лютика стоповидного в Ботаническом саду имени И.И. Спрыгина, для чего 5 куртин диаметром 12 – 15 см, содержащих по 2 – 4 генеративных цветущих и плодоносящих особи, пересадили на участок природной флоры.

Опыты по проращиванию плодиков проводили в августе 2015 г. и в апреле 2016 г. Использовали плодики, собранные 27 мая и 4 июня 2015 г. с растений, пересаженных в ботанический сад 12 мая 2015 г.

Статистическая обработка результатов заключалась в определении среднего арифметического и ошибки репрезентативности (до 5%).

Для расчётов использовали следующие формулы:

$$M = \frac{\sum a}{n} ; \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum (a - M)^2}{n}} ; \quad m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} .$$

где M – среднее арифметическое; a – отдельное измерение; Σa – сумма отдельных измерений; n – число измерений; σ – среднее квадратичное отклонение; m – ошибка среднего (Шмидт, 1984).

2.2. Особенности биологии и экологии *Ranunculus pedatus*

Лютик стоповидный для флоры Пензенской области известен с начала XX века благодаря сборам Б.А. Келлера в Сердобском районе, И.И. Спрыгина в окрестностях Пензы (Васюков, 2004). В настоящее время известно о 8 местообитаниях *Ranunculus pedatus* на территории области в Белинском, Бековском, Колышлейском, Сердобском районах (рис. 3).

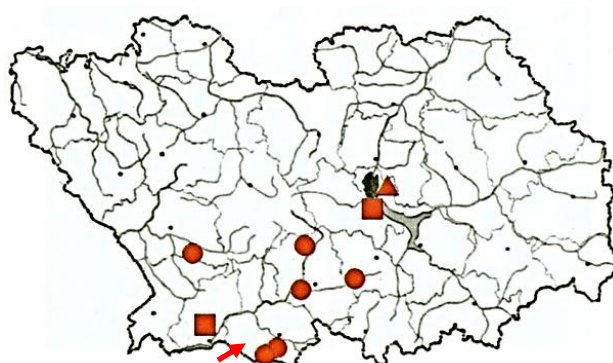


Рис. 3. Местообитания *Ranunculus pedatus* в Пензенской области (по: Чистякова, 2013). Стрелкой показано новое местообитание – «Елшанские степи»

Общее распространение: Евразийский лесостепной вид. Распространен преимущественно в лесостепной полосе: от Средней Европы и северной части Балканского полуострова – на западе, до Западной Сибири – на востоке. Встречается на Украине – в Крыму и Причерноморских степях, в Казахстане. В России произрастает в европейской части и на юге Западной Сибири. В Европейской России характерен для Центрального Черноземья, на севере достигает Орловской и Нижегородской областей, на юге доходит до Предкавказья (Овчинников, 1937; Флора Восточной..., 2001).

Лютик стоповидный характеризуется следующими особенностями **экологии**. Он встречается по сухим травянистым склонам, в степи, степных

западинах, реже на солонцеватых лугах, лесных опушках, полянах, в кустарниках; преимущественно в степной и лесостепной зонах (Растительные..., 1984), на каменистых склонах, иногда в борах (Флора Восточной..., 2001). В Ульяновской области растёт на остепнённых и несколько засоленных лугах, на карбонатных солонцеватых почвах (Масленникова, Масленников, 2008). Требователен к плодородию почвы, кальцефит, ксеромезофит (Воротников, 2005). Возобновляется по нарушениям. Приурочен к хорошо прогреваемым склонам (Чистякова, 2013). Цветёт в апреле – мае, плодоносит в мае – июне.

Хозяйственное значение вида. Химический состав растения практически не изучен. Известно, что надземная часть содержит кумарины, флавоноиды (Дрозд, 1970). Упоминается о кормовом значении для пятнистых оленей (Ларин и др., 1951; Эрст, 2008).

Необходимость охраны. Многие лютики оказались уязвимыми в условиях антропогенной нагрузки (Варгот, Силаева, 2009). Вид считается редким растением средней полосы России (Нижегородской, Тамбовской, Липецкой, Курской, Воронежской) (Губанов и др., 2003). Занесён в Красную книгу Нижегородской области с наивысшим статусом – А (Воротников, 2005). Занесён в Красную книгу Ульяновской области со статусом 3 – редкий вид. В Ульяновской области известно о 8 местообитаниях вида, популяции малочисленные, виду угрожают чрезмерный выпас и распашка луговых и степных участков (Масленникова, Масленников, 2008). В Курской области отмечен как вид, встречающийся редко по востоку и югу (Полуянов, 2005). Внесён в Красную книгу Житомирской области Украины.

В Пензенской области *Ranunculus pedatus* присвоен 2 статус редкости – сокращающийся в численности вид. Известно 9 местообитаний в Бековском, Белинском, Колышлейском, Сердобском районах. Вид на северной границе ареала. Популяции малочисленные. Охраняется в заповеднике

«Островцовская лесостепь» и памятниках природы «Урочище Шугай», «Урочище Подгорное» (Чистякова, 2013).

Особенности биологии. *Ranunculus pedatus* Waldst. et Kit. – многолетнее полурозеточное растение с клубневидно утолщенными корнями (Чистякова, 2013).

Побеги 12–25 см высотой с утолщенными клубневидными продолговатыми или продолговато-цилиндрическими корнями. Стебли простые или слабо ветвистые, одно-малоцветковые с рассеянными прижатыми тонкими волосками или почти голые. Листья прикорневые длинночерешковые, голые или слегка пушистые, за исключением трёхлопастных самых нижних, пальчато 3–5 раздельные на линейно-продолговатые или линейные цельнокрайние, реже едва зубчатые доли. Стеблевые листья мелкие, цельные или трёхраздельные на цельнокрайние доли.

Цветки 15–25 мм в диаметре, чашелистики более или менее яйцевидные, слабо-волосистые или почти голые, оттопыренные, желтовато-зеленоватые, 4–6 мм длиной. Лепестки, обычно в количестве 5 обратно-яйцевидные, 8–12 мм. Цветоложе голое, продолговатое. Плодики 2,5–3 мм длиной, плоско сжатые, более менее яйцевидно-округлые, тонкие, голые, по краю с узкой каймой с прямым коротким кверху загнутым носиком. (Чистякова, 2013).

2.3. Особенности онтогенеза *Ranunculus pedatus* на северной границе ареала

В условиях «Елшанских степей» в онтогенезе *Ranunculus pedatus* были обнаружены следующие периоды и возрастные состояния (Вяль и др., 2015):

Латентный период. Плод – многоорешек, созревают в июне; семя в составе орешка осыпается с цветоложа (рис. 4). У выкопанных и

пересаженных в Ботанических сад в составе куртин генеративных особей семена созрели к 4 июня. Масса 1000 плодиков – 0,566 г.

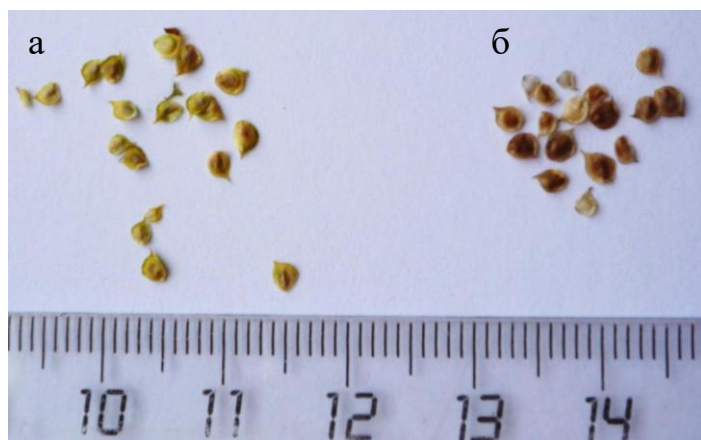


Рис. 4. Плодики лютика стоповидного (орешки), собранные 27 мая (а) и 4 июня (б) в Ботаническом саду имени И.И. Спрыгина

Прегенеративный период. Прорастание семян в условиях «Елшанских степей» у *Ranunculus pedatus* скорее всего, как и у большинства эфемероидов, происходит весной – во второй декаде апреля.

Ювенильные особи (j) имеют розеточный побег, несущий 1–2 длинночерешковых листа с трижды-лопастной листовой пластинкой. От основания побега отходят 2–3 корневые шишки – утолщенных придаточных корня овальной формы, несколько очень тонких неутолщенных корней.

В благоприятных условиях ювенильное возрастное состояние в тот же год сменяется *имматурным*. Имматурные особи формируют ещё одну – две корневых шишки, общее количество возрастает до 3–5. Корневые шишки вытягиваются в длину и приобретают цилиндрическую форму. Верхушки корневых шишек сужены, густо покрыты корневыми волосками, продолжением является неутолщенная часть корня, выполняющая функцию поглощения.

В этом же вегетационном периоде или на следующий год растение переходит в *виргинильное* возрастное состояние. Виргинильные особи имеют

укороченный побег, несущий 2–3 тройчато-рассечённых листа. Для крайних сегментов характерна тенденция к расчленению на 2 доли. Подземная сфера представлена пучком корневых шишек и придаточными корнями.

Генеративный период. В благоприятных условиях *Ranunculus pedatus* зацветает на второй – третий год жизни. Розеточный побег трансформируется в полурозеточный. Укороченная часть побега представлена 3–5 междоузлиями, удлинённая – 3–4 междоузлиями. Верхняя часть удлинённого побега представляет собой соцветие – малоцветковый моноксизий. Морфометрические признаки возрастных состояний приводятся в табл. 6.

Наряду с особями с классическим строением цветка встречаются цветки с 10 лепестками. Возможно, это свидетельствует о существовании в популяции *Ranunculus pedatus* полиплоидных форм. На существование таких особей есть ссылки в литературе (Флора Восточной..., 2001). Вероятно, полиплоидность предоставляет дополнительные адаптивные возможности особям *Ranunculus pedatus* на границе ареала.

Таблица 6

Морфометрические признаки особей *Ranunculus pedatus*

(по: Вяль и др., 2015)

Признаки	Возрастное состояние			
	j (n=3)	im (n=3)	v (n=4)	g (n=4)
1. Число листьев розеточного побега	1–2	2	2–3	3–5
2. Форма листовой пластинки	2-3-лопастная	3-раздельная	3-5-рассечённая	3-5-рассечённая
3. Длина черешка, см	3,5–4,5	4,0–5,0	3,5–10,0	7,0–14,0
4. Длина листовой пластинки, мм	7–9	9–11	17–30	20–50
5. Ширина центральной доли (сегмента) листовой пластинки, мм	6–8*	3,0–5,0	3,0–6,0	3,0–6,0
6. Количество корневых шишек	2–3	3–6	7–14	18–24
7. Длина корневой шишки, мм	2–5	5–8	6–10	7–12
8. Диаметр корневой шишки, мм	1,0–1,5	1,5–2,0	2,0–2,5	1,5–2,5
9. Высота удлинённого	–	–	–	15–30

побега, см				
10. Количество цветков	–	–	–	1–3
11. Абсолютный возраст особи	2–4 недели	1–2 года	1–3 года	2–4 года

* - для ювенильных особей приводится ширина всей листовой пластинки

Схема онтогенеза *Ranunculus pedatus* семенного происхождения приводится на рис. 5.

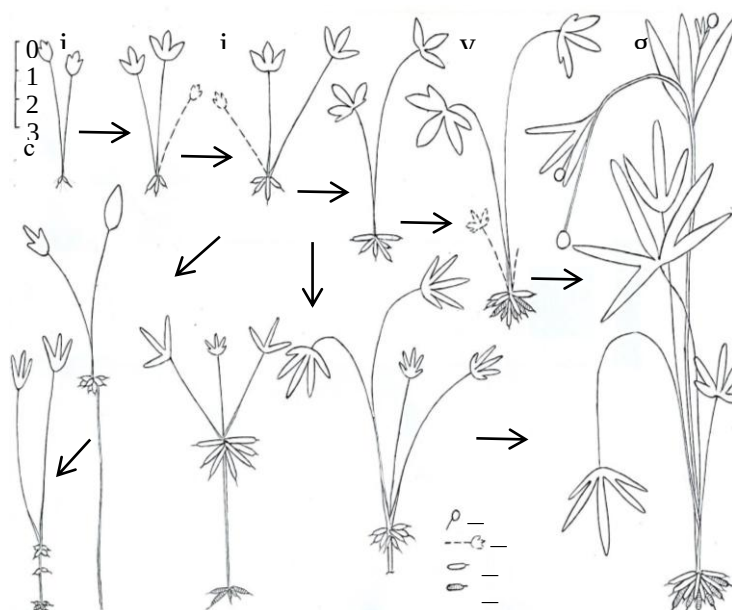


Рис. 5. Схема онтогенеза *Ranunculus pedatus*: *цв* – цветок; *о.л* – остатки листа, *м.ш* – молодая шишка; *ст.ш* – старая шишка (по: Вяль и др., 2015)

Установлена способность образовывать своеобразные структуры – вертикально ориентированные подземные столоны, в узлах которых развиваются группы корневых шишек. Анатомические исследования подтвердили побеговую природу этих структур. Такие подземные столоны покрыты эпидермой, под которой залегает паренхима первичной коры, отдельные участки которой со временем разрушаются, образуются полости. Глубже залегают крупные проводящие пучки. Они закрытые коллатеральные, расположены в один круг.

Считается, что эти структуры образуются в тех случаях, когда растения оказываются засыпанными почвой. На склонах коренного берега происходят осыпи, эрозия, просадки грунта. В «Елшанских степях» такие нарушения образуются близ бровки склона, по откосам ложбин стока, дренирующих выше лежащие территории. Способность отрастать после засыпания позволяет *Ranunculus pedatus* осваивать эти своеобразные ландшафты, поддерживать численность популяции. Одна из четырёх исследованных авторами генеративных особей имела остатки подземного stolона. Следовательно, «погребённые» особи, несмотря на задержку развития, связанную с их засыпанием, способны перейти к цветению (Вяль и др., 2015).

Также установлена способность **вегетативного размножения** с помощью укореняющихся stolонов. Каждый stolон состоит только из одного междоузлия, расположен горизонтально; в узле образуется придаточный корень, утолщающийся в одну или несколько корневых шишек; в последствии образуется наземный побег. Благодаря способу отмывки подземных органов в лабораторных условиях показано, что образовывать такие stolоны способны особи имматурного, виргинильного и генеративного онтогенетических состояний (рис. 7).

Так, лютик стоповидный в условиях «Елшанских степей» демонстрирует **поливариантность онтогенеза** за счёт возможности омоложения особей и посредством формирования особей с подземными вертикальными stolонами (Вяль и др., 2015).



Рис. 7. Вегетативное размножение *Ranunculus pedatus*: А – у имматурных, Б – у виргинильных, Г, Д, Е – у генеративных особей

ГЛАВА III. ФИТОЦЕНОТИЧЕСКАЯ ПРИУРОЧЕННОСТЬ И ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *RANUNCULUS PEDATUS* WALDST. ET KIT. (RANUNCULACEAE) НА СЕВЕРНОЙ ГРАНИЦЕ АРЕАЛА (экспериментальная часть)

3.1. Фитоценотические особенности *Ranunculus pedatus* на северной границе ареала

В растительности «Елшанской степи» преобладают настоящие степи (67%), в меньшей мере – луговые степи (20%), а также участвуют различные виды лугов (12%), кустарниковая растительность (1%). Особенностью этого участка является присутствие в определенных местообитаниях не только остепненных (7%) и настоящих (1%) лугов, но и засоленных лугов (4%).

Господствующее место в растительном покрове настоящей степи занимают 14 ассоциаций, которые относятся к дерновиннозлаковым (3), многолетнеразнотравным (7), однолетнеразнотравным (2), кустарниковым (2) группам формаций. Настоящие степи характеризуются преобладанием степных растений (70–100%) за счет настоящих ксерофитов (53–97%).

Дерновиннозлаковые настоящие степи занимают 23% площади на крутых склонах южной экспозиции и включают ассоциации с доминированием *Festuca valesiaca* и *Stipa capillata*.

Преобладающей является **разнотравно-тырсовая** ассоциация (16% площади), которая развивается в наиболее ксерофильных условиях. ОПП среднее (58%). В ассоциации преобладают злаки и осоки (64%), из которых доминирует ковыль волосатик (тырса), ПП которого колеблется от 20 до 45%. Кроме того участвует овсяница валисская (типчак) с ПП от 1 до 10%. Менее представлено разнотравье (33%), из которого выделяются: мордовник русский (1–15%), полынь австрийская (1–10%), лапчатка семилисточковая (3–12), подмаренник настоящий (0,5–2%). В этой ассоциации из разнотравья фрагментарно встречаются: зопник колючий (5%), валериана клубненосная

(4–6%), лютик стоповидный (1%). Бобовые встречаются в незначительном количестве (астрагал бледноватый – 1%).

Самостоятельно выделяется **бледноватоастрагалово-тырсовая** ассоциация, занимающая 2% площади на крутом склоне южной экспозиции. ОПП довольно низкое (48%). В ассоциации преобладают злаки (47%), а именно тырса с ПП от 15 до 29%. Ассоциация отличается значительным участием бобовых (31%), которая представлена астрагалом бледноватым с ПП от 10 до 20%. В меньшей мере встречается разнотравье (22%), из которого заметна лапчатка семилисточковая (2–8%), мордовник русский (3%). Кустарники отсутствуют.

Последняя **разнотравно-типчаковая** ассоциация занимает 5% площади и развивается, как правило, на нарушенных территориях участка и даже на залежах. ОПП – 70%. Преобладают группы злаков и осок (63%), из которых доминирует типчак с ПП от 35 до 40% с участием осоки ранней от 2 до 10%. Бобовых мало (2%), представлены люцерной серповидной (3%) и клевером альпийским (2%). Кустарников еще меньше (1%), из них участвует спирея городчатая (3%).

Многолетнеразнотравные ассоциации занимают наибольшую площадь на «Елшанской степи» (40%) и представлены ассоциациями с доминированием *Astragalus paliescens*, *Echinops ruthenicus*, *Centaurea sumensis*, *Galatella linosyris*, *Galatella villosa*, *Ranunculus pedatus*, *Achille nobilis*, *Artemisia austriaca*.

Преобладает по площади **мохнатосолонечниковая** ассоциация (20%), которая развивается на сильноэродированных склонах южной экспозиции. В ассоциации явно преобладает разнотравье (81%), из которого доминирует солонечник мохнатый (10–30%) и участвуют: мордовник русский (1–10%), полынь равнинная (1–10%). В ассоциации фрагментарно встречаются зопник колючий (5–15%), ирис солончаковый (15%), лютик стоповидный (0,5–21%), валериана клубненосная (1–16%). Злаки мало обильны (17%) и представлены

в основном типчаком (2–10%) и тырсой (2–15%). Бобовых и кустарников мало, из кустарников участвует спирея городчатая с ПП 4%.

Следующая по занимаемой площади (8%) является *льнолистносолончаковая* ассоциация. ОПП – 59%. Преобладает разнотравье (71%), из которого явно доминирует солонечник льнолистный с ПП от 27 до 35%, а также участвуют мордовник русский (1–6%), тысячелистник благородный (1–3%), тысячелистник обыкновенный (0,5–2%), лапчатка серебристая (0,5–3%), подмаренник настоящий (1–5%), солонечник мохнатый (1%). Из злаков (29%) фрагментарно встречаются типчак (3–15%), осока ранняя (2–10%), вейник наземный (20%). Бобовые и кустарники отсутствуют.

Далее следует *австрийскопопынная* ассоциация (4% площади), которая развивается в условиях эрозионного процесса. ОПП – 61%. Преобладает разнотравье (76%), за счет полыни австрийской с ПП от 12 до 35% и лютика стоповидного с ПП от 12 до 24%, а также участвуют солонечник мохнатый (4–6%), вероника колосистая (1–5%). Фрагментарно отмечается вероника клубненосная (8%). Из злаков (24%) преобладает типчак (2–15%) и дают отдельные фрагменты тырса (10%) и ковыль перистый (15%). Бобовые и кустарники отсутствуют.

Остальные многолетне-разнотравные ассоциации имеют незначительную площадь (1–2%), но в них, как правило, доминируют редкие виды и часто в условиях нарушенного растительного покрова.

Бледноватоастрагаловая ассоциация с доминированием из бобовых (57%) астрагала бледноватого, развивается на крутых эрозионных склонах южных экспозиций. ОПП низкое – 28%. Из немногочисленного разнотравья (27%) в ассоциации участвует: мордовник русский (6%), наголоватка васильковая (3%). Кустарники отсутствуют.

Сумсковасильковая ассоциация развивается на крутых эрозионных склонах южной экспозиции. ОПП низкое (34%). Преобладает разнотравье

(91%), представленное в основном васильком сумским (20–27%). Фрагментарно встречаются ноголоватка васильковая (1–5%), лапчатка семилисточковая (3%), мордовник русский (1–2%). Злаки и бобовые почти отсутствуют, из кустарников (6%) присутствует ракитник русский с ПП от 1 до 4%.

Типчаково-стоповиднолютиковая ассоциация встречается только на залежах. ОПП – 68%. Разнотравье (59%) незначительно преобладает над злаками (41%). Из разнотравья доминирует лютик стоповидный (19–25%) и участвуют: полынь австрийская (60%), вероника колосистая (1–4%), валериана клубненосная (0,5–2%), солонечник мохнатый (1%), а из злаков – типчак (15–36%). Бобовые и кустарники отсутствуют.

Типчако-тырсово-благородотысячелистниковая ассоциация развивается в условиях нарушенного растительного покрова. Доминирует разнотравье (66%), а именно тысячелистник благородный (15%), полынь древовидная (5%), солонечник мохнатый (6%), лютик стоповидный (10%), лапчатка семилисточковая (7%). Из злаков (33%) доминируют тырса (15%) и типчак (10%). Очень мало бобовых, кустарники отсутствуют полностью.

Однолетнеразнотравные ассоциации занимают площадь в 3% и представлены ассоциациями с доминированием *Lepidium perfoliatum* и *Kochia laniflora*. Эти ассоциации формируют начальные этапы формирования растительности и встречаются на обнажениях и песчаных наносах.

Шерстистопрутняковая ассоциация занимает площадь в 2% и развивается на обнажениях песка в растущих оврагах. ОПП очень низкое (17%). В ассоциации явно преобладает разнотравье (75%), из которого доминирует прутняк шерстистоцветковый с ПП от 5 до 10%. Фрагментарно встречаются полынь равнинная (5%), мордовник русский (4%). Из злаков представлен вейник наземный (4%), бобовых мало, кустарники отсутствуют.

Луковичномятликово-пронзеннолистноклоповниковая ассоциация занимает незначительную площадь (1%) в верховье р. Елшанки и

формируется также на обнажениях с выходом песка. Это очень редкая ассоциация, которая отмечена только на этом участке в Пензенской области. ОПП низкое (30%). Ассоциация в основном представлена разнотравьем (76%), а именно клоповником пронзеннолистным (12%), с участием бурачка пустынного (3%). Из злаков (33%) доминирует мятлик луковичный с ПП 10%. Кустарники и бобовые отсутствуют.

Кустарниковые настоящие степи не имеют широкого распространения на участке (2%) и представлены двумя ассоциациями с доминированием *Chamaecytisus ruthenicus* (по 1%). В травостое преобладают *Phlomis pungens* и *Artemisia austriac*. Часто кустарниковые настоящие степи развиваются по бровкам балок крутых склонов южной экспозиции.

Первая очень редкая для Пензенской области **раkitниково-безострецово-разнотравная (колючезопниковая)** ассоциация имеет ОПП – 44%. Доминирует разнотравье (88%), за счет зопника колючего (15%), шалфея степного (12%), полыни австрийской (10%). Кустарники (10%) представлены раkitником русским с ПП – 5%. Злаков мало, бобовые отсутствуют.

Ракитниково-разнотравная (австрийскополынная) ассоциация располагается выше бровки балки. ОПП – среднее (60%). Явно представлено разнотравье (75%), а именно полынь австрийская (30%), шалфей степной (8%). Из кустарников доминирует раkitник русский (10%). Злаков мало, бобовые отсутствуют. Не исключено, что эта ассоциация может развиваться в условиях слабого засоления.

Луговые степи занимают 20% площади на «Елшанской степи» и представлены 11 ассоциациями с доминированием *Stipa tirs*a, *Bromopsis inermis*, *Verbascum marschallianum*, *Ranunculus pedatus*, *Galatella lino*syris, *Artemisia pontica*, *Artemisia latifolia*, *Artemisia campestris*, *Chamaecytisus ruthenicus*. Луговые степи развиваются в менее ксерофильных условиях: пологих склонах южной, западной и восточной экспозиций. В них

преобладают степные виды (51–97%) за счет мезоксерофитов (39–77%). Представлены луговые степи: дерновиннозлаковыми, корневищнозлаковыми, многолетнеразнотравными и кустарниковыми группами формаций.

Дерновиннозлаковые луговые степи включают одну *разнотравно-узколистноковильную* ассоциацию и развиваются на бровке балки. ОПП – 69%. Преобладают злаки (58%), из них явно доминирует ковыль узколистный с ПП 40%. Разнотравье (32%) представлено в основном солонечником мохнатым (8%), чабрецом Маршалла (6%), подорожником степным (3%) и др. Бобовых немного (7%), представлены клевером горным с ПП 5%.

Корневищнозлаковые луговые степи также представлены одной *разнотравно-безостокострецовой* ассоциацией, которая развивается в условиях антропогенной нарушенности. ОПП – 60%. Незначительно преобладают злаки (53%), а именно кострец безостый (20%) и типчак (10%). В ассоциации заметно участие разнотравья (47%): полынь австрийская (10%), валериана клубненосная (6%), подмаренник настоящий (4%), лютик стоповидный (3%) и др. Эта ассоциация отражает корневищнозлаковый этап демутации (восстановления) и деградации (нарушения) луговых степей.

Многолетнеразнотравные луговые степи включают шесть ассоциаций. Особенно подробно нами была описана *стоповиднолютиковая* ассоциация (8%), которая развивается либо на сильно нарушенных участках (вдоль дороги), либо на молодых залежах. ОПП – 61%. Преобладает разнотравье (67%), а именно лютик стоповидный с ПП от 15 до 40% и с участием других видов: вероника колосистая (1–10%), тысячелистник обыкновенный (0,5–8%), полынь ранняя (3–8%), полынь австрийская (0,5–5%), лапчатка серебристая (0,5–6%), солонечник мохнатый (0,5–2%), валериана клубненосная (1–2%) и др.

Восточнокоровяковая ассоциация (1%) развивается на пологом склоне восточной экспозиции. ОПП низкое – 31%. Явно преобладает разнотравье

(84%), а именно коровяк восточный (15%), с участием мордовника русского (4%), солонечника мохнатого (3%) и др. Из бобовых (16%) присутствует очень редкий для Пензенской области вид астрагал бледноватый с ПП 5%. Злаки и кустарники отсутствуют.

Безостокострецово-береговокострецово-льнолистносолончаковая ассоциация развивается в условиях сильной нарушенности растительного покрова (у дороги). ОПП очень высокое (91%). Разнотравье преобладает незначительно (50%), а именно солонечник льновидный (20%), лютик стоповидный (11%) и участвуют лапчатка серебристая (6%), валериана клубненосная (3%). Хорошо представлены злаки, среди которых преобладает кострец береговой с ПП 25% и кострец безостый с ПП 15%. Бобовых мало, кустарники отсутствуют.

Понтийскополынная ассоциация занимает 2% площади, встречается в степях (по нарушениям) и на залежах. ОПП довольно высокое (78%). Явно доминирует разнотравье (80%), а именно полынь понтийская с ПП от 40 до 55%; участвуют: тысячелистник обыкновенный (6%), солонечник мохнатый (0,5–2%), солонечник льновидный (0,5%), лютик стоповидный (5%), вероника колосистая (8%) и др. Злаки составляют 19% и представлены типчаком (13%) и кострецом безостым (10%). Бобовых мало, кустарники отсутствуют.

Широколистнополынная ассоциация занимает 2% на пологих склонах южной экспозиции. ОПП высокое – 74%. Явно доминирует разнотравье (85%), а именно полынь широколистная с ПП от 30 до 60%, полынь понтийская (5%), лобазник обыкновенный (10%), солонечник мохнатый (3%), чабрец Маршалла (5%). Из злаков и осок выделяется осока ранняя (13%), кустарников мало, бобовые отсутствуют.

Узколистномятликово-равниннополынная ассоциация (1%) развивается на сильно эродированных склонах южной экспозиции. ОПП невысокое – 47%. Преобладает разнотравье (68%), из которых выделяется

полынь равнинная (30%), а также участвуют солонечник льновидный (1%) и солонечник мохнатый (1%). Участие злаков невысокое (32%), из них выделяется мятлик узколистный (10%) и тырса (5%). Бобовые и кустарники отсутствуют. Ассоциация отражает разнотравный этап восстановления степей в условиях эрозии склонов.

Кустарниковые луговые степи с участием раkitника русского развиваются на более ровных надбровочных пологих склонах южной экспозиции. В травяном ярусе доминирует разнотравье (полынь широколистная, полынь равнинная, тысячелистник обыкновенный). Включают три ассоциации, занимающих по 1% площади.

Ракитниково-тырсово-разнотравная (равниннополынная)

ассоциация располагается на более пологих надбровочных склонах, где кустарники сдерживают эрозионный процесс. ОПП довольно низкое (40%). Преобладает разнотравье (60%), а именно полынь равнинная с ПП 20%, лапчатка серебристая (4%). Из злаков (25%) встречается тырса (8%). Кустарники (15%) представлены раkitником русским (6%). Бобовые отсутствуют.

Ракитниково-типчачково-разнотравная (широколистнополынная)

ассоциация имеет ОПП среднее (64%) и развивается на пологих надбровочных склонах. Разнотравье занимает 54% и представлено полынью широколистной (20%); участвуют валериана клубненосная (7%), солонечник мохнатый (2%), солонечник льновидный (1%). Из злаков (32%) выделяется типчак (15%) и костреc береговой (5%). Участие раkitников составляет 13% от ОПП, а именно раkitник русский (8%).

Ракитниково-безостокострецово-разнотравная (обыкновеннотысячелистниковая) ассоциация развивается на достаточно выровненном надбровочном склоне, но в условиях сильного антропогенного нарушения (у дороги). ОПП высокое (81%). Разнотравье (38%) незначительно преобладает, из которого выделяется тысячелистник

обыкновенный (10%), резак обыкновенный (6%), шалфей степной (3%), валериана клубненосная (3%), лютик стоповидный (1%), солонечник льновидный (1%). Злаков меньше (31%), которые полностью представлены кострецом безостым с ПП 25%. В ассоциации довольно высокое участие кустарников (31%), из них преобладает ракитник русский с ПП 25%. Бобовые отсутствуют.

Луговая растительность (8%) представлена остепненными лугами (7%) и настоящими лугами (1%). Луга развиваются по нижним частям склонов южной экспозиции, по склонам северной экспозиции и по верхним частям неглубоких ложбин на степном участке, а также на надбровочных склонах южной экспозиции (в условиях сильной нарушенности) и на залежах. Остепненные луга включают три ассоциации, относящиеся к корневищнозлаковым, многолетне-разнотравным и кустарниковым группам формаций.

Корневищнозлаковые остепненные луга представлены одной **разнотравно-безостокострецовой** ассоциацией (4%) и развивается а надбровочных пологих склонах (в условиях нарушения) и на залежах. ОПП среднее и составляет 60%. Преобладают злаки (68%), из которых доминирует кострец безостый с ПП от 20 до 40% и участвует типчак с ПП от 4 до 10%. На долю разнотравья приходится 32% от ОПП, а именно лютик стоповидный с ПП от 7 до 13%, вероника колосистая (3–4%), валериана клубненосная (1%). Бобовые и кустарники отсутствуют.

В меньшей степени и исключительно на залежах представлена **безостокострецово-обыкновеннотысячелистниковая** ассоциация (2%) многолетне-разнотравных остепненных лугов. ОПП высокое (77%). Преобладает разнотравье (60%), а именно тысячелистник обыкновенный с ПП от 12 до 15%, полынь австрийская с ПП от 4 до 6%, лютик стоповидный (8–9%), отмечается солонечник мохнатый (1%). Злаки составляют 39%, из

них выделяется кострец безостый (15–37%) и участвует типчак с ПП от 3 до 5%. Бобовых мало, кустарники отсутствуют.

Кустарниковые остепненные луга также включают одну *раkitниково-разнотравно-безостокострецовую* ассоциацию, занимающую 1% на пологих надбровочных склонах в условиях сильной антропогенной нарушенности (у дороги). Преобладают злаки (41%), а именно кострец безостый (30%), вейник наземный с ПП 5%. Разнотравье составляет 30%, из него выделяется василек шершавый (15%) и мордовник русский (10%). Части кустарников составляют 23% от ОПП, с участием раkitника русского (25%). Бобовых (6%) мало, представлены остролодочником волосистым с ПП 5%. Эта ассоциация отражает корневищнозлаковый этап восстановления растительности.

Настоящие луга представлены одной, но очень редкой для Пензенской области *ветвистохвощевой* ассоциацией (1% площади). Она занимает нижние части склонов южной экспозиции (подножие) и днище балок. ОПП – 35%. Преобладает вид споровых сосудистых растений из семейства хвощевые – хвощ ветвистый с ПП 25%, а также участвует наголоватка васильковая (5%), солонечник мохнатый (3%). Другие хозяйственно-биологические группы отсутствуют.

В растительном покрове «Елшанской степи» встречаются редкие для Пензенской области многолетнеразнотравные галофильные луга, которые занимают 4% территории и развиваются по ложбинам между склонами. Они представлены одной *обыкновенноморковниковой* ассоциацией, которая обычно занимает верхнюю часть неглубоких ложбин, которые вскрывают соленосные слои. ОПП довольно высокое (76%). Преобладает разнотравье (72%), а именно морковник обыкновенный с ПП от 20 до 70%, а также встречаются тысячелистник обыкновенный (0,5–6%), синеголовник плосколистный (2–5%), а также отмечаются солонечник льновидный (1%), лютик стоповидный (2%), валериана клубненосная (0,5%). Злаки и осоки

составляют 28%, выделяется осока ранняя с ПП от 5 до 20%, типчак (20%), мятлик луговой с ПП от 5 до 10%. Кустарники и бобовые отсутствуют.

На территории «Елшанской степи» встречаются многочисленные заросли из различных видов кустарников. Нами был описан *раkitник разнотравнотипчаковый* (1% площади), который развивается на надбровочном склоне южной экспозиции. ОПП высокое и составляет 95%. Доминирует раkitник русский с ПП 80%. Из злаков (11%) участвует типчак с ПП 6% и тырса с ПП 4%. Из разнотравья (5%) представлен солонечник мохнатый (5%).

Фитоценоотическое участие *Ranunculus pedatus* в растительном покрове «Елшанской степи» и прилегающей к ней молодой залежи может быть различным: колеблется от 1 до 40% (табл. 7). Особенно высокая фитоценоотическая роль этого вида наблюдается либо на залежи, либо на степи, но в условиях сильного эрозионного процесса естественного или антропогенного характера.

Таблица 7

Участие лютика стоповидного в ассоциациях степей и залежей

Участие лютика стоповидного в ассоциациях степей и залежей	ОПП	Пл.,%	Степи	Залежи
Настоящие степи				
Разнотравно-типчаковая	70	5	0-1	1
Разнотравно-тырсовая	58	16	0-1	-
Мохнатосолонечниковая	54	20	0,5-6	21
Типчаково-стоповиднолютиковая	68	2	-	19-25
Типчако-тырсово-благородотысячелистниковая	75	1	10	-
Австрийскополынная	61	4	12	24
Луговые степи				
Разнотравно-беззостокострецовая	60	1	3	-
Стоповиднолютиковая	61	8	15-40	25-40

Беззостокострецово-береговокострецово- льнолистносолончаковая	91	1	11	-
Понтийскопопынная	78	2	-	5
Ракитниково-беззостокострецово- разнотравная (обыкновеннотысячелистниковая)	81	1	1	-
Остепненные луга				
Разнотравно-беззостокострецовая	60	4	10	7-13
Беззостокострецово- обыкновеннотысячелистниковая	77	2	-	8-10
Галофитные луга				
Обыкновенноморковниковая	76	4	2	-

В травяном покрове «Елшанской степи» *Ranunculus pedatus* отмечается с разным участием в настоящих степях (от 0,5 до 10%), луговых степях (от 3 до 40%), остепненных лугах (10%) и даже в засоленных лугах (2%).

Довольно редко и с низким обилием вид встречается в дерновиннозлаковых настоящих степях: **разнотравно-типчаковой** (1%) и **разнотравно-тырсовой** (1%) ассоциациях. Сформированный злаковый покров из дерновинных злаков (типчак, тырса) препятствуют распространению этого вида. В большем количестве вид встречается в многолетнеразнотравных настоящих степях (от 0,5 до 12%) и полностью отсутствует в однолетнеразнотравных и кустарниковых степях.

Наибольшее участие *Ranunculus pedatus* дает в многолетнеразнотравных луговых степях: особенно в **стоповиднолютиковой** ассоциации (от 15 до 40%), которая развивается под интенсивным антропогенным влиянием, и в **беззостокострецово-береговокострецово-льнолистносолонечниковой** (11%) ассоциациях. Этот вид, хотя и в незначительном количестве, отмечается в корневищнозлаковых луговых степях: **разнотравно-беззостокострецовой** ассоциации (3%) и кустарниковых луговых степях: **ракитниково-беззостокострецово-**

разнотравной ассоциации (1%). Этот вид полностью отсутствует в дерновиннозлаковых луговых степях.

Реже *Ranunculus pedatus* встречается в остепненных лугах. Отмечен только в **разнотравно-безосокостречовой** ассоциации корневищнозлаковых остепненных лугов (10%). Вид полностью отсутствует в настоящих лугах и мезоксерофильных кустарниках. Изредка встречается в засоленных лугах: обыкновенноморковниковой ассоциации (2%).

В степной растительности «Елшанской степи» можно выделить основные этапы деградации степей под влиянием естественных и искусственных эрозионных процессов, которые определяют геоморфологическим положением растительности.

На склонах южной экспозиции (верхние части подбровочных, бровочные и нижние части надбровочных склонов) разной крутизны наблюдается следующие этапы:

1. Однолетнеразнотравные настоящие степи – на обнажениях: **луковичномятликово-пронзеннолистноклоповниковая** (*Ranunculus pedatus* нет) и **шерстистопрутняковая** (*Ranunculus pedatus* нет).

2. Многолетнеразнотравные настоящие степи на крутых подбровочных склонах: **бледноастрагаловая** (*Ranunculus pedatus* нет) и **сумсковасильковая** (*Ranunculus pedatus* нет) в условиях склонового эрозионного процесса и на пологих надбровочных склонах: **льнолитносолонечниковая** (*Ranunculus pedatus* нет), **мохнатосолончаковая** *Ranunculus pedatus* с ПП 0,5–6%), **типчаково-тырсово-благороднотысячелистниковая** (*Ranunculus pedatus* с ПП 10%), **австрийскопопынная** (*Ranunculus pedatus* с ПП 12%) в условиях антропогенного нарушения.

3. Дерновиннозлаковые настоящие степи развиваются на бровочных склонах в ненарушенных условиях: **разнотравно-тырсовая**,

(*Ranunculus pedatus* с ПП 1%) и **разнотравно-типчаковая** (*Ranunculus pedatus* с ПП 1%), **бледноастроголово-тырсовая** (*Ranunculus pedatus* нет).

4. Кустарниковые настоящие степи отмечаются на бровочных склонах: **раkitниково-безостокострецово-разнотравная (колючезонниковая)** (*Ranunculus pedatus* нет) и **раkitниково-разнотравная (австрийскополынная)** (*Ranunculus pedatus* нет).

На выровненных и слегка наклонных надбровочных склонах выделяются этапы демутиации степей после антропогенного воздействия:

1. Многолетнеразнотравные луговые степи развиваются на слегка наклонных надбровочных склонах: **восточнокоровяковая** (*Ranunculus pedatus* нет) и **узколистномятликово-равниннополынная** (*Ranunculus pedatus* нет) в условиях несильной склоновой эрозии и выровненных надбровочных склонах при сильном антропогенном воздействии: **безостокострецово-береговокострецово-льнолистносолонечниковой** (*Ranunculus pedatus* с 11%) **стоповиднолютиковая**, *Ranunculus pedatus* с ПП 15–40%); на выровненных надбровочных мало нарушенных склонах: **понтийскополынная** (*Ranunculus pedatus* нет), **широколистнополынная** (*Ranunculus pedatus* нет),.

2. Корневищнозлаковые луговые степи развиваются на выровненных надбровочных сильно нарушенных склонах: **разнотравно-безостокострецовая** (*Ranunculus pedatus* с ПП 3%).

3. Дерновиннозлаковые луговые степи: **разнотравно-узколистноковыльная** ассоциация (*Ranunculus pedatus* нет).

4. Кустарниковые луговые степи формируются в условиях наименьшего антропогенного воздействия: **раkitниково-типчаково-разнотравная** (*Ranunculus pedatus* нет), **раkitниково-тырсово-разнотравная** (*Ranunculus pedatus* нет), **раkitниково-безостокострецово-разнотравная** (*Ranunculus pedatus* с ПП 1%).

Ranunculus pedatus встречается также в корневищнозлаковых остепненных лугах (**разнотравно-безостокострецовая**, *Ranunculus pedatus* с ПП 10%), многолетне-разнотравных остепненных лугах (*Ranunculus pedatus* нет), кустарниковых остепненных лугах (*Ranunculus pedatus* нет), настоящих лугах (*Ranunculus pedatus* нет) и даже в кустарниках (*Ranunculus pedatus* нет). Кроме этого, *Ranunculus pedatus* способен развиваться в условиях засоленных лугов (**обыкновенно-морковниковая** ассоциация) с ПП 2%).

Установлено, что *Ranunculus pedatus* не характерен для дерновиннозлаковых настоящих степей как конечных этапов становления степной растительности на пологих склонах южной экспозиции. Вид становится более обильным только в некоторых многолетне-разнотравных настоящих степях: **типчаково-тырсово-благороднотысячелистниковой** (10%), **австрийскопопынной** (12%) и **типчаково-стоповиднолютиковой** (0,5–6%). ассоциациях, которые развиваются только в условиях нарушения (деградации) растительного покрова. Вид может примерно с таким же обилием отмечаться и в корневищнозлаковых остепненных лугах, но также в условиях антропогенного нарушения. Самое высокое обилие вид дает в многолетне-разнотравных луговых степях (до 40%) и даже формирует одноименную **стоповиднолютиковую** ассоциацию (15–40%), она также формируется под влиянием интенсивного антропогенного фактора.

На залежах, прилегающих к «Елшанской степи», *Ranunculus pedatus* встречается с большим обилием: в настоящих степях (11–25%), в луговых степях (5–40%), в остепненных лугах (7–13%).

В дерновиннозлаковых настоящих степях вид отмечен только в **разнотравно-типчаковой** ассоциации (11%), которая отражает мелкодерновинный этап восстановления степей. В многолетне-разнотравных настоящих степях вид *Ranunculus pedatus* достигает обилия до 25% и представлен в **мохнатосолонечниковой** (21%), **австрийскопопынной** (24%)

и **типчакowo-стоповиднолютиковой** (19–25%) ассоциации, где этот вид становится доминантом.

Наибольшее ПП (до 40%) вид дает в многолетне-разнотравных луговых степях: **понтийскопопынной** (5%), **стоповиднолютиковой** (25–40%) ассоциациях. В последней ассоциации вид становится доминантом.

На залежах представлена этап корневищнозлаковых остепненных лугов (**разнотравно-беззостокострецовая** ассоциация), в которой вид дает от 7 до 13% покрытия, и многолетне-разнотравных остепненных лугов (беззостокострецово-обыкновеннотысячелистниковая ассоциация), в которой вид дает от 7 до 10% ПП.

Растительность молодой залежи находится на разных этапах восстановления степной растительности:

1. Многолетне-разнотравных остепненных лугов (**беззостокострецово-обыкновеннотысячелистниковая**), участие *Ranunculus pedatus* 8–10%.

2. Корневищнозлаковых остепненных лугов (**разнотравно-беззостокострецовая**), участие *Ranunculus pedatus* 7–13%.

3. Многолетне-разнотравных луговых степей (**понтийскопопынная** – *Ranunculus pedatus* с ПП 5%, **стоповиднолютиковая** – *Ranunculus pedatus* с ПП 25–40%).

4. Многолетне-разнотравных настоящих степей (**мохнатосолонечниковая**, *Ranunculus pedatus* с ПП 21%, **австрийскопопынная**, *Ranunculus pedatus* с ПП 24% и **типчакowo-стоповиднолютиковая**, *Ranunculus pedatus* с ПП 19–25%).

5. Дерновиннозлаковых настоящих степей (**разнотравно-типчакowая**, *Ranunculus pedatus* с ПП 11%).

И в процессе восстановления (демутации) на залежах после полного уничтожения растительности в результате распашки, и в результате деградации степной растительности южных склонов «Елшанской степи» под влиянием искусственных и естественных эрозионных процессов

фитоценотическая роль *Ranunculus pedatus* приходится на этап многолетнеразнотравных луговых степей.

Таким образом, *Ranunculus pedatus* входит в состав 14 ассоциаций «Елшанских степей». Показано, что в слабо нарушенных сообществах луговых степей при участии в сложении растительного покрова не более 1 % ОПП и плотности менее 30 особей на 1 м² вид играет роль ассектатора. При возрастании нарушенности почвенно-растительного покрова (активизация эрозионных процессов на склонах, антропогенные факторы) участие вида возрастает до 25–40 % при плотности до 400 особей на 1 м², вид занимает позиции содоминанта и доминанта, реализуя эксплерентную эколого-ценотическую стратегию.

3.2. Характеристика ценопопуляций *Ranunculus pedatus* на северной границе ареала

В степи в составе разнотравно-типчаково-тырсовой ассоциации (ЦП2, ЦП3) выявлена минимальная **плотность особей *Ranunculus pedatus*** на исследуемом участке (табл. 8). Вид играет роль ассектатора из-за слабой конкурентоспособности при сильной задернованности почвы. При активизации эрозионных процессов (ЦП4, ЦП8) по естественным причинам – по крутым склонам, по нарушениям – плотность значительно повышается. Вид способен удерживаться на склонах, в том числе при засыпании грунтом, благодаря образованию вертикальных столонов, и активизации вегетативного размножения. Под влиянием антропогенного фактора плотность особей также повышается (ЦП1, ЦП6, ЦП7). Вид становится содоминантом. Вид демонстрирует пластичность – на рыхлом субстрате особи образуют мочковатые корневые системы; при уплотнении почвы формируются поверхностные корневые системы корневыми шишками, прижатыми друг к другу (рис. 8). Максимальная плотность характерна для залежей (ЦП9,

ЦП10). Такая высокая плотность особей позволяет виду выходить на позиции доминанта – его доля в травостое повышается до 25–35 % (из 60–75 %ОПП).



Рис. 8. Генеративные особи *Ranunculus pedatus*, размножающиеся вегетативно: А – на рыхлом субстрате; Б – на плотной почве; стрелками показаны горизонтальные столоны с дочерними побегами

Характеристика ценопопуляций с *Ranunculus pedatus* в «Елшанских степях»

Таблица 8

Ц П	Положение в рельефе	Плотность, шт/м ²	Название ассоциации – ОПП, % (доля <i>R.p.</i> , %)	Абс. максимум, %	Δ	ω	Тип ЦП по классификации «Δ – ω»	<i>I</i> _{воз, %}	<i>I</i> _{ген, %}	<i>I</i> _{восст, %}
1	Выровненный участок прибровочной части, обочина грунт. дороги	277	Типчаково-береговокострецово-разнотравная (стоповиднолютиковая) – 65 (25)	v (46,2)	0,096	0,31	Молодая	95	5	2030
2	Прибровочная часть склона	31	Разнотравно-типчаково-тырсовая – 65 (1)	im (45,2)	0,104	0,30	Молодая	90	10	933
3	= // = // =	24	Разнотравно-типчаково-тырсовая – 60 (2)	j (45,8)	0,075	0,21	Молодая	92	8	1100
4	Крутой склон балки юго-вост. экспозиции	79	Типчаково-разнотравная (мохнатосолончаковая) – 50 (5-7)	im (50,6)	0,113	0,32	Молодая	89	11	778
6	Верховья балки, обочина полевой дороги	270	Безостокострецово-типчаково-разнотравная (стоповиднолютиковая) – 55 (30)	v (74,1)	0,184	0,51	Молодая	81	19	440
7	Верховья балки, обочина полевой дороги	120	Безостокострецово-типчаково-разнотравная (стоповиднолютиковая) – 55 (20)	v (83,3)	0,107	0,38	Молодая	100	0	∞
8	Прибровочная часть над балкой, эрозия по бортам будущей балки	201	Типчаково-тырсово-разнотравная (мохнатосолончаковая) – 55 (10)	v (74,6)	0,096	0,35	Молодая	99	1	20000
9	Выровненный участок в прибровочной части	413	Типчаково-береговокострецово-разнотравная (стоповиднолютиковая) – 75 (35)	v (55,7)	0,155	0,43	Молодая	84	16	535
10	Выровненный участок в прибровочной части	285	Разнотравно- (стоповиднолютиково-) типчаково-безостокострецовая – 60 (25)	g (45,6)	0,269	0,60	Зреющая	54	46	119

Онтогенетические спектры ценопопуляций представлены на рис. 9.

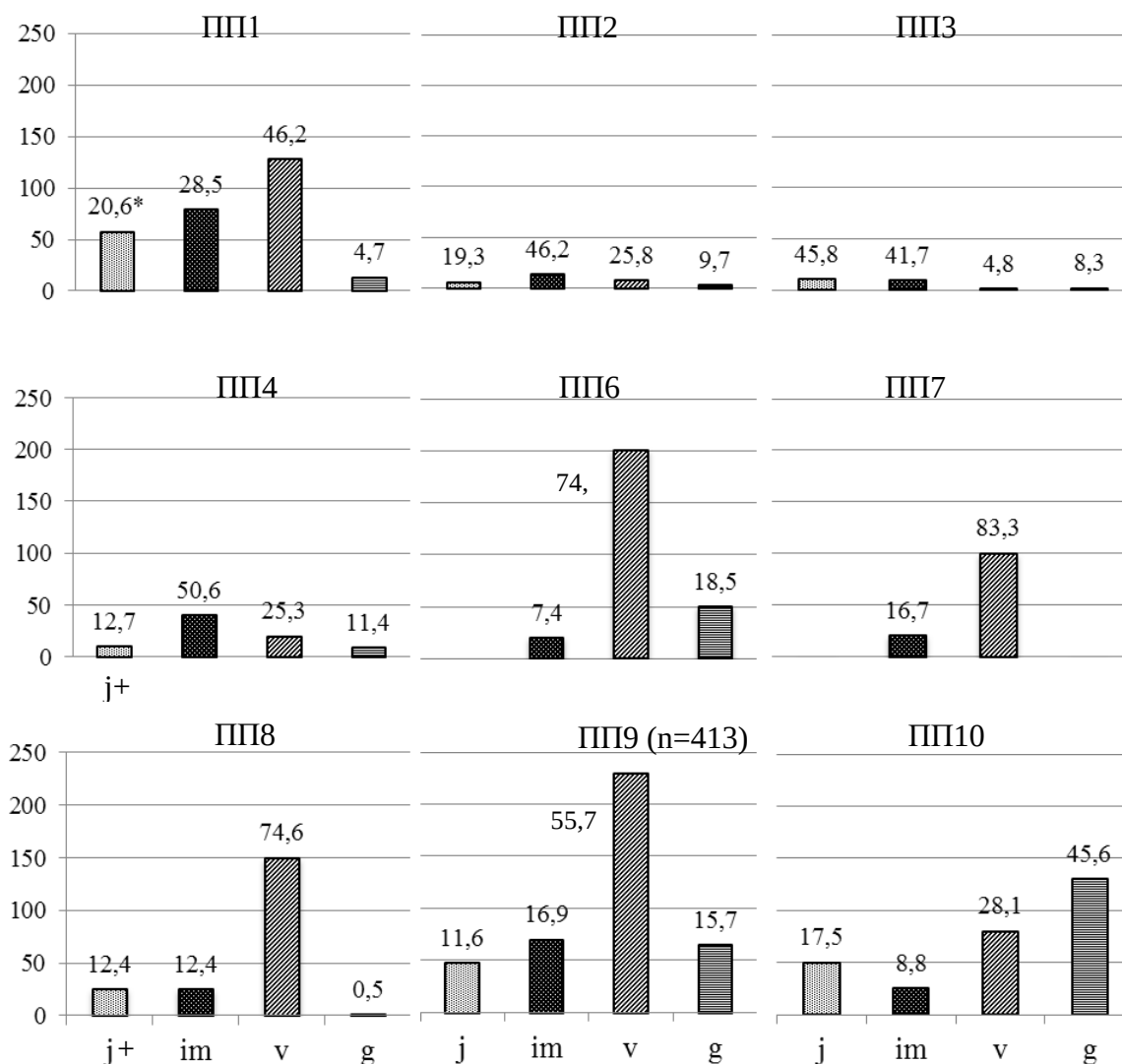


Рис. 9. Онтогенетические спектры ценопопуляций *Ranunculus pedatus* в «Елшанских степях»: по оси ординат – число особей; * – доля онтогенетической группы, %

Онтогенетический анализ позволил выявить следующие особенности:

1) Только 2 популяции из 9 (22 %) имеют **полночленные** спектры (ЦП4, ЦП8) – в них присутствуют проростки, ювенильные, имматурные, виргинильные и генеративные растения. Растения на постгенеративной стадии развития у этого вида отсутствуют из-за биологически обусловленной непродолжительности большого жизненного цикла. В большинстве других

ценопопуляций отсутствуют проростки (ЦП1, ЦП2, ЦП3, ЦП9, ЦП10). В ЦП6 не выявлена группа ювенильных, а в ЦП7 – ювенильных и генеративных особей.

Отсутствие проростков можно объяснить несколькими причинами. Во-первых, при высоких темпах развития этого эфемероида продолжительность данного возрастного состояния составляет несколько дней, и к середине мая большинство семян уже достигли последующих стадий развития. Во-вторых, прорастание семян может угнетаться при сильной задернованности почвы – единичные проростки были обнаружены только на нарушениях – на крутых склонах (ЦП4, ЦП8). В третьих, это может быть связано со значительной ролью вегетативного размножения в поддержании численности. Из-за слабой изученности биологии вида роль вегетативного размножения сильно недооценивалась рядом авторов (Воротников, 2005). При способе размножения, характерном для данного вида (образование столонов с розеточными побегами) происходит глубокое омоложение – до ювенильного возрастного состояния.

Неполночленность популяций 6 и 7 связана с сильной антропогенной нагрузкой. При значительной плотности и значительной доли вида в сложении растительного покрова, состояние этих ценопопуляций вызывает опасения. При вытаптывании и сильном уплотнении почвы наименее устойчивыми оказываются ювенильные особи. Эти же факторы задерживают переход от прегенеративного периода к зацветанию, поэтому в ЦП7 отсутствуют генеративные особи.

2) Участие j-, im-, v-, g-особей в составе различных ценопопуляций значительно варьирует: доля ювенильных особей от 0 до 45,8 %, доля имматурных особей от 7,4 % до 50,6 %; доля виргинильных особей от 4,4 % до 83,3 %, доля генеративных особей от 0 до 45,6 %. Такая **вариативность** – результат реализации определённых биологических особенностей вида в различных условиях среды под разной степенью давления антропогенного

фактора. С одной стороны, для онтогенеза *Ranunculus pedatus* характерны быстрые темпы развития, короткая продолжительность возрастных состояний. Этим, например, могут быть объяснены некоторые отличия возрастных спектров ЦП2 и ЦП3, развивающиеся в сходных условиях в составе разнотравно-типчаково-тырсовой ассоциации. С другой стороны, это может быть связано с нерегулярностью семенного размножения, очень характерной для эфемероидов данного семейства. В-третьих, на возрастную структуру популяций оказывает влияние разная интенсивность вегетативного размножения, определяемая плотностью особей в популяции, задернованностью почвы, плотностью субстрата и др.

3) Чаще всего в онтогенетической структуре **максимум** приходится на возрастную группу взрослых нецветущих особей. Это характерно для 5 ценопопуляций из 9 (55,6 %). Доля виргинильных особей при этом составляет от 46,2 до 83,3 %. Это ценопопуляции с высокой плотностью особей (120–400 шт/м²), развивающиеся на залежи (ЦП9), на нарушениях, вызванных природными (ЦП8) и антропогенными факторами (ЦП1, ЦП6, ЦП7). Так, виргинильные особи оказываются наиболее устойчивой группой.

При сильной задернованности почвы в слабо нарушенных степных сообществах (ЦП2, ЦП3) с низкой плотностью особей *R. pedatus* преобладают ювенильные или имматурные особи. Большой вклад им-растений также характерен для ценопопуляции 4, развивающейся на бортах балки со значительной эрозией.

Генеративные особи преобладают в ценопопуляции, развивающейся на залежи (ЦП10). Это обусловлено непродолжительностью онтогенетического состояния у этого вида. Этот вопрос ещё требует уточнения, но исходя из особенностей строения, продолжительность данного возрастного состояния не превышает одного – трёх лет (в условиях «Елшанских степей»). Так, накопления генеративных особей нет даже в благоприятных условиях.

Индекс возрастности (Δ) изученных ценопопуляций варьирует в незначительных пределах – от 0,096 до 0,269, т.е. по классификации Животовского (2001) (табл. 4) они должны быть отнесены к типам: «подростковая» (ЦП1, ЦП3, ЦП8), «взрослеющая» (ЦП2, ЦП4, ЦП6, ЦП7, ЦП9), «молодая» (ЦП10).

Индекс эффективности (ω) изменяется в диапазоне 0,21–0,60. По классификации «дельта – омега» Животовского (2001) все изученные ценопопуляции относятся к типу «молодых»; ЦП10 занимает пограничное положение между типом «молодая» и «зреющая» популяция.

О молодости изученных ценопопуляций говорят и индексы возобновления $I_{воз}$, генеративности $I_{ген}$ и восстановления $I_{восст}$ (табл. 8).

У 8 из 9 популяций **индекс возобновления** выше 80 %. Индекс восстановления варьирует в очень широких пределах, но всегда выше 100 %. Всё это позволяет говорить о существовании возможностей большинства ценопопуляций «Елшанских степей» к устойчивому поддержанию численности, к поддержанию стабильного потока поколений этого редкого вида. Это достигается за счёт вегетативного размножения, о чём говорят низкие индексы генеративности. Только в одной ценопопуляции на залежи (ЦП10) он приближается к 50 %, в остальных – варьирует от 19 до 0 %.

Изучена **онтогенетическая структура** 9 ценопопуляций *Ranunculus pedatus* в «Елшанских степях». Обнаружена значительная вариативность онтогенетических спектров: наличие полночленных (две ЦП), вегетативно-полночленных (пять ЦП) и неполночленных (две ЦП) спектров; левосторонних спектров с максимумом на ювенильных (одна ЦП), имматурных (две ЦП), виргинильных (пять ЦП) особях и центрированных спектров с максимумом на генеративных особях (одна ЦП). Установлены внешние и внутренние факторы лабильности онтогенетических спектров как основа устойчивости елшанской популяции *Ranunculus pedatus*. Дана характеристика ценопопуляций с использованием индексов возрастности,

эффективности, возобновления, восстановления и генеративности: преобладают молодые ЦП, за исключением одной – зреющей.

Таким образом, онтогенетический анализ елшанской популяции *Ranunculus pedatus* позволяет сделать вывод, что на северной границе ареала, в условиях, далёких от экологического оптимума, при антропогенной нагрузке, **лабильность онтогенетической структуры** ценопопуляций – это ключевой механизм её устойчивого существования. Она достигается за счёт лабильности морфологических структур и связанной с этим поливариантности онтогенеза; за счёт возможности регулирования соотношения семенного и вегетативного размножения, позволяющих регулировать численность и плотность конкретной ценопопуляции в зависимости от конкретной эколого-ценотической обстановки; за счёт быстрых темпов развития, определяющих динамичность ценопопуляций.

Для прогноза развития елшанской популяции лютика стоповидного требуются дальнейшие многолетние наблюдения за её состоянием при сохранении существующей антропогенной нагрузки или при её активизации. Сохранению генофонда елшанской популяции *Ranunculus pedatus* будет способствовать его интродукция в условиях культуры и мониторинг за состоянием популяции в природных условиях, в связи с чем целесообразным шагом будет присвоение «Елшанским степям» статуса ООПТ «памятник природы».

3.3. Методические аспекты организации научно-исследовательской деятельности школьников при изучении редких видах рода *Ranunculus* (на примере опыта МБОУ СОШ №71)

Исследования, выполненные в рамках дипломной работы, можно применять в рамках учебно-воспитательного процесса в

общеобразовательной школе в различных направлениях, о чём свидетельствует опыт такой работы в МБОУ СОШ № 71.

Одно из направлений – организация **научно-исследовательской деятельности учащихся**. Научно-исследовательская деятельность школьников – совместная интеллектуально-творческая деятельность ученика и учителя по решению значимой проблемы, имеющая структуру, соответствующую научным традициям (включающая этапы: постановка проблемы, изучение работ в данной сфере, подбор и практическое овладение методик, сбор материала, его анализ и обобщение, собственные выводы). Накоплен огромный опыт такой деятельности, в том числе в сфере биологии и экологии, доказывающий эффективность такой работы с точки зрения творческого развития личности ребенка и взрослого, профессионального самоопределения обучаемого, экологического воспитания (Ким, 2004; Кравцов, 2004; Таршис, Таршис, 2007; Тимофеев, 2013).

Данное исследование предоставляет широкие возможности для организации такой деятельности и широкий диапазон тем в зависимости от возраста школьников и степени сформированности у них навыков научно-исследовательской работы.

Учащимся 5-6-х классов в качестве научно-исследовательских проектов были предложены следующие темы:

1. «Влияние сроков посева на всхожесть семян лютика стоповидного»;
2. «Влияние внешних условий на процессы прорастания семян лютика стоповидного»,
3. «Разработка методов стимулирования прорастания семян лютика стоповидного в целях интродукции».

Актуальность и значимость данных тем продиктована тем, что начальные этапы онтогенеза этого вида наименее изучены, что сдерживает разработку рекомендаций по выращиванию этого вида в условиях культуры. Содержание работы: посев орешков лютика стоповидного на территории

пришкольного участка в разные сроки (май – июнь текущего вегетационного периода, осенью в год их образования и на следующий год – в апреле, через год и далее для определения времени, в течение которого семена сохраняют всхожесть) и определение всхожести и дружности прорастания (тема 1); посев орешков лютика стоповидного в чашках Петри при различных температурах, в растворах солей различной концентрации и т.п., и определение всхожести и дружности прорастания (тема 2); использование стратификации и скарификации для стимулирования прорастания (тема 3).

Учащиеся 7-8-х классов работали над темами:

1. «Особенности онтогенеза лютика стоповидного на северной границе ареала»;
2. «Роль вегетативного размножения в поддержании численности лютика стоповидного на границе ареала»,
3. «Интродукция лютика стоповидного как механизм сохранения вида».

Актуальность и значимость данных тем связана со слабой изученностью данных аспектов биологии и экологии этого редкого вида, в том числе в условиях интродукции. Содержание работы: сбор растений лютика стоповидного, выделение разных возрастных состояний, их характеристика, в том числе с использованием методов математической статистики, выполнение биологических рисунков (тема 1); сравнение внутреннего и внешнего строения столонов и дочерних особей лютика стоповидного на рыхлом и плотном субстрате, в том числе методами анатомических исследований, выполнение биологических рисунков (тема 2); семенное и вегетативное размножение растений лютика стоповидного в условиях пришкольного участка или Ботанического сада ПГУ имени И.И. Спрыгина, фенологические наблюдения, оценка жизненности, продуктивности, разработка рекомендаций для интродукции (тема 3).

Учащимся 9-10-х классов были предложены следующие темы:

1. «Оценка устойчивости популяции лютика стоповидного в «Елшанской степи»»;

2. «Фитоценотическая роль лютика стоповидного на границе ареала».

Актуальность и значимость данных тем связана с необходимостью мониторинга за состоянием елшанской популяции вида и разработки рекомендаций по его охране. Содержание работы: заложение пробных площадей, выполнение геоботанических описаний, подсчет числа особей разных онтогенетических состояний на площадках, определение возрастной структуры популяции, с помощью классификаций и индексов оценка ее устойчивости, прогноз ее дальнейшего развития при усилении антропогенного пресса (тема 1); заложение пробных площадей, выполнение геоботанических описаний, выявление участия лютика стоповидного в сложении растительного покрова в связи с составом фитоценоза, его структурой и динамикой, сомкнутостью травостоя, наличием нарушений почвенно-растительного покрова (тема 2).

Предложенные темы вызывают интерес у школьников, углубленно занимающихся биологией.

Экспериментальная работа по данным темам была начата в 2013 г и продолжается в настоящее время под руководством учителя МБОУ СОШ № 71 Сурковой О.Е. Научно-исследовательская работа со школьниками позволяет решить целый **ряд задач**. Во-первых, учащиеся знакомятся со структурой организации научно-исследовательской деятельности: анализ литературы, формулирование целей и задач исследования, гипотезы, подбор методов исследования, планирование эксперимента, содержание научной работы, обработка результатов, выводы, рекомендации.

Во-вторых, учащиеся приобретают навыки эксперимента по биологии, осваивая методы: биометрический, морфологии растений, анатомических исследований, популяционной экологии растений, обработки данных.

В-третьих, достигаются задачи эстетического воспитания учащихся. Ландшафт «Елшанских степей» с его живописными пейзажами, разнообразием флоры и фауны будит в школьниках любопытство и инстинкт исследователей природы, развивает чувство прекрасного, формирует эмоционально-ценностное отношение к природе.

В-четвёртых, достигаются задачи экологического воспитания. Так как объект исследования – редкое растение Пензенской области, научная работа по изучению его биологии в природе, на пришкольном участке и в условиях интродукции вносит вклад в дело сохранения генофонда вида.

Результаты научно-исследовательской работы школьников по данным направлениям были доложены на научно-практических конференциях международного (Владикавказ, 19–21 июня 2014 г.), всероссийского (Пенза, 23–24 октября 2014 г) и регионального уровня (на областной научно-практической конференции учащихся – участников туристско-краеведческого движения «Земля родная», на XVIII областной научно-практической конференции юных исследователей окружающей среды, на 19 городской научно-практической конференции школьников г. Пензы (Вяль и др, 2014; Куксина и др., 2014; Вяль и др., 2015). Подготовленный по результатам проект представлял Пензенскую область на Всероссийской олимпиаде школьников по экологии (г. Смоленск, 13–19 апреля 2015 г); автор работы Шишканова Мария, ученица 10 класса МБОУ СОШ № 71 г. Пензы стала победителем. Результаты работы позволяют дать комплексную характеристику «Елшанской степи», что важно для экологических исследований, будут использованы для ведения Красной книги Пензенской области, обоснования придания статуса «памятник природы» этой территории, станут основой мониторинговых исследований. Процесс работы над проектами по данным направлениям в сплоченном коллективе ученых, учителей, студентов и одноклассников позволяет

школьникам получить опыт в сфере научно-исследовательской деятельности, который окажет свое влияние на формирование личности исследователя.

Второе направление работы с лютиком стоповидным на учебно-опытном участке позволяет использовать вид как объект для решения различных задач при изучении ботаники в 6-м классе по таким темам как: «Видоизменения побегов», «Видоизменение корней», «Вегетативное и семенное размножение цветковых растений», «Виды корней и типы корневых систем», «Внешнее строение листа», «Соцветия», «Плоды», «Прорастание семян».

ВЫВОДЫ

1. Выявлена значительная вариативность онтогенетических спектров *Ranunculus pedatus* (полночленные, вегетативно-полночленные и неполночленные спектры); преобладают левосторонние спектры но отмечаются и центрированные.

2. В структуре растительного покрова «Елшанских степей» преобладают настоящие степи (67%), в меньшей мере – луговые степи (20%), а также участвуют различные виды лугов (12%) и кустарниковая растительность (1%). Особенностью этого участка является присутствие в определенных местообитаниях не только остепненных (7%) и настоящих (1%) лугов, но и засоленных лугов (4%).

3. *Ranunculus pedatus* входит в состав 14 ассоциаций «Елшанских степей». Высокое фитоценотическое участие *Ranunculus pedatus* в растительном покрове «Елшанских степей» и прилегающей к ней молодой залежи может быть различным и колеблется от 1 до 40%. Особенно высокая фитоценотическая роль этого вида наблюдается либо на залежи, либо на степи, но в условиях сильного эрозионного процесса естественного или антропогенного характера (*стоповиднолютиковая* ассоциация).

4. С целью сохранения редкого для Пензенской области вида рекомендуем организацию нового памятника природы близ с.Байка Сердобского района под названием «Елшанские степи».

5. Разработаны некоторые методические аспекты организации научно-исследовательской деятельности школьников по изучению особенностей биологии редких видов на примере *Ranunculus pedatus*.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агапова Н.Д. Семейство Лютиковые // Жизнь растений / Под ред. А.Л. Тахтаджяна. Т. 5 (1). М.: Просвещение, 1980. С. 210–216.
2. Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятков А.Г., Джалилова Х.Х., Ильина Г.М., Чубатова Н.В. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. М.: МГУ, 2004. 312 с.
3. Бельтюкова Н.Н. Оценка состояния ценопопуляций некоторых редких видов растений Пермского края с использованием молекулярно-генетических методов. Автореферат дис...кандидата биол. наук. Пермь, 2010.
4. Борисова С.З. Структура ценопопуляций *Pulsatilla flavescens* в окрестностях города Якутска // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. Т. 14. № 1(7). С. 1707–1708.
5. Боронникова С.В. Гетерогенность ценопопуляций двух видов рода *Adonis* L. // Вестник Пермского университета. 2005. Вып. 6. С. 32–35.
6. Варгот Е.В., Силаева Т.Б. Распространение и экология лютиков *Ranunculus* subspecies *Batrachium* (DC.) S.F. Gray (*Ranunculaceae*) в бассейне реки Суры // Вестник Оренбургского государственного университета. 2009. № 6. С. 96–98.
7. Васюков В.М. Редкие и исчезающие растения заповедника «Воронинский» Тамбовской области // Известия ПГПУ. Естественные науки. 2006. № 1 (5). С. 21–24.
8. Воротников В.П. Лютик стоповидный // Красная книга Нижегородской области. Т. 2: Сосудистые растения, водоросли, лишайники, грибы. Нижний Новгород, 2005. <http://red-book-nn.ru/doc/112.htm>
9. Восточно-европейские леса: история в голоцене и современность. М.: Наука, 2004. Т. 1. 478 с.
10. Вяль Ю.А., Мазей Н.Г., Панькина Д.В. Онторморфогенез *Ranunculus pedatus* Waldst. et Kit. (*Ranunculaceae* Juss.) в трансэлювиальных ландшафтах (на примере р. Елшанки Пензенской области) // Экологический

сборник. 5: труды молодых учёных Поволжья. Материалы международной научной конференции / Под ред. С.А. Сенатора, О.В. Мухортовой, С.В.Саксонова. Тольятти: ИЭВБ РАН, Кассандра, 2015. С. 81–87

11. Губанов И.А., Киселёва К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. Иллюстрированный определитель растений средней полосы России. Т. 2. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). М.: Товарищество научных изданий КМК, Институт технологических исследований, 2003. С. 223.

12. Девятов А.Г., Эрст А.С., Кузнецов А.А. Карпозэкология некоторых представителей трибы *Ranunculeae* средней полосы европейской части России // *Turczaninowia*. 2013. № 16 (3). С. 105–111.

13. Дрозд Г.А. Химическое изучение некоторых видов лютика // Химические исследования в фармации. Киев, 1970. С. 153–154.

14. Жмылёв П. Ю., Алексеев Ю. Е., Карпухина Е. А., Балаутин С. А. Биоморфология растений: иллюстрированный словарь. М.: МГУ, 2005. С. 211–212.

15. Заугольнова Л.Б., Смирнова О.В. Возрастная структура ценопопуляций многолетних растений и её динамика // Журнал общей биологии. 1978. Т. 39. № 6. С. 849–857.

16. Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. Сумы: Университетская книга, 2013. 439 с.

17. Зонтиков Д.Н., Зонтикова С.А., Сергеев Р.В. Особенности онтогенеза и возрастной структуры популяций *Pulsatilla patens* (L.) Mill. // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 93(09). С. 1–13.

18. Ильина Н.В. Некоторые результаты исследований ценопопуляций *Anemone sylvestris* L. (Ranunculaceae) в Самарском Заволжье // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2009. Т. 18. № 4. С. 159–170.

19. Ким Е.П. Исследовательские естественнонаучные проекты как фактор формирования творческих способностей учащихся // Успехи современного естествознания. 2004. № 5. С. 52–54.
20. Кравцов Е.Е., Рябухин Ю.И. Организационные принципы, методика и эффективность научно-исследовательской работы школьников // Вестник Астраханского ГТУ. 2004. № 4 (23). С. 133–142.
21. Красная книга Российской Федерации (Растения и грибы). М., 2008. 855 с.
22. Красная книга Пензенской области. Т. 1. Грибы, лишайники, мхи, сосудистые растения. 2-е изд-е / Под ред. А.И. Иванова. Пенза, 2013. 300 с.
23. Куксина М.В., Вяль Ю.А. Почвы «Елшанских степей» // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России. Сборник материалов Всероссийской конференции (Пенза, 23–24 октября 2014). Т. 1. Пенза: РИО ПГСХА, 2014. С. 178–180.
24. Ларин И.В., Агабабян Ш.М., Работнов Т.А., Любская А.Ф., Ларина В.К., Касименко М.А. Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР. Т. 2. Л.-М.: Наука, 1951. 948 с.
25. Лютик стоповидный // Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Magnoliaceae – Limoniaceae. Л.: Наука, 1984. С. 87.
26. Новикова Л.А., Панькина Д.В. Новый ценный ботанический объект в Пензенской области – «Елшанская степь» // Лесостепь Восточной Европы: структура, динамика и охрана»: сб. ст. междун. научн. конф., посвящ. 140-летию со дня рождения И.И. Спрыгина (Пенза, 10 – 13 июня 2013 г.). Пенза: Изд-во ПГУ, 2013. С. 186–188.
27. Полуянов А.В. Флора Курской области. Курск: Изд-во Курского государственного университета, 2005. С. 107.
28. Попов П.Л. Виды растений, применявшиеся при вирусных болезнях человека и животных: закономерности распределения в

филогенетической классификационной системе // Journal of physiology & biochemistry. 2008. Vol. 4. № 3. P. 18–64.

29. Популяционная экология растений / Под ред. Жукова Л.А. Йошкар-Ола, 1994. 88 с.

30. Работнов Т. А. Методы определения возраста и длительности жизни у травянистых растений // Полевая геоботаника. М.-Л.: АН СССР, 1960. Т. 2. С. 141–149.

31. Родимова Е.В. Сезонная изменчивость некоторых видов секции *Ranunculus* рода *Ranunculus* L. // Вестник Томского государственного университета. 2010. № 3 (11). С. 31–37.

32. Рысин Л.П., Рысина Г.П. Морфоструктура подземных органов лесных травянистых растений. М. Наука, 1987. С. 107; 156–157.

33. Саидова Н.В. Влияние эколого-ценотических условий на структуру и организацию ценопопуляций *Adonis vernalis* L. на территории республики Татарстан. Автореферат диссертации на соискание степени кандидата биол.наук. Казань, 2009. 25 с.

34. Саурина Н.И. Динамика численности и возрастного спектра некоторых ценопопуляций *Ranunculus acris* L. и *R. auricomus* L. // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отд. Биологии. 1972. Т. LXXVII (5). С. 115–120.

35. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. М.: Высшая школа, 1962. 378 с.

36. Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника. Т. 3. Л.: Наука, 1964. С. 146–205.

37. Серебрякова Т.И. Учение о жизненных формах растений на современном этапе // Рукопись деп. в ВИНТИ, 1972. Т. 1. С. 84–169.

38. Солянов А.А. Флора Пензенской области Пенза: ПГПУ им. В.Г. Белинского, 2001. 310 с.

39. Сравнительная анатомия семян. Т. 2. Двудольные. Magnoliidae, Ranunculidae. Л.: Наука, 1988. С. 176–181.
40. Суркова О.Е., Вяль Ю.А., Мазей Н.Г. Возможности охраняемых территорий для организации исследовательской деятельности школьников (на примере «Елшанской степи») // Научные труды государственного природного заповедника «Присурский» / Под ред. Л.В. Егорова. Т. 30. Вып. 2. (Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции «Роль особо охраняемых территорий в сохранении биоразнообразия»; Чебоксары, 21–24 октября 2015 г.). Чебоксары, 2015. С. 225–229.
41. Таршис А.Г., Таршис Г.И. Основы исследовательской деятельности в области естественнонаучного образования. Екатеринбург: Банк культурной информации, 2007. 120 с.
42. Тимофеев А.Н. Принципы организации научно-исследовательской деятельности школьников в области биологии и экологии // Известия ВГПУ. 2–13. № 1. Т. 260. С. 241–244.
43. Уранов А.А. Возрастной спектр ценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7–34.
44. Фардеева М.Б., Бирючевская Н.В., Мавлюдова Л.У. Поливариантность возрастной структуры ценопопуляций *Adonis vernalis* L. в условиях разной экспозиции склонов // Поливариантность развития организмов, популяций и сообществ. Йошкар-Ола: Спринг, 2006. С. 132–136
45. Флора Восточной Европы / Под ред. Цвелёва Н.Н. Т. 10. СПб: Мир и семья; Изд-во СПХФА, 2001. С. 135.
46. Худоногова Е.Г. Биоморфологические особенности адониса сибирского (*Adonis sibirica* Patr. ex Ledeb.) на территории Иркутской области // Сельскохозяйственная биология. 2012. № 2. С. 80–86.

47. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура) / Смирнова О.В., Заугольнова Л.Б., Ермакова И.М., и др. М.: Наука, 1976. 217 с.
48. Черёмушкина В.А. О характерном и видовом онтогенетических спектрах ценопопуляций растений разных жизненных форм // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: Материалы III Всероссийской научной конференции МарГУ. Йошкар-Ола; Пушино, 2008. С. 39–40.
49. Чистякова А.А. Лютик стоповидный // Красная книга Пензенской области. Т. 1. Грибы, лишайники, мхи, сосудистые растения. Пенза: ИПК «Пензенская правда», 2013. С. 192.
50. Шапаренко И.Е. Распространение, ценогическая характеристика и состояние ценопопуляций *Adonis vernalis* L. на территории бассейна реки Ворсклы // Международный журнал экспериментального образования. 2013. № 10. С. 111–117.
51. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике: Учебное пособие. Л.: Изд-во ЛГУ, 1984. 288 с.
52. Эрст А.С. Биометрическое изучение некоторых представителей подсемии *Nivales* (Prantl) Luferov рода *Ranunculus* L. (Ranunculaceae) // Сибирский экологический журнал. 2010. Т. 17. № 6. С. 929–937.
53. Ямских И.Е. Морфолого-генетический анализ ценопопуляций неморальных реликтов черневых лесов гор Южной Сибири.. Автореферат дисс доктора биол. наук. Томск, 2015. С. 11–13.

Строение профиля почв «Елшанских степей»



*Цифры в верхнем левом углу фотографий соответствуют номерам разрезов.

Описание почвенных разрезов

Разрез 1:

AU – 0–3 см – тёмно-гумусовый горизонт (дернина). Тёмно-серый, комковатый, густо оплетён корнями трав, сухой, рыхлый, глинистый. Переход резкий по сложению и структуре, граница ровная. Содержание гумуса 6,1 %.

EL – 3–18 см – элювиальный («надсолонцовый»). Серый со слабым каштановым оттенком, заметным при подсыхании; глыбистый (глыбы разрушаются с некоторым усилием на ореховатые агрегаты); свежий; плотный; глинистый. Переход ясный по всем признакам, карманами. Содержание гумуса 2,9 %

BSN_{th} – 18–35 см – солонцовый. Тёмно-серый, почти чёрный, при подсыхании охристый оттенок; глыбистый; влажный; слитой; глинистый. Во влажном состоянии вязкий, при высыхании твёрдый. Кутаны. Переход заметный, карманами. 2,3 % гумуса.

BMK_{th} – 35–47 см – ксерометаморфический («подсолонцовый»). Резко неоднородной окраски: на тёмно-сером, почти тёмном фоне крупные бурые с ржавым пятнами; тёмные агрегаты на изломе с сизым оттенком. Глыбисто-крупно-ореховатый; влажный; плотный; глинистый. Кутаны. Переход постепенный, граница размытая. 1,8 % гумуса.

BCA_{th} – 47–70 см – аккумулятивно-карбонатный (с признаками оглеения). Резко неоднородной окраски: мозаика тёмно-серых, чёрных, оливково-охристых, ярко-ржавых, грязно-белых пятен; книзу ржавый цвет усиливается. Глыбисто-крупно-ореховатый; влажный, плотный, глинистый. Вскипают пропиточные пятна карбонатов и более плотные карбонатные стяжения. Содержание гумуса 1,6 %.

C – моренный тяжёлый суглинок, очень слабо вскипающий; активно вскипают единичные плотные обломки.

В соответствии с Классификацией и диагностикой почв РФ (2004) это *солонец тёмный гидрометаморфизованный глубококарбонатный, среднемощный, глинистый на моренном тяжёлом суглинке*. В Классификации и диагностике почв СССР (1977) им соответствует подтип солонцов лугово-чернозёмных типа солонцов полугидроморфных

Разрез 2.

AU – 0–25 см – тёмно-гумусовый горизонт. Тёмно-серый со слабым коричневым оттенком; структура пылевато-неясно-комковатая, непрочная, главным образом за счёт корней. Свежий; уплотнённый. Переход ясный по всем признакам, граница волнистая.

AU_e – 25–33 см – осолоделый горизонт. Серый, светлее предыдущего, структура непрочная – ореховатые и неясно-плитчатые агрегаты при подсыхании распадаются в пыль. Свежий; плотный, почти слитой; глинистый. Переход ясный по всем признакам.

BCA – 33–85 см – аккумулятивно-карбонатный. Неоднородной по цвету: от тёмно-бурого до ярко-бурого, охристого, с мелкими белыми пятнами карбонатов, вверху – единичными по ходам корней и трещинам, с глубины 57 см – массово. Глыбисто-ореховатый, с глубины 46 см крупнокомковатый; агрегаты средней прочности. Свежий, плотный. Вскипает с глубины 46 см.

Чернозём осолоделый маломощный малогумусный глинистый на моренном тяжёлом суглинке.

Разрез 3:

AU – 0–10 см – тёмно-гумусовый горизонт (дернина). Тёмно-серый, с буроватым оттенком, комковатый, густо оплетён корнями трав, свежий, рыхлый, глинистый. Переход резкий по сложению и структуре, граница языковатая. Содержание гумуса 6,8 %.

AU – 10–45 см – тёмно-гумусовый горизонт. Интенсивно-чёрный, при подсыхании тёмно-серый со слабым буроватым оттенком; пылевато-комковатый (структура непрочная

– крупные комки легко распадаются на более мелкие, и далее до пыли); влажный; уплотнённый; глинистый. Вкрапления слюды в агрегатах. Переход постепенный по цвету, ясный по всей структуре и сложению, граница волнистая. Содержание гумуса 4,7 %

AU_{sn} – 45–60 см – солонцеватый горизонт. Тёмно-серый, почти чёрный, с буроватым оттенком; крупнокомковато-ореховатый; влажный; уплотнённый, плотнее вышележащего; глинистый. Переход заметный по всем признакам, затёками. 2,2 % гумуса.

BCA_q – 60–102 см – аккумулятивно-карбонатный (с признаками оглеения). Резко неоднородной окраски: вверху тёмно-серый со стальным отливом, с бурыми пятнами, книзу буреет, появляются яркие охристые пятна. Ореховатый, структура прочная; влажный; плотный, книзу до слитого; глинистый. Переход постепенный, граница размытая. 2,3–1,8 % гумуса. Не вскипает, видимо, так как карбонаты очень диффузно.

С – моренный тяжёлый суглинок.

В соответствии с «Классификацией и диагностикой почв СССР» (1977) это луговато-чернозёмные почвы (в пределах типа лугово-чернозёмных). Они развиваются «под влиянием усиленного увлажнения водами поверхностного ... стока при глубоких грунтовых водах (более 6–7 м в породах тяжёлого механического состава...). Приурочены к ложбинам, плоским водосборным понижениям в вершинах оврагов.... По морфологии и свойствам близки к автоморфным чернозёмам, отличаясь от них повышенной гумусностью, большей глубиной и растёчностью гумусовой прокраски в горизонте В, слабыми и неустойчивыми признаками глубинного переувлажнения» (с. 98-99). Принадлежность к роду остаточно-солонцеватых обусловлена непрочной пылевато-комковатой структурой верхней части тёмно-гумусового горизонта и его утяжелением и уплотнением в нижней части. В «Классификации и диагностике почв России» (2004) эти почвы не описываются. Логично было бы выделить их на уровне подтипа в типе чернозёмов, наряду с солонцеватыми, осолоделыми и другими. Они могли сформироваться из солонцов тёмных в результате вытеснения ионов натрия. Или такое строение связано с изначально слабым участием натрия (натрий присутствует, но не в таком количестве, чтобы сформировать солонец).

Разрез 4.

AU – 0–14 см – тёмно-гумусовый горизонт. Тёмно-серый с явным коричнево-бурым оттенком; структура пылевато-комковатая, агрегаты разрушаются с некоторым усилием; обилие корней, определяющих структурность почвы, в верхней части – дернина. Свежий; уплотнённый. Переход ясный, граница языковатая.

AU_{sn} – 14–30 см – солонцеватый горизонт. Бурый с ржавым оттенком, структура глыбисто-ореховатая, агрегаты разрушаются с усилием. Свежий; плотный, почти слитой; глинистый. Единичные карбонатные включения диаметром 1–3 мм. Переход ясный по всем признакам.

BCA – 30–50 см – аккумулятивно-карбонатный. Неоднородной по цвету: ржаво-охристый с белыми пятнами карбонатов неправильной формы, а также белёсыми нитями псевдомицелия по ходам корней; с обилием мелких ржавых пятен. Глыбисто-ореховатый; свежий; плотный. Вскипает обильно.

BCA_q – 50–88 см – аккумулятивно-карбонатный с признаками глеевого процесса. Неоднородной по цвету: бурый с грязно-белыми пятнами карбонатов, присутствует сизый оттенок, особенно на изломе агрегатов. Глыбисто-ореховатый; свежий; плотный. Вскипает обильно.

Почва данного разреза сходна со строением профиля *чернозёма солонцеватого, маломощного малогумусного глинистого на моренном тяжёлом суглинке*.

По всему профилю всех разрезов встречаются включения гравия, галек и валунов кварцита, зёрен кварца, а также щебня местных осадочных пород (кремния, песчаника).

**Комплексный характер растительного покрова залежи
«Елшанских степей»**



* Красные стрелки – ассоциации с плотнокустовыми злаками и лютиком стоповидным;
синие стрелки – ассоциации с кострецом безостым.

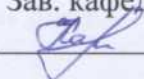
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет
физико-математических
и естественных наук

Кафедра
«Общая биология и биохимия»

Направление подготовки
44.03.01 Педагогическое образование
Профиль подготовки «Биология»

Утверждаю:
Зав. кафедрой
 Г.А. Карпова
«17» 11 2015 г.

Задание

По ВКР студента Глазунова Дарья Александровна

(ФИО полностью)

Тема работы Фитоценотическая приуроченность *Ranunculus pedatus*
Waldst. et Kit. в «Елшанской степи»

Утверждена приказом по Университету от «30» 10 2015 г. № 1166/0

Срок сдачи студентом законченной работы «23» 05 2016 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВКР

№ п/п	Перечень подлежащих разработке вопросов:	Сроки выполнения этапов	Примечания
1.	Обзор литературных данных эколого-ценотических особенностей и своеобразие структуры популяций некоторых видов семейства <i>Ranunculaceae</i> . Анализ литературы по проблеме степной растительности	ноябрь – декабрь 2015 г.	Выполнено в срок
2.	Обработка полевого материала по онтогенезу <i>Ranunculus pedatus</i> собранного в полевые сезоны 2013-2015	январь – февраль 2016 г.	Выполнено в срок
3.	Обработка полевых данных. (57 фитоценологических описаний). Разработка классификации растительности.	март – апрель 2016 г.	Выполнено в срок
4.	Участие в студенческой конференции ПГУ (Диплом 2 степени).	апрель 2016 г.	Выполнено в срок
5.	Подготовка рукописи выпускной квалификационной работы к печати.	май 2016 г.	Выполнено в срок

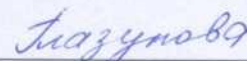
Дата выдачи задания «16» ноября 2015г.

Руководитель _____



(подпись)

Задание принял к исполнению _____



(подпись)