



МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №1»
муниципального образования – городской округ г. Скопин Рязанской области

391800 г. Скопин, ул. Пролетарская, 10 тел. 2-02-69

*Региональный этап всероссийского лесного юниорского
конкурса «Подрост»*

Экология лесных растений

***Эколого-биологическая характеристика
ценопопуляций *Corydalis solida* (L.) Clairv.
в условиях экотонов смешанных лесов
Скопинского района***

Автор: Сычева Анастасия Сергеевна,
ученица 11 класса
МБОУ СОШ №1 г.Скопина,

Научный руководитель:
Сулова Светлана Михайловна,
учитель биологии и химии
МБОУ СОШ №1 г.Скопина.

г.Скопин, 2020 г.

Оглавление.

Введение.....	3
1. Экотон, его особенности, функции и свойства.....	6
2. Понятие о ценопопуляции и ее основные характеристики.....	7
3. Методика проведения исследования.....	9
4. Результаты изучения онтогенетической структуры и виталитета ценопопуляций <i>Corydalis solida</i> в условиях естественных и антропогенных экотонов	
4.1. Общая характеристика растений вида <i>Corydalis solida</i>	13
4.2. Краткая характеристика экотонных участков.....	15
4.3. Возрастные особенности и структура ценопопуляций <i>Corydalis solida</i>	20
4.4. Оценка жизненного состояния и продуктивности ценопопуляций <i>Corydalis solida</i>	26
4.5. Определение виталитетного состояния ценопопуляций <i>Corydalis solida</i> ..	30
Выводы.....	31
Заключение.....	33
Список использованной литературы.....	34
Приложение.....	36

Введение

В настоящее время чрезвычайно остро стоит проблема сокращения биологического разнообразия. Все возрастающие антропогенные нагрузки в сочетании с естественными сукцессионными изменениями приводят к существенным преобразованиям структуры природных ландшафтов и экосистем, усилению процесса экотонизации растительности, увеличению доли вторичных и опушечных фитоценозов в растительном покрове нашего региона. В сложившихся условиях популяции отдельных видов живых организмов испытывают угнетение и стресс, при котором замедляется или практически прекращается размножение, нарушаются процессы онтогенеза, что приводит к сокращению численности, изменению ареала обитания и возникновению угрозы исчезновения. В связи с этим особую **актуальность** и значимость приобретают ценопопуляционные исследования отдельных видов растений, обитающих в условиях естественных или антропогенных экотонов. Они позволяют провести диагностику состояния той или иной популяции и служат основой для определения потенциально уязвимых видов растений. Так, например, хохлатка плотная (*Corydalis solida* (L.) Clairv.), являясь обитателем светлых участков хвойно-широколиственных и широколиственных лесов европейской части России, на территории отдельных областей взята под охрану. Особенности динамики возрастного состава популяций указанного вида растений при разных типах сельскохозяйственного использования территории изучены Е.В.Дорошенко [5]. Однако онтогенетическая структура и жизненное состояние ценопопуляций *Corydalis solida*, произрастающих в условиях естественных и антропогенных экотонов Рязанской области, требует дополнительного рассмотрения.

Цель исследования: изучить эколого-биологические особенности ценопопуляций *Corydalis solida* в условиях естественных и антропогенных экотонов смешанных лесов Скопинского района Рязанской области.

Предмет исследования: эколого-биологические особенности ценопопуляций *Corydalis solida* в условиях естественных и антропогенных экотонов.

Объект исследования: вид хохлатка плотная (*Corydalis solida* (L.) Clairv.)

Гипотеза исследования: мы предполагаем, что эколого-биологические характеристики ценопопуляций хохлатки плотной (*Corydalis solida* (L.) Clairv.), определяются не только видовыми особенностями, но и существенно зависят от условий, складывающихся в естественных и антропогенных лесо-луговых экотонах.

Задачи:

-провести эколого-фитоценологическую оценку местообитаний ценопопуляций хохлатки плотной (*далее - C. solida*) в ряде лесо-луговых экотонов и установить экологический ареал вида в условиях Скопинского района Рязанской области;

-исследовать онтогенетическую структуру ценопопуляций *C. solida* в условиях различных экотонов;

-изучить изменчивость морфометрических параметров вегетативных и репродуктивных органов экземпляров *C. solida*, выявить признаки, наиболее подверженные варьированию;

-оценить семенную продуктивность и виталитетное состояние ценопопуляций *C. solida* в условиях различных экотонов.

Методы исследования:

Методы исследования:

-анализ литературных источников;

-маршрутно-экскурсионный метод;

-методы закладки и описания учетных площадок;

-методы ценопопуляционных исследований возрастного состава, плотности, продуктивности и пространственной структуры, виталитета;

-морфометрические методы;

-методы моделирования;

-методы статистической и графической обработки данных.

Сроки проведения исследований: март 2017 – декабрь 2019 года.

Место проведения исследований (рис.1): 2 участка (южный - №1 и восточный - №2) опушки смешанного леса и участок опушки соснового леса возле грунтовой дороги (№3), расположенные примерно в 4 км. от с.Шелемишево Скопинского района, а также 2 участка опушки смешанного лесного массива Скопинского лесничества (№4 и №5), расположенные примерно в 3 км от г.Скопина.

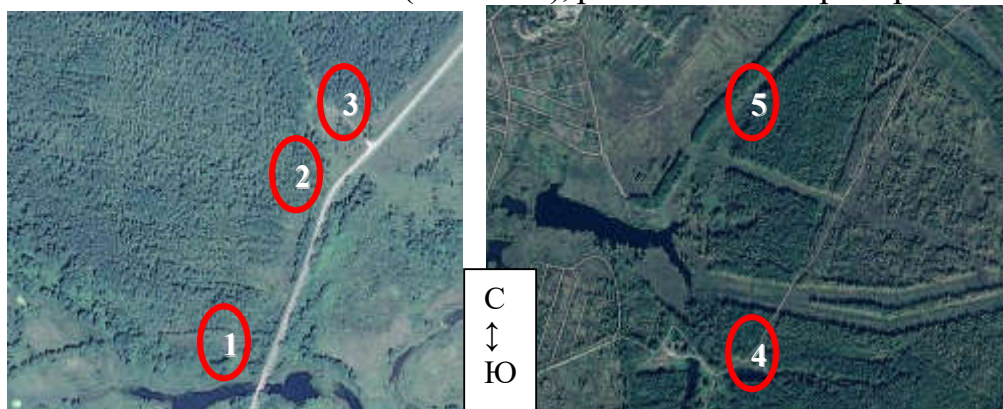


Рис.1. Места проведения исследований.

Указанные лесные массивы находятся в центральной части Русской равнины в бассейне р.Оки. Вся их территория отнесена к лесостепной зоне, к лесостепному району европейской части России. Макрорельеф местности – волнистый и представляет собой ряд возвышенностей, пересеченных сетью балок и оврагов. Мезорельеф мест исследований: участок №1 представляет собой пологий склон ($\approx 20^\circ$ - 25° к югу), участок №2 – волнистый, участки №№3-5 – в целом однородны. Климат – умеренно – континентальный, характеризующийся тёплым, но неустойчивым летом, умеренно-суровой и снежной зимой. Ветровой режим формируется под влиянием циркуляционных факторов климата и физико-географических особенностей местности. Среднемесячные температуры воздуха: зимой $\approx -11^\circ\text{C}$ (январь), летом $\approx 18,5 - 19^\circ\text{C}$ (июль). Среднегодовое количество

осадков – менее 550 мм, максимум приходится на тёплое время года. Вегетационный период около 180 дней Почва – чернозем выщелоченный (участки №№1-3), серая лесная со средним содержанием гумуса (участки №№4-5). Антропогенное влияние на территории участков №№1, 2, 5 – умеренное, №№3,4 – значительное.

Теоретическое значение работы: Материалы, изложенные в работе, сформулированные в ней выводы расширяют представления об особенностях биологии и экологии *C. solida*, вносят вклад в развитие теоретических основ экологии эфемероидных растений и экологии лесных сообществ, лесной фитоценологии, а также имеют существенное значение для оценки различных проявлений внутрипопуляционного биоразнообразия.

Практическое значение работы: Полученные материалы могут быть использованы для организации системы мониторинга природных ценопопуляций *C. solida*, определения их состояния, рационального использования и необходимости охраны, при составлении справочников, методических и учебно-наглядных пособий.

1. Эктон, его особенности, функции и свойства

Эктон — переходная (пограничная) зона между экологическими сообществами, которая имеет значительную линейную протяженность и всегда уже территорий соседних сообществ. Термин был введен в научную практику в 1928 г. Ф.Клементсом для определения переходных территорий между биотомами [3]. В.С.Залетаев определяет эктоны как граничные, переходные пространства между различными природными средами, природными системами, природными и агро- или техногенными системами [7]. Он выделяет следующие функции эктонов:

- служат местом формирования и сохранения видового и биологического разнообразия;
- исполняют роль природных мембран;
- осуществляют буферную функцию и функцию соединения;
- играют важную роль в эволюционном процессе, в развитии процессов адаптациогенеза организмов [7].

На опушке леса формируется переходная зона между двумя контактирующими биогеоценозами (лес и луг), которая качественно отличается от них по флористическому составу и представляет собой эктон [10, 13]. Опушка является местом произрастания различных лесных, луговых, степных видов, характерных для соседних экосистем, а также других видов (опушечных), нашедших здесь благоприятные условия произрастания. Эктонная зона естественного происхождения характеризуется большим видовым разнообразием [10,11].

Антропогенная трансформация ландшафтов приводит к образованию новых границ между биогеоценозами. Антропогенные эктоны существенно отличаются от естественных опушек. Здесь уже не наблюдается богатого видового разнообразия травянистых растений. С другой стороны, опушки ползащитных лесных полос являются единственным местом сохранения видового разнообразия травянистых растений в условиях агроландшафтов [3]. Особые эктонные комплексы сформировались в условиях лесополос, расположенных вдоль автомобильных дорог. Формирование микроклимата здесь обусловлено усиленным притоком тепла от асфальта летом, а также наличием значительного количества выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта.

Эктоны, как реальные дискретные структурные единицы растительного покрова, имеют специфические свойства — в их пределах могут формироваться особые, часто со сложной мозаичной экологической структурой, типы местообитания [12]. В эктоне может проходить экологическая граница популяции.

2. Понятие о ценопопуляции и ее основные характеристики

Под ценопопуляцией растений понимают локальную популяцию какого-либо вида в пределах конкретного фитоценоза. Термин применяется при описании прежде всего растительных сообществ, так как, во-первых, установление границ генетической ценопопуляции сопряжено с определёнными трудностями, а во-вторых, понятие популяции как группы свободно скрещивающихся особей применимо только для перекрёстноопыляемых растений [8]. Нормальная ценопопуляция — ценопопуляция, не зависящая от заноса зачатков извне, т.е. способная к самоподдержанию семенным или вегетативным путем, либо тем и другим вместе.

Изучению ценопопуляций, как сложных биологических систем, элементы которых различаются по биологическому и календарному возрасту, жизненному состоянию и биопродуктивности, посвящены работы Т.А. Работнова, Л.Б. Заугольной, Е.В. Дорошенко, А.А. Уранова и др. [14, 15, 8, 5, 16,] Основными характеристиками ее являются возрастная состав, плотность, пространственная структура и механизмы стратегии приспособления к среде обитания [8].

Онтогенетический спектр ценопопуляции определяется количественным соотношением возрастных групп особей и является важной характеристикой ценопопуляции.

Краткая характеристика возрастных состояний растений:

P (проростки) — смешанное питание за счет веществ семени и ассимиляции первых листьев, наличие морфологической связи с семенем, наличие зародышевых структур: семядолей, первичного (зародышевого) побега и корня;

J (ювенильное) — простота организации, несформированность признаков и свойств, присущих взрослой особи: наличие листьев иной формы и расположения, чем у взрослых растений, иной тип нарастания и ветвления (или отсутствие ветвления побегов), возможное усложнение типа корневой системы, сохранение некоторых зародышевых структур (корня, побега); потеря связи с семенем, как правило, отсутствие семядолей;

Im (имматурное) — наличие свойств и признаков переходного состояния от ювенильных растений к взрослым: развитие листьев, побеговой и корневой системы переходного полувзрослого типа, появление отдельных взрослых черт в структуре побегов (смена типов нарастания, начало ветвления, появление плагиотропных побегов и др.), сохранение отдельных элементов первичных (зародышевых) структур;

V (виргинильное) — преобладание взрослых черт в структуре особи: развитие характерных для вида взрослых листьев, побеговой и корневой системы, но особь ещё не достигла возраста цветения;

g₁ (молодое генеративное) — дальнейшее развитие взрослых структур: появление генеративных побегов, усиление процессов роста и формообразования в побеговой и корневой системах, отсутствие либо слабое проявление процессов отмирания;

g₂ (зрелое генеративное) — окончательное становление жизненной формы: наибольшая степень развития побеговой и корневой систем особи вследствие высокой интенсивности ростовых процессов, относительный максимум числа генеративных побегов, уравновешенность процессов новообразования и отмирания;

g₃ (старое генеративное) — упрощение жизненной формы; резкое снижение доли генеративных побегов, ослабление процессов роста и формообразования в побеговой и корневой системах; потеря способности к разрастанию, преобладание процессов отмирания над процессами новообразования;

ss (субсенильное) — дальнейшее упрощение жизненной формы: отсутствие генеративных побегов, смена способов нарастания, потеря способности к ветвлению, вторичное появление из спящих почек побегов переходного (имматурного) типа. Значительное преобладание процессов отмирания над процессами новообразования;

s (сенильное) — предельное упрощение жизненной формы: накопление отмерших частей растения, вторичное появление некоторых детских черт в структуре особи (ювенильных листьев), потеря способности к ветвлению побегов и иногда - к формированию точек возобновления.

В зависимости от характера жизненной формы качественные признаки возрастных состояний имеют специфическое морфологическое выражение.

На основе онтогенетических и базовых спектров определяются уровень организованности (полночленные и неполночленные, нормальные, инвазионные и регрессивные) и возрастность (этапы развития) популяций, а также соответствие онтогенетических спектров характерным для жизненной формы спектрам, что является диагностическим показателем состояния — оптимального, пессимального либо критического [6].

Под *жизненностью*, или *жизненным состоянием* ценопопуляций понимается интегральная характеристика, отражающая степень развития, устойчивости и продуктивности ценопопуляций. Жизненность ценопопуляции характеризуется рядом качественных и количественных параметров, таких как возрастной состав ценопопуляций, численность, фитомасса, проективное покрытие, средняя высота побегов, средний диаметр стеблей и т.д. Жизненность ценопопуляции определяется также жизненным состоянием образующих ее особей.

Ценопопуляционные исследования позволяют осуществлять ценодиагностику процессов в растительности и являются одной из важных составляющих современного экологического прогнозирования поведения экосистем. Ценопопуляционный подход к оценке биоразнообразия занимает прочные позиции в системе теоретических основ и практических методов оптимизации природопользования.

3.Методика проведения исследования

В процессе выполнения исследовательской работы нами был использован ряд методов[16,17,20]. Рассмотрим их подробнее:

Маршрутно-экскурсионный метод.

Заключается в прохождении определенных маршрутов с последующим выделением и описанием площадок и проведением на них необходимых исследований.

Метод закладки и описания учётных геоботанических площадок (стационарный).

В ценопопуляции закладываются геоботанические площадки 1м х1м или 10 м х 10 м. При заложении площадок нужно стремиться к охвату наиболее типичных растительных сообществ, в которых встречается объект исследований. Анализируются особенности почвы, микроклимат.

Влажность почвы определяется по содержанию влаги в почвенных пробах, взятых на глубине корнеобитаемого слоя (5-10см) в солнечную погоду через неделю после выпадения дождей. Расчеты проводят по формуле: $RHS (\%) = (P_1 - P_2) \times 100 / P_1$, где P_1 - вес влажной почвы, P_2 - вес сухой почвы.

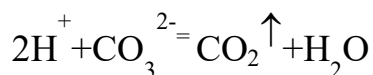
Особенности почвы определяются по растениям-биоиндикаторам. Биоиндикаторы кислотности почв (вид или род): а) кислые почвы (белоус (*Nardus*), душистый колосок (*Anthoxanthum odoratum L.*), хвощ (*Equisétum*), сфагнум (*Sphagnum*), вереск (*Calluna Salisb.*), черника (*Vaccinium myrtillus*), осока (*Carex*), ель (*Picea*)); б)слабокислые почвы (ромашка непахучая (*Matricaria inodora L.*), вейник ланцетный (*Calamagrostis lanceolata Roth.*), щучка (*Deschampsia*), лютик едкий (*Ranunculus ácris*)); в) нейтральные (лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis L.*), цикорий (*Cichorium*), овсяница луговая (*Festuca pratensis Huds*), мятлик луговой (*Póa praténsis*), борщевик (*Herácléum*), тимофеевка луговая (*Phleum pratense*), клевер луговой (*Trifolium praténse*)); г) щелочные почвы (мать-и-мачеха (*Tussilago farfara L.*), очиток едкий (*Sedum acre*), ковыль (*Stipa*), полынь (*Artemisia*), ольха(*Alnus*), берёза(*Betula*), рябина (*Sorbus*)).

Данные о кислотности почвы, полученные с помощью биоиндикации, проверяются с помощью химических методов.

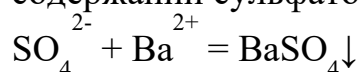
Активная кислотность (pH) определяется в водной вытяжке из почвы с помощью портативных датчиков. Для этого необходимо приготовить почвенный раствор. В химический стакан помещают просеянную почву. Приливают дистиллированную воду, объём которой должен быть в 3 раза больше объёма почвы. Фильтруют и в почвенную вытяжку помещают датчик pH, начав регистрацию данных. Эксперимент проделывают не менее 3-х раз [20].

Содержание в почве ионов.

Карбонат-ионы. Небольшое количество почвы с исследуемых участков помещают в фарфоровую чашку и приливают пипеткой несколько капель 10%-го раствора соляной кислоты. Образующийся оксид углерода (IV) CO_2 выделяется в виде пузырьков (почва «шипит»). По интенсивности их выделения судят о более или менее значительном содержании карбонатов [20].

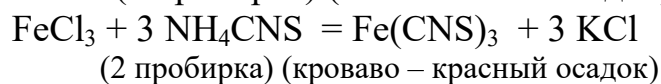
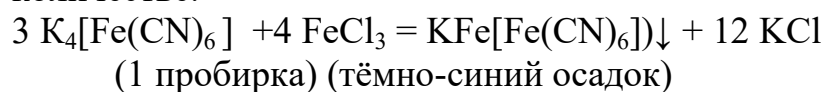


Сульфат-ионы. К 5мл фильтрата вытяжки каждой пробы добавляют несколько капель концентрированной соляной кислоты и 2-3 мл 20%-го раствора хлорида бария. Если образующийся сульфат бария выпадает в виде белого мелкокристаллического осадка, это говорит о присутствии сульфатов в количестве нескольких десятых процента. Помутнение раствора также указывает на содержание сульфатов – сотые доли процента. Слабое помутнение, заметное лишь на черном фоне, бывает при незначительном содержании сульфатов – тысячные доли процента.



Нитрат-ионы. К 5мл фильтрата вытяжки каждой пробы по каплям прибавляют раствор дифениламина в серной кислоте. При наличии нитратов и нитритов раствор окрашивается в синий цвет.

Ионы железа (II и III). Для каждого пробного участка в две пробирки вносят по 3мл вытяжки. В первую пробирку приливают несколько капель раствора красной кровяной соли $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, во вторую – несколько капель 10%-го раствора роданида калия KSCN . Появившееся синее окрашивание в первой пробирке и красное во второй свидетельствует о наличии в почве соединений железа (II) и железа (III). По интенсивности окрашивания судят об их количестве.



Ионы свинца. Добавляют к 20 г высушенной и охлажденной до комнатной температуры почвы 1,5 Н раствор HNO_3 в количестве 50 мл (2,5 мл 1,5 Н раствора HNO_3 на 1 г почвы). Перемешивают и фильтруют, затем по каплям добавляют 1 мл 5%-ного раствора хлорида натрия (NaCl) или 10% раствор соляной кислоты. В присутствии ионов свинца выпадет белый осадок.



Определение экологического ареала вида проводят на основе шкалы Г.Элленберга и видового состава растений фитоценоза, зафиксированного в геоботаническом описании.

Видовой состав растений описывается на каждом исследуемом участке по определителям растительной флоры [2,4] Название растительной ассоциации даётся по доминирующим видам растений каждого яруса, причем на последнее место ставится господствующее растение (пример: дубово-лещиново-снытевая ассоциация).

Степень сомкнутости крон определяется глазомерно и выражается в десятичных долях от единицы по отношению затенённой поверхности к общей площади почвы: 0,6; 0,7 и т.д.

Формула состава древостоя - учитывается доля участия различных древесных пород, пример: 8С2Д (80% сосен, 20% дубов) или 5Д2Лп2Кл1Ос: (50% дубов, 20% липы, 20% клёна, 10% осины).

Полученные данные используются для составления экологического шифра биотопов.

Определение плотности ценопопуляции.

Плотность популяции определяется как число особей на 1 м².

Определение возрастного состава ценопопуляции.

На площадках 1х1м² подсчитывается число особей каждой возрастной группы. Число площадок желательно не менее 3 (можно 5-10, если позволяет площадь популяции). Результаты заносятся в таблицу.

Для построения возрастных спектров ценопопуляции, характеристики их демографической структуры используются следующие популяционные показатели [16]:

Индекс восстановления (J_в):

$$J_v = \frac{j + im + v}{g_1 + g_2 + g_3},$$

Индекс замещения (J_з): $J_z = \frac{j + im + v}{(g_1 + g_2 + g_3) + (ss + s + sc)},$

Индекс возрастности (Δ):

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

где, $\sum k_i$ – суммарная численность всей ценопопуляции; k_i – численность отдельных возрастных групп; m_i – возрастность отдельных возрастных групп.

Индекс эффективности (ω):

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

где, n_i – число растений i-го возрастного состояния, e_i – энергетическая эффективность особей этого возрастного состояния.

Эффективная плотность популяции (M_е):

$$M_e = \omega \times \sum n_i,$$

где, n_i – число растений i-го возрастного состояния на единице площади, ω – индекс эффективности популяции.

Тип ценопопуляций определяется с использованием рисунка 2.

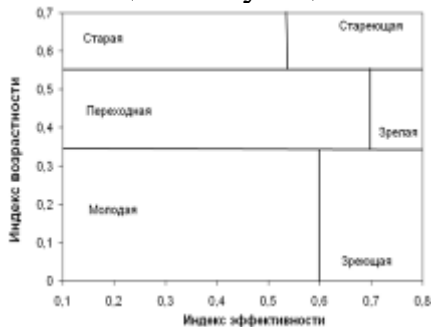


Рис. 2. Типы нормальных ценопопуляций.

Средняя арифметическая простая (среднее значение) рассчитывается по несгруппированным данным по формуле:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n},$$

где x - отдельные значения признака; i – порядковый номер единицы наблюдения, которая характеризуется значением ; n – число единиц наблюдения (объем совокупности).

Среднее линейное отклонение представляет собой среднюю арифметическую из абсолютных значений отклонений отдельных вариантов от их средней арифметической:

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n}$$

Определение жизненности ценопопуляций производят по модельным особям или оценивают глазомерно с использованием шкалы В.Н.Сукачева:

- 1- ценопопуляция развивается нормально, плодоносит;
- 2- ценопопуляция плодоносит, но рост растений ниже нормы;
- 3- особи не плодоносят, но развиваются нормально;
- 4- не плодоносит и сильно угнетено.

Определение виталитетного типа ценопопуляций проводят с использованием индексов Q и I_Q . Для этого выделяют группы экземпляров различного виталитета (высшего, среднего и низшего) и вычисляют индексы по формулам: $Q = a+b/2$ и $I_Q = a+b/2c$

4. Результаты изучения онтогенетической структуры и виталитета ценопопуляций *Corydalis solida* в условиях естественных и антропогенных экотонов

4.1. Общая характеристика растений вида *Corydalis solida*

Царство: Растения (*Plantae*)

Отдел: Цветковые (*Angiospermae*)

Класс: Двудольные (*Dicotyledones*)

Семейство: Дымянковые (*Fumariaceae*)

Род: Хохлатка (*Polygonatum*)

Вид: Хохлатка плотная (*Corydalis solida* L.) [1]

Corydalis solida – европейский бореально-неморальный вид. Растет в хвойных и смешанных долинных лесах, на полянах и опушках, на перегнойной и незадернованной плодородной почве разного механического состава. Сухие участки избегает. Обладает значительной холодо- и засухоустойчивостью. Исчезает по мере развития травяного покрова, особенно из корневищных трав. Светолюбива. *C. solida* – эфемероидное растение, временный доминант травяного покрова. Vegetация его заканчивается до полного распускания листвы на деревьях. За счет питательных веществ клубня растение ранней весной быстро развивается, цветет, плодоносит и в начале июня отмирает. Как только сойдет снег, побег *C. solida* сразу же выходит на свет. Строение его своеобразно: он одет снаружи плотным, полупрозрачным футляром. Такой футляр представляет собой хорошую защиту для нежного побега, пробивающегося через слой почвы. Как только он вышел на поверхность, футляр лопается в продольном направлении, освобождая маленький, еще недоразвитый стебель с листьями и соцветием. Первое время стебель изогнут наподобие крючка, а листья и соцветие собраны вместе в плотный комок. Но скоро стебель выпрямляется, листья *C. solida* разворачиваются, и растение зацветает. Рост побега *C. solida* на этом заканчивается, он уже больше не увеличивается в размерах. *C. solida* – весеннезеленый геофит, почки возобновления которого полностью формируются к осени. Это травянистый клубнекорневой многолетник (рис.3). Главный корень в первый вегетационный период отмирает, а со второго года жизни у растения развивается придаточная корневая система. Корни расположены в нижней части клубня, сменяются ежегодно, их длина составляет 2-5 см. Клубень небольшой, овально-шаровидный, 0,8-1,5 см в диаметре, располагается в почве на глубине 5-10 см [1] (прил.1.2).

В основании годичного побега *C. solida* расположены 2-3 чешуевидных листа. Междоузлие верхнего чешуевидного листа удлинненное, а сам лист крупный, линейно-ланцетный. В его пазухе формируется побег двумя очередными, черешковыми, тонкими, зеленовато-сизыми листьями, имеющими дважды или трижды тройчато-рассеченные пластинки.

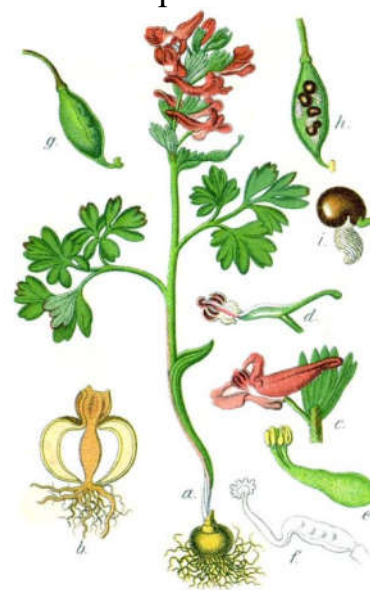


Рис.3. *Corydalis solida*

Сегменты листа расположены на длинных черешочках и почти до основания надрезаны на линейно-продолговатые, слегка клиновидные доли. Доли листа – цельные, реже с 2-4 тупыми зубцами на верхушке [1].

Соцветие – многоцветковая кисть довольно плотная, цилиндрическая (прил.1.2.). Цветки *C.solida* ароматные, содержат много нектара, опыляются шмелями и некоторыми бабочками. Прицветники клиновидно-обратнояйцевидные, спереди надрезанные на линейные доли или зубчатые. Цветоножки нитевидные. Чашелистики цветков очень мелкие, незаметные. Венчик розово-фиолетовый, длиной до 20 мм, отгиб наружных лепестков – широкий, нижний лепесток с заметным бугром при основании. Шпора венчика – слегка дуговидная, толстая. Рыльце пестика дисковидное, по краю мелко бородавчато-зубчатое. Завязь – одногнездная. Цветёт *C. solida* в апреле-мае около двух недель. Плод – продолговатая коробочка, длиной 10-12 мм, поникающая. Семена черные, блестящие, снабженные элайосомами (паренхиматическими клетки, богатыми маслом), созревают в мае и распространяются муравьями (прил.1.2.).

C. solida относится к числу таких растений, которые всю жизнь остаются на одном и том же месте. У нее нет ни корневищ, ни ползучих подземных побегов, которые бы могли распространяться в стороны. Вегетативное размножение отмечено лишь в конце жизненного цикла. Существенной роли в самоподдержании численности *C. solida* оно не играет.

C. solida ядовита. Вместе с тем она может быть использована для садов и парков, как цветущее ранней весной декоративное растение.

4.2. Краткая характеристика экотонных участков

Изучение ценопопуляций *C. solida* проводилось нами в двух лесных массивах смешанного типа, расположенных в Скопинском районе. В каждом из них были выбраны участки опушки (экотоны) размером 10х5м, на которых достаточно для исследования количестве были отмечены экземпляры рассматриваемого вида растений. Краткая характеристика экотонов представлена в таблице 1.

Табл.1. Краткая характеристика выбранных экотонных участков.

	Экотон №1	Экотон №2	Экотон №3
Ближайший населенный пункт	с.Шелемишево Скопинский р-н	с.Шелемишево Скопинский р-н	с.Шелемишево Скопинский р-н
Расположение	Южная опушка смешанного леса	Восточная опушка смешанного леса	Опушка соснового леса на пересечении грунтовой дороги и дороги с.Шелемишево-Шелемишевские Хутора
Рельеф	Пологий склон ($\approx 20^\circ$ - 25° к югу)	Волнистый (ложбины, холмы)	Однородный
Увлажнение	Трансэлювиальное	Элювиальное	Элювиальное
Экол. шифр биотопа	$\frac{\text{Чв\уц2СП}_2}{\text{п/осв (2,5) - III (0,3)}} \text{802Б} + \text{едС}$	$\frac{\text{Чв\уц2СП}_2}{\text{п/тен(3) - III (0,3)}} \text{7Д30}$	$\frac{\text{Чв\уц2СП}_{1,5}}{\text{п/осв (4) - III (0,4)}} \text{10С}$
Сопутствующие виды	Древостой	Осина (<i>Populus tremula L.</i>), береза повислая (<i>Betula pendula Roth.</i>)	Дуб черешчатый (<i>Quercus robur L.</i>), осина (<i>Populus tremula L.</i>)
	Кустарник	Черемуха обыкновенная (<i>Radus avium Mill.</i>)	-
	Травы	Сныть обыкновенная (<i>Aegoródium podagrária</i>), ландыш майский (<i>Convallaria majalis L.</i>), купена многоцветковая (<i>Polygonatum multiflorum</i>), медуница неясная (<i>Pulmonária obscúra</i>), осока волосистая (<i>Carex pilosa</i>)	Ландыш майский (<i>Convallaria majalis L.</i>), ветреница лютиковая (<i>Anemone ranunculoides</i>), медуница неясная (<i>Pulmonária obscúra</i>), фиалка собачья (<i>Viola canina L.</i>), чистяк обыкновенный (<i>Ranunculus ficaria</i>)
Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса, %	65,8	57,7	42,2
рН почвы	6,4	6,4	6,0
Наличие CO_3^{2-}	-	-	-
Наличие SO_4^{2-}	+ (слабое помутнение)	+ (слабое помутнение)	+ (отчетливое помутнение)
Наличие NO_3^-	-	-	-
Наличие Fe^{2+}	-	-	+
Наличие Fe^{3+}	-	-	+
Наличие Pb^{2+}	-	-	+
Антропогенное влияние	Умеренное	Умеренное	Значительное (выбросы автотранспорта, механический мусор, вырубка, выгребывание, кострище)

Табл.1. Краткая характеристика выбранных экотонных участков (продолжение)

		Экотон №4	Экотон №5
Ближайший населенный пункт		г.Скопин	г.Скопин
Расположение		Опушка смешанного леса возле просеки и грунтовой дороги у лесничества	Восточная опушка смешанного леса
Рельеф		Однородный	Однородный
Увлажнение		Элювиальное	Элювиальное
Экол.шифр биотопа		$\frac{СЛ2СГ_{25}}{т\text{ен}(2) - III(0,6)}$ 6Д2ЛК10	$\frac{СЛ2СГ_{25}}{п'т\text{ен}(2,5) - III(0,4)}$ 7Д2Л10
Сопутствующие виды	Древостой	Дуб черешчатый (<i>Quercus robur L.</i>), липа мелколистная (<i>Tilia cordata</i>), клен платановидный (<i>Acer platanoides</i>), осина (<i>Populus tremula L.</i>)	Дуб черешчатый (<i>Quercus robur L.</i>), липа мелколистная (<i>Tilia cordata</i>), осина (<i>Populus tremula L.</i>)
	Кустарник	Бересклет бородавчатый (<i>Euonymus verrucosa</i>), жимолость лесная (<i>Lonicera xylosteum</i>)	-
	Травы	Сныть обыкновенная (<i>Aegoródium podagrária</i>), ландыш майский (<i>Convallaria majalis L.</i>), медуница неясная (<i>Pulmonária obscura</i>), фиалка собачья (<i>Viola canina L.</i>)	Ландыш майский (<i>Convallaria majalis L.</i>), сныть обыкновенная (<i>Aegoródium podagrária</i>), ветреница лютиковая (<i>Anemone ranunculoides</i>), медуница неясная (<i>Pulmonária obscura</i>), фиалка собачья (<i>Viola canina L.</i>), чистяк обыкновенный (<i>Ranunculus ficaria</i>), осока волосистая (<i>Carex pilosa</i>)
Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса, %		52,6	62,4
рН почвы		6,6	6,7
Наличие CO_3^{2-}		-	-
Наличие SO_4^{2-}		+ (отчетливое помутнение)	-
Наличие NO_3^-		-	-
Наличие Fe^{2+}		+	-
Наличие Fe^{3+}		+	-
Наличие Pb^{2+}		+	-
Антропогенное влияние		Значительное (механический мусор, выпажывание)	Умеренное

Экотоны №№1-3 сформировались на лесных опушках в районе с.Шелемишево. Участки №1 и №2 представляют собой южную и восточную опушки одного и того же лесного массива смешанного типа. Расстояние между ними составляет примерно 2,5км. Сформировались они на свежей среднебогатой черноземной выщелоченной почве супесчаного механического состава. Рельеф рассматриваемых экотонов различен: для площадки №1 – это пологий склон, хорошо прогреваемый солнцем, для площадки №2 – сочетание нескольких пологих холмов и ложбин между ними. Особенности рельефа участка №1 обуславливают возможность стока осадков по склону и формируют трансэлювиальный режим увлажнения. Увлажнение почвы биотопа №2 преимущественно происходит за счет атмосферных осадков, застоя воды в ложбинах между холмами, как правило, не происходит, что объясняется хорошей водопроницаемостью почвы легкого механического состава. Фитоценоз участка №1 представляет собой осинник березовый с единичными экземплярами сосны – черемухово –

разнотравный. Фитоценоз участка №2: дубрава осиново – разнотравная (на момент исследования: дубрава осиново – хохлатковая). Древостой на этих участках находится в стадии изреживания. Степень сомкнутости крон деревьев первого яруса в обоих случаях составляет 0,3, однако световой режим различен. Мелколиственная опушка (№1) – полуосвещенной структуры и находится в переходном от полутеневого к полуосвещенному световом режиме. Опушку дубравы (№2) формируют виды растений, образующие полутеневой структуру, однако особенности их расположения, рельеф создают в целом полуосвещенный световой режим. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса фитоценозов на момент исследований колеблется в диапазоне 57,7-65,8%. Кислотность почвы участков №1 и №2 составляет 6,4, что позволяет считать ее близкой к нейтральной. При химическом анализе верхнего слоя грунта с указанных участков в нем не было обнаружено карбонат- и нитрат-ионов, а также ионов железа и свинца, однако отмечено незначительное содержание сульфат-ионов. Указанные факты в сочетании с умеренным антропогенным влиянием, отмеченным на участках №1 и №2, позволяют считать их достаточно благоприятными для ценопопуляций *S. solida*.

Участок №3 – опушка соснового леса, расположена примерно в 800м от участка №2. Ее границами с двух сторон служат грунтовая и асфальтированная дороги. Мезорельеф данного участка однороден. В микрорельефе отмечены валежины, несколько пней. Увлажнение – элювиальное. Фитоценоз рассматриваемой площадки представляет собой сосняк – снытево – разнотравный, сформировавшийся на свежеслойной среднебогатой черноземной выщелоченной почве супесчаного механического состава. Древостой растительного сообщества на этом участке полуосветленной структуры, находится в стадии изреживания с сомкнутостью крон, равной 0,4, и создает осветленный световой режим биотопа. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса относительно невысоко и составляет 42,2%. Химический анализ почвы данной пробной площадки позволил установить, что она является слабокислой (рН=6,0), а также содержит сульфат-ионы, ионы свинца и железа (II, III) (прил.2.). Возможной причиной этого может служить значительное антропогенное влияние на указанном участке, выражающееся в воздействии выбросов автотранспорта, не только проезжающего мимо, но и, как было установлено, заезжающего в лес на этой территории, а также механическом замусоривании.

Экотоны №4 и №5 представляют собой два участка опушки смешанного леса расположенных на расстоянии примерно 3,5км друг от друга на территории Скопинского участкового лесничества. Опушка №4 образовалась в результате прокладки грунтовой дороги к лесничеству. Экотон №5 имеет естественное происхождение. Мезорельеф участков однороден, а в микрорельефе отмечены сеть тропинок (для экотона №4), несколько валежин, углубление в почве, похожее на нору мелкого грызуна (для экотона №5), и небольшие муравейники. Увлажнение обоих участков – элювиальное. Сформировались экотонные участки на среднебогатой серой лесной почве, суглинистого механического состава, влажноватой – для участка № 4 и свежей – для участка №5. Фитоценоз площадки №4 представляет собой дубраву – бересклетово – снытево – разнотравную,

образующую биотоп теневой структуры, в теневом светом режиме, на стадии изреживания с сомкнутостью первого яруса древостоя 0,6. Фитоценоз площадки №5 представлен дубравой – ландышево – разнотравной, полутеневой структуры, находящейся в переходном от полутеневого к полуосвещенному световом режиме. Сомкнутость первого яруса древостоя, находящегося на стадии изреживания, составляет 0,4. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса в экотоне №4 существенно ниже, чем в экотоне №5 (52,6% и 62,4% соответственно). Химический анализ почвы указанных участков показал, что она является близкой к нейтральной (рН колеблется в пределах 6,6-6,7), а также не содержит карбонат- и нитрат-ионов. В химическом составе почвы участка №4, в отличие от участка №5, отмечено также наличие сульфат-ионов, а также ионов свинца и железа(II, III) (прил.2.). Антропогенное влияние значительно на участке №4, умеренное для экотона №5.

Рассмотренные участки лесных опушек можно условно разделить на две группы: естественные экотоны – №№1,2,5 (образованы на естественной границе лесного и лугового фитоценозов) и антропогенные экотоны – №3,4 (возникли на просеках, образованных с целью прокладки сети грунтовых дорог и подвергаются соответственно, значительному антропогенному воздействию). Экологические условия обитания ценопопуляций *C. solida*, складывающиеся в данных биотопах, различны. Они определяются особенностями почвенного покрова на данных участках (тип почвы, плодородие, механический состав, влажность почвы, реакция среды, наличие или отсутствие тех или иных ионов), а также зависят от особенностей сформировавшегося фитоценоза: его видового состава, степени межвидовой конкуренции за ресурсы среды (свет, влагу, питательные вещества), и степени антропогенного влияния. Световой режим на рассмотренных участках последовательно меняется: полутеневого (экотон №4) – переходный от полутеневого к полуосвещенному (экотоны №1 и №5) – полуосвещенный (экотон №2)– освещенный (экотон №3). Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса достигает наибольшего значения в фитоценозе №1 (65,8%) и минимально для сосняка – снытево – разнотравного (42,2%). Отметим, что во всех рассмотренных фитоценозах оно не достигает даже 70%, что может характеризовать *C. solida* как вид, чувствительный к конкуренции со стороны других видов травянистых растений. Гигротоп на участках №1,2,5 – свежий, для сосняка – свежеватый, а для дубравы – бересклетово – снытево – разнотравной - влажноватый. Загрязнение почвы катионами металлов отмечено для участков №3 и №4, подверженных антропогенному влиянию. Сульфат-ионы обнаружены в почве всех экотонов, за исключением дубравы – ландышево – разнотравной.

В большинстве случаев в Скопинском районе местонахождение *C. solida* было приурочено к смешанным (лиственным) лесам с участием дуба черешчатого (*Quercus robur L.*), осины обыкновенной (*Populus tremula L.*), липы мелколистной (*Tilia cordata Mill.*). Кустарниковый ярус в указанных фитоценозах слабо выражен или отсутствует. Сопутствующими видами в травяном ярусе на момент полевых исследований являются ландыш майский (*Convallaria majalis L.*), осока волосистая (*Carex pilosa*), чистяк весенний (*Ranunculus ficaria*), сныть обыкновенная

(*Aegopodium podagraria*), медуница неясная (*Pulmonaria obscura*), ветреница лютиковая (*Anemone ranunculoides*), фиалка собачья (*Viola canina L*) и др.

На основе анализа проведенных нами стандартных геоботанических описаний рассмотренных участков фитоценозов, выявления видов, сопутствующих распространению *C. solida* в Скопинском районе, особенностей почвенного покрова биотопов и соотнесения результатов с литературными данными [18], была выстроена графическая модель, характеризующая экологическое пространство рассматриваемого вида растений по ряду факторов: увлажнение (F), богатство азотом (N) и кислотность почв (R), а также освещенность/затенение (L), температурный режим (T) и континентальность климата (K) (рисунок 4).

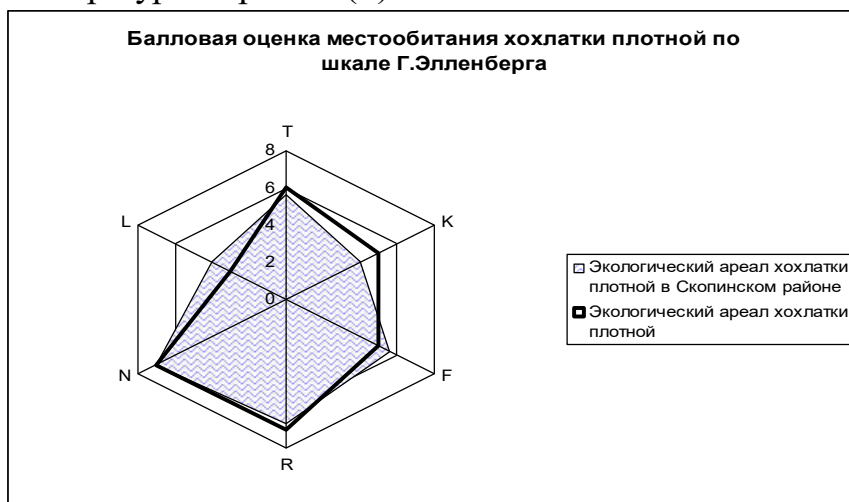


Рис 4. Балловая оценка местообитания *C. solida*

Соотнеся полученные данные с особенностями экологии *C. solida*, приведенными в литературе и рассмотренными нами выше, отметим, что они в большинстве случаев не выходят за рамки экологического ареала и валентности вида. *C. solida* относится к центрально-европейским и восточноевропейским видам (K=4), обитателям умеренно теплого климата (T=5,6), произрастающим на почвах богатых азотом (N=7), увлажнение которых меняется от свежих до влажных (F=5,6), а кислотность – от умеренно-кислых до слабо щелочных (R=6,6). Экологическое пространство распространения исследуемого вида в условиях различных лесных фитоценозов Скопинского р-на Рязанской области по данным показателям практически соответствует его экологическому ареалу. Исключение составляет значение параметра освещенности/затенения (L), величина которого по результатам наших исследований составила 4 (от тенелюбивых до теневыносливых), что несколько превышает установленное для *C. solida* значение, равное 3 (тенелюбивые растения – растут при освещенности до 5%, но могут расти и на более светлых местах), которое приведено в шкале Г.Элленберга. Однако, на наш взгляд, полученное значение существенно не противоречит видовым требованиям к освещенности – тенелюбивости вида, т.к. получено на основе обработки геоботанических описаний 5 различных фитоценозов, в которых ценопопуляции *Corydalis* находятся в различных условиях и различном жизненном состоянии.

Проанализировав полученные данные, отметим, что более благоприятные условия для ценопопуляций *C. solida* растений складываются в экотонах №№1,2,5.

4.3. Возрастные особенности и структура ценопопуляций *Corydalis solida*

Биоморфа *C. solida* – моноцентрическая, что позволило принять нам за элемент популяции (счетную единицу) отдельную особь (прил.1.1.).

У *C. solida* прорастание семян надземное. Единственная семядоля (так называемая ложнооднородность) проростка маленькая и имеет длинный черешок. Главный корень небольшой, не ветвится. Клубень к концу первого года вегетации достигает 3-4 мм в диаметре.

На второй год жизни в ювенильном состоянии у экземпляров *C. solida* развивается удлиненный побег. Верхушечная почка поднимается над поверхностью почвы на 2-3 см. В этот период формируются 2-3 чешуевидных листа, в пазухе одного из которых закладывается почка возобновления. Образуется также единственный срединный ассимилирующий трехраздельный лист. Начинает развиваться придаточная корневая система из 3-5 корней (прил.1.3.).

Имматурное состояние *C. solida* характеризуется формированием дважды тройчато-рассеченного срединного листа, симподиальным нарастанием и образованием на клубне хорошо развитых придаточных корней. Начиная с указанного возрастного состояния, происходит ежегодная смена клубня. Новый клубень образуется внутри старого. Замещающий клубень имеет слабовыраженный «ложностержневой» корень и несколько придаточных корней, формирующихся у его основания (прил.1.3.).

В молодом вегетативном состоянии у *C. solida* развиваются 2 срединных ассимилирующих листа: один трижды, а другой дважды тройчато – рассеченный. Междоузлие верхнего чешуевидного листа достигает 5-7 см в длину. Клубень округлый, его размеры достигают до 1 см в диаметре. Корневая система состоит из 8-12 придаточных корней, расположенных в его основании.

Молодое генеративное растение имеют один удлиненный генеративный побег. Ассимилирующие листья очередные, сближенные, трижды тройчато-рассеченные. Зацветают молодые экземпляры *C. solida* на 4-6 год.

Генеративные экземпляры *C. solida* среднего возраста отличаются хорошим морфологическим развитием всех структур и могут иметь два генеративных побега, причем дополнительный генеративный побег развивается из почки в пазухе верхнего чешуевидного листа. У мощно развитых средневозрастных особей также иногда могут закладываться две почки возобновления, при этом формируются два клубня, которые один-два года остаются скрытыми под оберткой из разрушающихся клубней прошлых лет.

Старые генеративные особи, как правило, имеют один генеративный побег. Клубни продолговатые, часто неправильной формы, покрыты многослойными остатками клубней прошлых лет. Замедляется процесс образования придаточных корней.

Экземпляры *C. solida* в субсенильном и сенильном возрастном состоянии образуются только в клонах. Ассимилирующий лист побегов в указанных возрастных состояниях только один, тройчато- или пятираздельный. Клубни небольшие, неправильной формы. Нередко загнивающие и сморщенные.

Особи растений данного вида вегетативно неподвижны. В течение всего периода жизни у них может образоваться от 4 до 16 партикул. В благоприятных условиях онтогенез *C. solida* сложный, со сменой поколений, а в неблагоприятных – простой, заканчивающийся в фазе первичного побега.

Особенности онтогенетической структуры ценопопуляций *C. solida*, выбранных нами для изучения, представлены в таблицах №№2-6.

Для ценопопуляции *C. solida* экотона №1 были получены данные, указанные в таблице №2.

Таблица 2. Соотношение возрастных состояний *Corydalis solida* (экотон №1).

№	p		J		im		v		g ₁		g ₂		g ₃		Σ
	abc	%	abc	%	abc	%	abc	%	abc	%	abc	%	abc	%	abc
1.	3	8,10	6	16,21	6	16,20	9	24,32	7	18,91	5	13,51	1	2,70	37
2.	2	7,14	4	14,28	3	10,71	7	25,0	8	28,57	2	7,14	2	7,14	28
3.	5	13,88	4	11,11	7	19,44	9	24,0	7	19,44	3	8,33	1	2,77	36
Σ	10	9,90	14	13,86	16	15,84	25	24,75	22	21,78	10	9,90	4	3,96	101

Онтогенез побегов *C. solida* исследуемой ценопопуляции включает 2 периода, 7 возрастных состояний. Преобладающими являются экземпляры в виргинильном состоянии. Не обнаружены особи *C. solida* нисходящей ветви онтогенеза (прил.1.4).

Жизненное состояние ценопопуляции по визуальной оценке – хорошее. Обнаружено несколько экземпляров, образующих по два генеративных побега. Не отмечено недоразвитых экземпляров, внешних механических повреждений, признаков заболеваний и поражения насекомыми-вредителями

Данные о соотношении возрастных состояний экземпляров *C. solida* ценопопуляции дубравы осиново – разнотравной представлены в таблице 3.

Таблица 3. Соотношение возрастных состояний *Corydalis solida* (экотон №2).

№	p		J		im		v		g ₁		g ₂		g ₃	
	abc	%	abc	%	abc	%	abc	%	abc	%	abc	%	abc	%
1.	6	13,95	6	13,95	8	18,60	10	23,25	7	16,27	4	9,30	1	2,32
2.	4	9,75	7	17,07	8	19,51	12	29,26	5	12,19	2	4,87	2	4,87
3.	7	16,27	6	13,95	9	20,93	9	20,93	6	13,95	4	9,30	2	4,65
Σ	17	13,38	19	14,96	25	19,68	31	24,40	18	14,17	10	7,87	5	3,93

Таблица 3. Соотношение возрастных состояний *Corydalis solida* (экотон №2). (продолжение)

№	ss		Σ
	abc	%	abc
1.	1	2,32	43
2.	1	2,43	41
3.	-	-	43
Σ	2	1,57	127

Онтогенез побегов *C. solida* исследуемой ценопопуляции включает 3 периода, 8 возрастных состояний. Преобладают экземпляры в виргинильном состоянии. Отмечено небольшое количество особей, находящихся на субсенильной стадии.

Жизненное состояние ценопопуляции по визуальной оценке – хорошее. Растения крупные, с хорошо сформированными вегетативными и генеративными органами. Отмечены экземпляры, образующие по два генеративных побега. Не выявлено недоразвитых и мелких экземпляров, а также внешних механических повреждений, признаков различных заболеваний и поражения насекомыми-

вредителями. Наличие стареющих экземпляров косвенно свидетельствует о хорошем жизненном состоянии данной ценопопуляции, поскольку только наиболее хорошо развитые и мощные растения способны образовать субсенильные и сенильные клоны. У экземпляров с пониженной жизненностью деление клубней и переход к нисходящей ветви онтогенеза не наблюдается.

Онтогенетическая структура ценопопуляции исследуемого вида, сформировавшаяся в условиях сосняка – снытево – разнотравного представлена в таблице 4.

Таблица 4. Соотношение возрастных состояний *Corydalis solida* (экотон №3).

№	p		J		im		v		g ₁		g ₂		g ₃		Σ
	abc	%	abc	%	abc	%	abc	%	abc	%	abc	%	abc	%	abc
1.	1	6,66	2	13,33	4	26,66	5	33,33	2	13,33	1	6,66	-	-	15
2.	2	16,66	3	25,00	2	16,66	3	25,00	1	8,33	1	8,33	-	-	12
3.	2	8,33	2	8,33	5	20,83	8	33,33	5	20,83	1	4,16	1	4,16	24
Σ	5	9,80	7	13,72	11	21,56	16	31,37	8	15,68	3	5,88	1	1,96	51

Онтогенез побегов *C. solida* исследуемой ценопопуляции включает 2 периода, 7 возрастных состояний. Так же, как и для ценопопуляции, произрастающей в условиях экотона №1, не отмечено экземпляров, находящихся на субсенильных и сенильных стадиях онтогенеза.

Жизненное состояние ценопопуляции по визуальной оценке – угнетенное. Обнаружены сорванные и затоптанные экземпляры. Часто встречаются мелкие особи *C. solida* и взрослые генеративные растения с недоразвитыми соцветиями, поврежденными вегетативными органами.

Для ценопопуляции *C. solida* дубравы – бересклетово – снытево – разнотравной были получены данные, указанные в таблице №5.

Таблица 5. Соотношение возрастных состояний *Corydalis solida* (экотон №4).

№	p		J		im		v		g ₁		g ₂		g ₃		Σ
	abc	%	abc	%	abc	%	abc	%	abc	%	abc	%	abc	%	abc
1.	-	-	4	14,81	5	18,51	10	37,03	3	11,11	3	11,11	2	7,40	27
2.	3	10,00	8	26,66	9	30,00	7	23,33	2	6,66	1	3,33	-	-	30
3.	2	6,66	4	13,33	7	23,33	10	33,33	5	16,66	1	3,33	1	3,33	30
Σ	5	5,81	16	18,60	21	24,41	27	31,39	10	11,62	5	5,81	3	3,48	86

Онтогенез побегов *C. solida* исследуемой ценопопуляции также включает 2 периода, 7 возрастных состояний. На обнаружены экземпляры нисходящей ветви онтогенеза.

Жизненное состояние ценопопуляции по визуальной оценке – удовлетворительное. Для большинства экземпляров данной ценопопуляции характерны мелкие размеры и относительно небольшое количество цветков в соцветии.

Данные об онтогенетической структуре ценопопуляции *C. solida* дубравы – ландышево – разнотравной представлены в таблице 6.

Таблица 6. Соотношение возрастных состояний *Corydalis solida* (экотон №5).

№	p		J		im		v		g ₁		g ₂		g ₃		Σ
	abc	%	abc	%	abc	%	abc	%	abc	%	abc	%	abc	%	abc
1.	4	12,12	4	12,12	7	21,21	9	27,27	6	18,18	3	9,09	-	-	33
2.	4	9,30	6	13,95	8	18,60	12	27,90	10	23,25	2	4,65	1	2,32	43
3.	2	4,44	7	15,55	8	17,77	17	37,77	3	6,66	5	11,11	3	6,66	45
Σ	10	8,26	17	14,04	23	19,00	38	31,40	19	15,70	10	8,26	4	3,30	121

Онтогенез побегов *C. solida* данной ценопопуляции включает 2 периода, 7 возрастных состояний. Преобладают виргинильные экземпляры, стареющих и старых особей не обнаружено.

Жизненное состояние ценопопуляции по визуальной оценке – хорошее. Растения хорошо сформированы и развиты. Встречаются экземпляры с двумя генеративными побегами.

Среди рассматриваемых ценопопуляций наиболее многочисленным являются ценопопуляции экотонов №2 (обследовано 127 экз.) и №5 (обследовано 121 экз.). Наименее многочисленной является ценопопуляция сосняка – снытево – разнотравного (обследован 51 экз.). В целом нами было изучено 486 экземпляров растений данного вида.

Онтогенетические спектры ценопопуляций *C. solida* рассматриваемых экотонных участков представлены на рисунке 5.

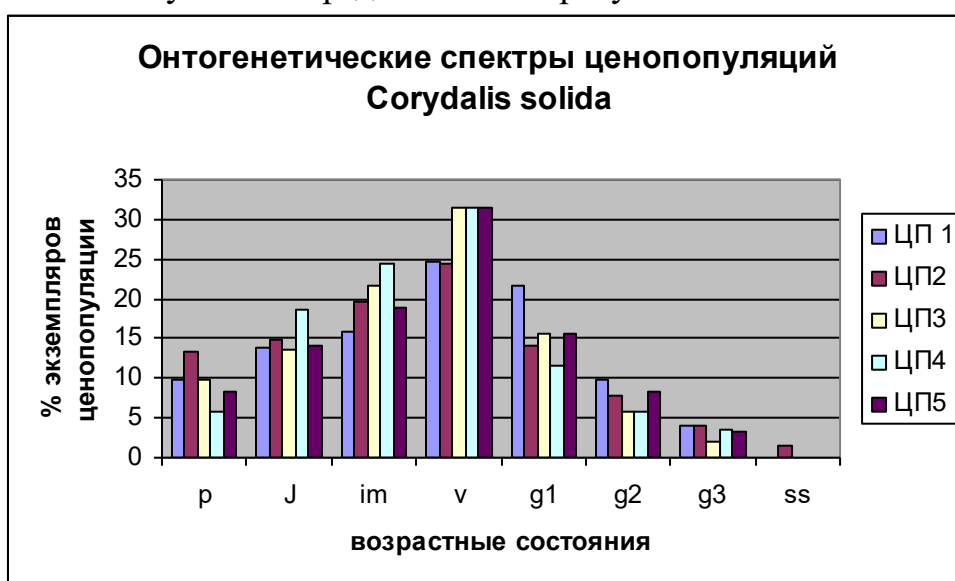


Рис.5. Онтогенетические спектры ценопопуляций *C. solida*

Сравнивая полученные данные между собой, отметим, что для ценопопуляции *C. solida* дубравы осиново – разнотравной обнаружено наибольшее количество проростков, а также экземпляры, относящиеся к нисходящей ветви онтогенеза, что может свидетельствовать об относительно благоприятных условиях обитания. Наибольший процент экземпляров *C. solida*, находящихся в ювенильном и иматурном состоянии при наименьшей доле проростков и молодых генеративных экземпляров, отмечен для ценопопуляции дубравы – бересклетово – снытево – разнотравной. Для ценопопуляции сосняка – снытево – разнотравного отмечено значительное сокращение доли экземпляров, находящихся в средневозрастном и старом генеративном состояниях. Для ценопопуляций экотонов №3, №4 и №5 установлено практически полное соответствие доли виргинильных особей, превышающее долю экземпляров того же возрастного состояния ценопопуляций экотонов №1 и №2. При этом общая тенденция изменения доли особей во всех популяциях следующая: преобладание молодых, не размножающихся генеративно растений (p - v), небольшое количество особей, размножающихся половым путем (g₁ - g₂ - g₃), практически полное отсутствие стареющих и старых экземпляры (ss - s) (рис.6).

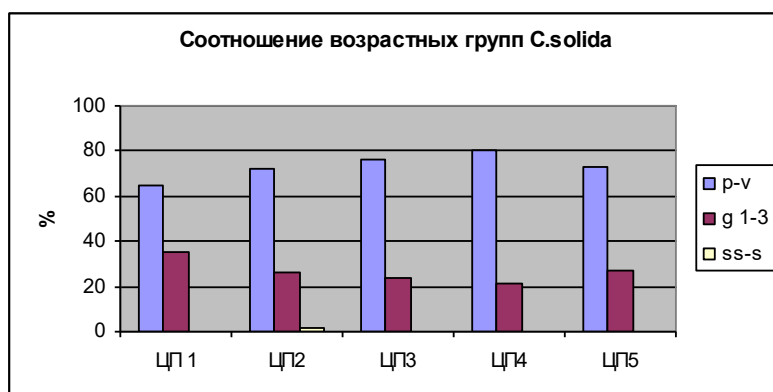


Рис.6. Соотношение возрастных групп *C. solida* в различных ценопопуляциях.

Возрастные спектры всех изученных ценопопуляций *C. solida* ярко выраженные левосторонние, одновершинные с доминированием особей в виргинильном состоянии. Генеративных особей сравнительно немного и среди них преобладают молодые генеративные растения. Наличие во всех ценопопуляциях старых и отмерших экземпляров *C. solida* не выявлено.

Присутствие практически всех возрастных состояний в онтогенетическом спектре свидетельствует об относительной динамической устойчивости ценопопуляций *C.solida* в природных сообществах. Рассмотренные ценопопуляции можно отнести к нормальному типу ценопопуляций, т.к. в них представлены экземпляры большинства возрастных групп.

На основе распределения обнаруженных экземпляров исследуемых видов по отдельным группам, соответствующим возрастным состояниям, и подсчета их количества на пробных площадках нами также были определены основные популяционные показатели ценопопуляций *C.solida* различных экотонных участков (табл.7).

Таблица 7. Популяционные показатели.

Популяционные показатели	ЦП экотона №1	ЦП экотона №2	ЦП экотона №3	ЦП экотона №4	ЦП экотона №5	Ср. знач.
Индекс восстановления ($J_в$)	1,52	2,27	2,83	3,55	2,36	2,51
Индекс замещения ($J_з$)	1,52	2,14	2,83	3,55	2,36	2,48
Индекс возрастности (Δ)	0,26	0,24	0,21	0,20	0,23	0,23
Индекс эффективности (ω)	0,44	0,37	0,38	0,36	0,41	0,39
Плотность ценопопуляции (шт/м ²)	33,66	42,33	17,00	28,66	40,33	32,39
Эффективная плотность популяции (M_e)	45,09	48,24	19,41	31,61	49,67	38,80
Тип ценопопуляции	молодая	молодая	зреющая	молодая	молодая	молодая

Анализ полученных данных позволяет утверждать, что процессы самовосстановления численности в целом эффективно осуществляются во всех рассмотренных ценопопуляциях (индексы восстановления и замещения для них

варьируют в пределах 1,52 – 3,55 при среднем значениях каждого показателя, близких в 2,5). Различие в значениях указанных индексов отмечается только для ценопопуляции *C.solida* дубравы осиново – разнотравной, единственной, где обнаружены стареющие экземпляры. Наибольшая эффективность указанных процессов может быть отмечена для ценопопуляции экотона №4. Для нее характерны наибольшие значения индекса восстановления (3,55), показывающего какую часть экземпляров генеративного состояния после их отмирания способно восстановить молодое поколение, и индекса замещения (3,55), указывающего долю взрослой части ценопопуляции, замещаемую молодыми растениями. Наименьшая эффективность самовосстановления отмечена для ценопопуляции осинника (экотона №1).

Индекс возрастности всех рассмотренных ценопопуляций *C. solida* колеблется в пределах 0,2 – 0,26 и показывает, что данные ценопопуляции представлены молодыми растениями прегенеративных стадий онтогенеза.

Индекс эффективности также невысок (0,36-0,44 при среднем значении 0,39), что свидетельствует об относительной невысокой степени воздействия рассматриваемых ценопопуляций на среду.

Плотность ценопопуляций *C.solida* в Скопинском районе имеет среднее значение, равное 32,39 шт/м² и изучаемых нами ценопопуляциях различна. Максимальная плотность экземпляров выявлена в ценопопуляции дубравы осиново – разнотравной, где на 1 м² встречается в среднем 42,33 особи *C. solida*. Минимальная плотность зафиксирована для ценопопуляции *C.solida* сосняка – снытево – разнотравного (17,00 шт/ м²), что связано с неблагоприятными условиями обитания на данном участке. Эффективная плотность наиболее высока у ценопопуляции экотона №5 (49,67) и минимальна для ценопопуляции экотона №3 (19,41). Во всех естественных экотонах плотность ценопопуляций *C.solida* выше, чем в антропогенных.

Ценопопуляции *C.solida* биотопов №1, №2, №4 и №5 относятся к молодому типу нормальных ценопопуляций. Ценопопуляция экотонного участка сосняка – снытево – разнотравного – к зреющему типу нормальных ценопопуляций.

Для ценопопуляций *C.solida* в неблагоприятных условиях обитания отмечено укорочение жизненного цикла, усиленное отмирание генеративных особей, отсутствие вегетативного размножения. В относительно благоприятных условиях продолжительность онтогенеза возрастает, увеличивается число проростков, происходит партикуляция особей и переход к нисходящей ветви онтогенеза. Основным механизмом поддержания численности *C.solida* в разных условиях произрастания является семенное возобновление.

4.4. Оценка жизненного состояния и продуктивности ценопопуляций *Corydalis solida*

Оценка жизненного состояния ценопопуляций *C. solida* проводилась не только глазомерно в полевых условиях, но и с помощью выбора из каждой ценопопуляции нескольких модельных экземпляров в молодом генеративном состоянии, для которых анализировались следующие параметры: общая длина побега, диаметр клубня, площадь листьев с одного растения, количество цветков в соцветии, длина кисти и шпорца венчика, количество завязавшихся плодов и их длина, воздушно сухой вес особи. Полученные данные представлены в таблице 8.

Таблица 8. Морфометрические параметры экземпляров *C. solida*.

	ЦП экотона №1	ЦП экотона №2	ЦП экотона №3	ЦП экотона №4	ЦП экотона №5	Ср. знач.
Длина побега, см.	19,78±3,19	24,74±2,62	16,75±2,86	15,86±2,99	21,63±2,48	19,75±2,82
Диаметр клубня, см.	1,07±0,09	1,31±0,12	0,81±0,11	0,90±0,08	1,21±0,10	1,06±0,10
Площадь листьев, см.	22,26±1,97	26,53±2,42	19,69±1,73	18,87±1,99	23,18±1,85	22,10±1,99
Кол-во цветков, шт.	17,17±0,57	20,31±0,69	12,63±0,42	13,19±0,54	19,76±0,68	16,61±0,58
Длина кисти, см	7,65±0,76	8,14±0,84	4,87±0,52	5,24±0,68	7,73±0,67	6,72±0,69
Длина шпорца венчика, см	1,57±0,04	1,73±0,03	1,18±0,02	1,21±0,08	1,59±0,06	1,45±0,04
Кол-во плодов, шт	12,36±0,28	13,67±0,37	6,74±0,27	7,28±0,34	12,59±0,37	10,52±0,32
Длина плода, см	9,35±0,28	9,67±0,32	8,65±0,42	8,97±0,34	9,34±0,33	9,19±0,34
Воздушно сухой вес особи, г	0,56±0,43	0,88±0,39	0,43±0,38	0,48±0,43	0,78±0,41	0,62±0,40

Согласно полученным данным, наиболее хорошо развитыми, крупными экземплярами с крупными соцветиями (8,14 см) и большим количеством цветков (20,31 шт.) являются особи *C. solida*, произрастающие в эколого-фитоценологических условиях дубравы осиново – разнотравной. Для них может быть отмечена также высокая интенсивность процессов фотосинтеза и накопления питательных веществ, косвенно выражающаяся в наибольшей площади листовых пластинок (26,53 см²), большем диаметре клубней (1,31 см). Указанные параметры превышают по всем показателям средние значения, определенные нами для ценопопуляций *C. Solida* Скопинского района. Мелкие экземпляры (длина побега 15,86 – 16,75 см) с относительно короткими соцветиями (длина кисти 4,87–5,24 см) и значительно меньшим количеством цветков в них (12,63 – 13,19 шт.) характерны для ценопопуляций антропогенных экотонов сосняка – снытево – разнотравного и дубравы – бересклетово – снытево – разнотравной. Количество сформировавшихся у *C. solida* плодов и их размеры также подвержены изменениям, достигая наибольших показателей у экземпляров ЦП₂ и наиболее низкие значения проявляя у растений из ЦП₃. Указанные параметры для *C. Solida* ЦП₁ и ЦП₅ примерно одинаковы. Сравнивая между собой морфометрические показатели экземпляров растений осинника (экотон №1) и дубравы экотона №5, приходим к выводу, что более благоприятные эколого-фитоценологические условия характерны для экотона №5, т.к. в нем

сформировались более крупные и жизнеспособные растения, имеющие, в том числе, и больший воздушно сухой вес отдельной особи (0,78 г) (прил.2).

Вычисления коэффициента вариации морфометрических признаков *C.solida* позволили получить данные, представленные на диаграмме (рис.7).

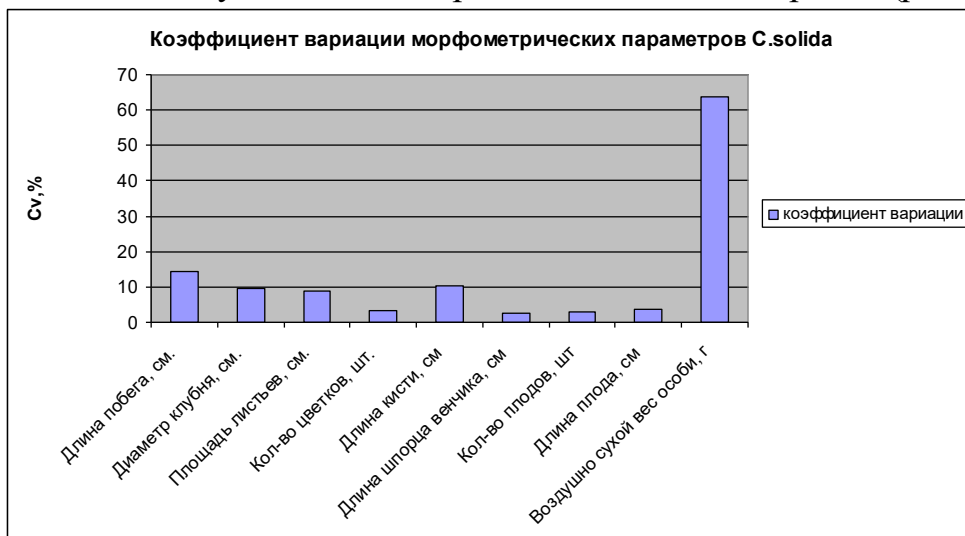


Рис.7. Кoeffициент вариации морфометрических признаков *C.solida*

Наиболее подвержены варьированию морфометрические параметры, характеризующие вегетативную сферу растения: воздушно сухой вес особи (максимальное значение коoeffициента вариации, равное 63,89%), длина побега и соцветия, диаметр клубня и площадь листьев. Наиболее стабильны параметры генеративной сферы: количество цветков в соцветии, длина шпорца (минимальное значение коoeffициента вариации, равное 2,74%), количество образовавшихся плодов и их длина.

Определение средних для экотонных смешанных лесов Скопинского района значений морфометрических показателей экземпляров *C.solida* показало, что они в целом не противоречат литературным данным [1, 5] о видовых особенностях растения и наиболее близки к ним параметры экземпляров ЦП₁. Для большей наглядности представим полученные результаты в виде диаграммы (рис.8)

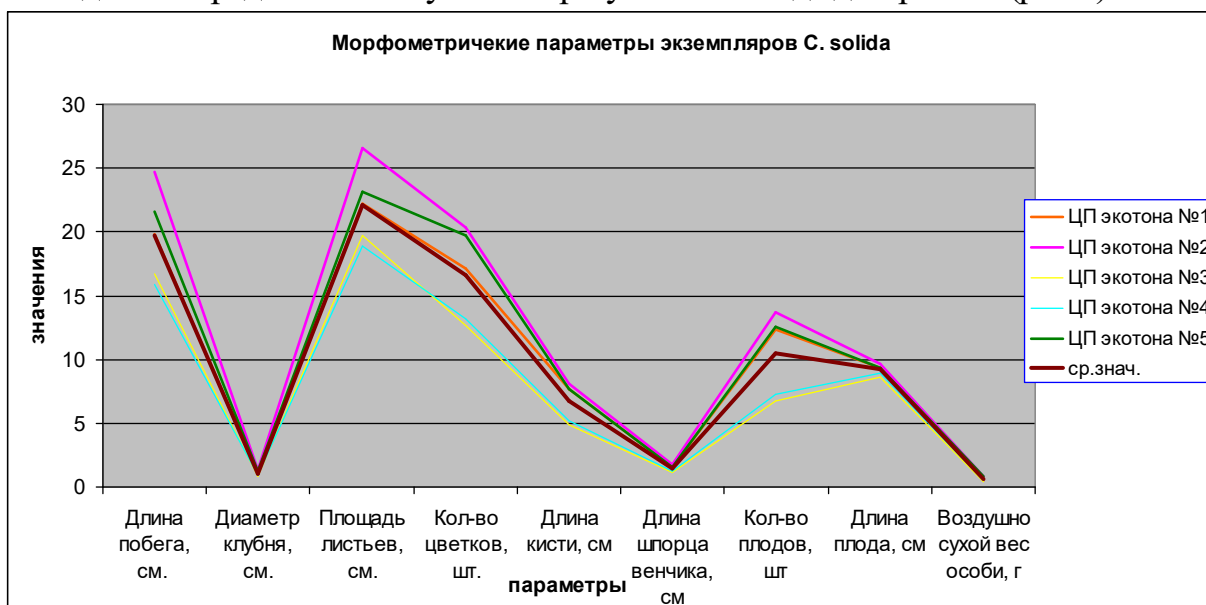


Рис.8. Морфометрические параметры экземпляров *C. solida*

Полученные данные позволяют утверждать, что в целом жизненное состояние ценопопуляций *C. solida* в условиях естественных экотонов существенно выше, чем в условиях экотонов антропогенных. Результаты определения морфометрических показателей растений данного вида в ЦП₁, ЦП₂, ЦП₃ практически по всем показателям превышают полученные нами средние значения параметров *C. solida* всех изученных экотонов смешанных лесов Скопинского района. Исключение составляет лишь величина воздушно сухого веса особи для экземпляров ЦП₁. Она несколько ниже определенного нами среднего значения.

Наиболее благоприятные эколого-фитоценоотические условия для произрастания указанного вида растений складываются в дубраве осиново – разнотравной (экотон №2) полутеневой структуры в полуосвещенном световом режиме и дубраве – ландышево – разнотравной, полутеневой структуры, находящейся в переходном от полутеневого к полуосвещенному световом режиме (экотон №5). Жизненность ценопопуляций *C. solida* участков №2 и №5 – хорошая. Менее благоприятные условия, приводящие к снижению жизненного состояния ценопопуляции, образовались в условиях осинника березового с единичными экземплярами сосны – черемухово – разнотравного. Это может объясняться, вероятно, большей конкуренцией растений, слагающих травяно-кустарничковый ярус биотопа, большим затенением экземпляров *C. solida* растениями древесного и кустарникового яруса, возникающим при полном разворачивании листвы. В целом, жизненное состояние данной ценопопуляции все же можно считать относительно хорошим.

В неблагоприятных эколого-фитоценоотических условиях сосняка – снытево – разнотравного и дубравы – бересклетово – снытево – разнотравной (полутеневой режим экотона №4, а также загрязнение почвы ионами металлов и значительное антропогенное воздействие на обоих участках) *C. solida* выживает в условиях конкуренции и способна длительно существовать в сообществах, но при этом снижаются линейные размеры экземпляров, процессы фотосинтеза (малая площадь листьев) и накопления питательных веществ (мелкие клубни, мало цветков). Увеличение антропогенной нагрузки в указанных экотонах (уплотнение и изменение химического состава почвы, сбор цветущих растений) также существенно снижает жизненность конкретных особей и ценопопуляций участков №3 и №4 в целом (их состояние удовлетворительное).

Результаты изучения семенной продуктивности молодых генеративных экземпляров *C. solida* представлены в таблице 9.

Таблица 9. Семенная продуктивность *gl*

	ЦП экотона №1	ЦП экотона №2	ЦП экотона №3	ЦП экотона №4	ЦП экотона №5	Ср. знач.
Кол-во семян, шт	15,81±0,18	18,34±0,26	8,28±0,10	10,82±0,19	15,26±0,22	13,7±0,19
Масса семян, мг	4,42±0,67	5,03±0,54	3,49±0,58	4,04±0,52	4,87±0,71	4,37±0,60
Кол-во семян, шт/м ²	115,88±0,17	110,04±0,19	22,02±0,25	36,03±0,31	96,59±0,22	70,99±0,23
Масса семян, мг/м ²	512,19±0,33	553,50±0,42	76,84±0,21	145,56±0,18	470,39±0,27	351,69±0,28

Среднее количество семян, образуемых единичной особью колеблется в диапазоне 8,28 – 18,34 шт, достигая максимального значения для экземпляров ЦП₂ и минимального – для растений в ЦП₃ при среднем показателе равном 13,7 шт.

Сравнивая полученные данные с результатами оценки массы семени, отметим, что в данном случае не наблюдается закономерной для большинства подобных исследований тенденции уменьшения количества семян в плоде и возрастания при этом их массы. Средняя масса семени *C.solida* в ЦП₃ минимальна – 3,49 мг. Максимальное значение отмечено для семян в ЦП₂. Установлено, что в условиях естественных экотонов *C.solida* образует на единицу площади такое количество семян, которое практически в 3,7 раза превышает соответствующие значения для антропогенно загруженных мест обитания. Средняя масса семян, образуемых *C.solida* на единицу площади, составляет 351,69 мг/м² при максимальной зафиксированном для ЦП₂ значении, равном 553,50 мг/м². Количество семян на единицу площади колеблется в диапазоне 22,02 – 115,88 шт/м² при среднем значении, равном 70,99 шт/м². Наибольшего значения этот показатель достигает в ценопопуляции осинника – черемухово – разнотравного, имеющей достаточно высокую плотность экземпляров *C.solida*. Отметим, что полученные значения семенной продуктивности молодых генеративных экземпляров хохлатки подчеркивают определяющее значение полового размножения в самоподдержании численности ценопопуляций рассмотренного вида растений.

3.5. Определение виталитетного состояния ценопопуляций *Corydalis solida*

Результаты общей оценки виталитетного состояния ценопопуляций *C. solida* в условиях естественных и антропогенных экотонов смешанных лесов Скопинского района представлены в таблице 10.

Таблица 10. Характеристика виталитетного типа ценопопуляций *C. solida*

ЦП	Доля экземпляров по классам виталитета, %			Q	I _Q	Виталитетный тип ценопопуляции
	высший (a)	средний (b)	низший (c)			
ЦП ₁	45,54	40,52	13,94	43,03	3,08	процветающая
ЦП ₂	46,45	40,17	13,38	43,31	3,23	процветающая
ЦП ₃	19,6	29,41	50,99	24,505	0,48	депрессивная
ЦП ₄	24,41	29,06	46,53	26,735	0,57	депрессивная
ЦП ₅	37,51	48,85	13,64	43,18	3,16	процветающая

Установлено, что ценопопуляции хохлатки плотной естественных экотонов осинника – черемухово – разнотравного, дубравы осиново – разнотравной, а также дубравы – ландышево – разнотравной по результатам проведенных исследований могут быть признаны процветающими. Среди них наиболее благополучной является ценопопуляция, произрастающая на восточной опушке смешанного леса возле с.Шелемишево. Данный факт подтверждает высказанные нами ранее предположения об относительно благоприятных условиях произрастания *C. solida*, сложившихся в указанном фитоценозе. В антропогенных экотонах сосняка – снытево – разнотравного и дубравы – бересклетово – снытево – разнотравной ценопопуляции *C. solida* испытывают существенное угнетение и являются депрессивными.

Полученные данные позволяют утверждать, что наиболее благоприятные эколого-фитоценотические условия для ценопопуляций *C. solida* складываются в условиях смешанного леса возле с.Шелемишево Скопинского района и восточной опушки смешанного лесного массива, принадлежащего Скопинскому лесничеству. Антропогенно нарушенные местообитания хохлатки плотной, расположенные на опушке соснового леса и возле просеки и грунтовой дороги у Скопинского лесничества не обеспечивают оптимальный комплекс условий для произрастания *C. solida*, что приводит к формированию на них депрессивных ценопопуляций.

Выводы

1. Местонахождение *C. solida* приурочено к смешанным лесам с участием *Quercus robur* L., *Populus tremula* L., *Tilia cordata* Mill. Кустарниковый ярус в указанных фитоценозах слабо выражен или отсутствует. Сопутствующими видами в травяном ярусе на момент полевых исследований являются *Ranunculus ficaria*, *Convallaria majalis* L., *Carex pilosa*, *Aegopodium podagraria*, *Pulmonaria obscura*, *Anemone ranunculoides*, *Viola canina* L. Экологический шифр биотопов имеет следующий вид:

$$\frac{Ч_{выш2СП_2}}{п/осв(2,5) - III(0,3)} \text{802Б+едС} \quad , \quad \frac{Ч_{выш2СП_2}}{п/тен(3) - III(0,3)} \text{7ДЗО} \quad , \quad \frac{Ч_{выш2СП_{1,5}}}{п/осв(4) - III(0,4)} \text{10С} \quad , \quad \frac{С_{ЛСГ_{2,5}}}{тен(2) - III(0,6)} \text{6Д2ЛК10} \quad , \quad \frac{С_{ЛСГ_1}}{п/тен(2,5) - III(0,4)} \text{7Д2ЛЮ}$$

2. Рассмотренные участки лесных опушек представляют собой естественные экотоны – №№1,2,5 и антропогенные экотоны – №3,4.

3. Для участков №3 и №4, подверженных антропогенному влиянию, установлено наличие в почве катионов железа и свинца, Сульфат-ионы обнаружены в почве всех экотонов, за исключением дубравы – ландышево – разнотравной.

4. В онтогенетическом спектре ценопопуляций *C. solida* присутствуют практически все возрастные состояния, что свидетельствует об их относительной динамической устойчивости в природных сообществах.

5. Возрастные спектры всех изученных ценопопуляций *C. solida* ярко выраженные левосторонние, одновершинные с доминированием особей в виргинильном состоянии и отсутствием стареющих и старых экземпляров (исключение; ценопопуляция экотона №2).

6. Ценопопуляции *C. solida* экотонов №1, №2, №4 и №5 относятся к молодому типу нормальных ценопопуляций. Ценопопуляция сосняка – снытево – разнотравного – к зреющему типу нормальных ценопопуляций.

7. Процессы самовосстановления численности в целом эффективно осуществляются во всех рассмотренных ценопопуляциях за счет семенного возобновления особей. Среднее значение индекса восстановления по всем экотонам составило 2,51, а индекса замещения – 2,48.

8. Жизненное состояние ценопопуляций *C. solida* дубравы осиново – разнотравной и дубравы – ландышево – разнотравной – хорошее, ценопопуляции *C. solida* осинника березового с единичными экземплярами сосны – черемухово – разнотравного – относительно хорошее, а ценопопуляций *C. solida* сосняка – снытево – разнотравного и дубравы – бересклетово – снытево – разнотравной – удовлетворительное.

9. Наиболее подвержены варьированию воздушно сухой вес особи ($C_v=63,89\%$), длина побега и соцветия, диаметр клубня и площадь листьев. Наиболее стабильны количество цветков в соцветии, длина шпорца ($C_v= 2,74\%$), количество образовавшихся плодов и их длина.

10. Количество семян *C. solida* на единицу площади в условиях Скопинского района колеблется в диапазоне 22,02 – 115,88 шт/м² при среднем значении, равном 70,99 шт/м². В условиях естественных экотонов семенная продуктивность молодых

генеративных экземпляров *C.solida* практически в 3,7 раза превышает соответствующие значения для антропогенно загруженных мест обитания.

11. Ценопопуляции *C. solida* естественных экотонов осинника – черемухово – разнотравного, дубравы осиново – разнотравной, а также дубравы – ландышево – разнотравной относятся к процветающему виталитетному типу (среднее значение $I_Q = 3,15$), а ценопопуляции антропогенных экотонов являются депрессивными (среднее значение $I_Q = 0,53$).

12. В относительно благоприятных эколого-фитоценологических условиях жизненность, продуктивность и виталитет ценопопуляций *C. solida* в целом хорошие, продолжительность онтогенеза возрастает, увеличивается число проростков и формируются экземпляры с двумя генеративными побегами, происходит партикуляция особей и переход к нисходящей ветви онтогенеза.

Заключение

Эфемероидность, стабильность ритмов онтогенеза, достаточно высокая семенная продуктивность, хорошая всхожесть семян, наличие запасных питательных веществ в клубнях, значительная плотность ценопопуляций являются механизмами поддержания численности вида в разных экологических и климатических условиях и обеспечивают хохлатке плотной (*Corydalis solida* L.) возможность реализации стресс-толерантного типа жизненной стратегии. Указанные особенности позволяют растениям данной систематической единицы выживать в условиях конкуренции с эволюционно более пластичными группами растений.

Гипотеза исследования получила подтверждение. В дальнейшем работа может быть продолжена в направлении более детального изучения особенностей размножения особей данного вида, рассмотрения механизмов онтогенеза и стратегий поведения *C. solida*, в том числе и в искусственных посадках.

Список литературы:

1. Биологическая флора Московской области / Под ред. В. Н. Павлова, Т. А. Работнова, В. Н. Тихомирова. -М.: Изд-во МГУ, 1990. - 272 с.
2. Борзова И.А., Самсель Н.В., Чистякова О.Н. Морфология растений. Введение в определение растений: Методическое пособие к практическому курсу.- М.: Изд-во Московского университета, 1972.-338с.
3. Белянина Е.В. Флора естественных и антропогенных экотонов Оренбургской области // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5.- С.33-37
4. Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. Определитель сосудистых растений центра европейской России. 2-е изд. дополн. и перер. -М.: Аргус, 1995, - 560 с.
5. Дорошенко Е.В. Особенности динамики возрастного состава ценопопуляций *Corydalis solida* (L.) Clairv. при разных типах сельскохозяйственного использования территории//Науч.зап.Гос. природоведч. музея. – Львов, 2009. – Вып. 25. – С. 71-76.
6. Жукова Л.А. Многообразие путей онтогенеза в популяциях растений // Экология. – 2001. – № 3. – С. 169-176.
7. Залетаев, В.С. Структурная организация экотонов в контексте управления// Экотоны в биосфере. - М.: РАСХН, 1997. - С.11-30.
8. Заугольнова Л.Б. Жукова Л.А., Комаров А.С., Смирнова О.В. Ценопопуляции растений. - М.: Наука, 1988. - 183 с.
9. Казакова М.В. Флора Рязанской области. - Рязань: Русское слово, 2004. - 388 с,
10. Мартыненко В.Б., Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Экотонный эффект: отражение в синтаксономии (на примере лесов Южного Урала)// Природная и антропогенная динамика наземных экосистем: матер. науч. конф. - Иркутск: Изд-во ИГТУ, 2005. - С. 20–22.
11. Неронов В. В. Развитие концепции экотонов и их роль в сохранении биологического разнообразия // Успехи современной биологии. - 2001. - Т. 121. - №4. - С. 323-336.
12. Ниценко А.А. Об изучении экологической структуры растительного покрова // Ботанический журнал. - 1969. - Т. 54. - № 7. - С. 1002–1014.
13. Одум Ю. Основы экологии. — М.: Мир, 1975. — 740 с.
14. Работнов Т.А. О виолентах, пациентах и эксплерентах // Бюл. МОИП. Отд. биол. - 1993. - Т.98., вып.5 - С. 119-122.
15. Работнов Т.А. Фитоценология. – М.: Просвещение, 1983. -296с.
16. Сборник описаний лабораторных работ для студентов специальности 280201 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов»/ сост.И.Е.Паршина – Сыктывкар: СЛИ, 2011. – 164с
17. Учебная экологическая практика (Ботаника с основами геоботаники): Методическое пособие для студентов /сост. Н.Ю.Кокорина – Ханты-Мансийск: Изд-во ЮГУ, 2003. -39с.
18. Фитоиндикация: экологические шкалы Элленберга / Электронный ресурс - <http://geoecograph.blogspot.com/2015/02/Fitoindikacija-jekologicheskie-shkaly-ellenberga.html>

19.Чернова Н.М.Экология 10(11)кл.: учеб.для общеобразоват. учреждений. – М.:Дрофа, 2011. - 302с.

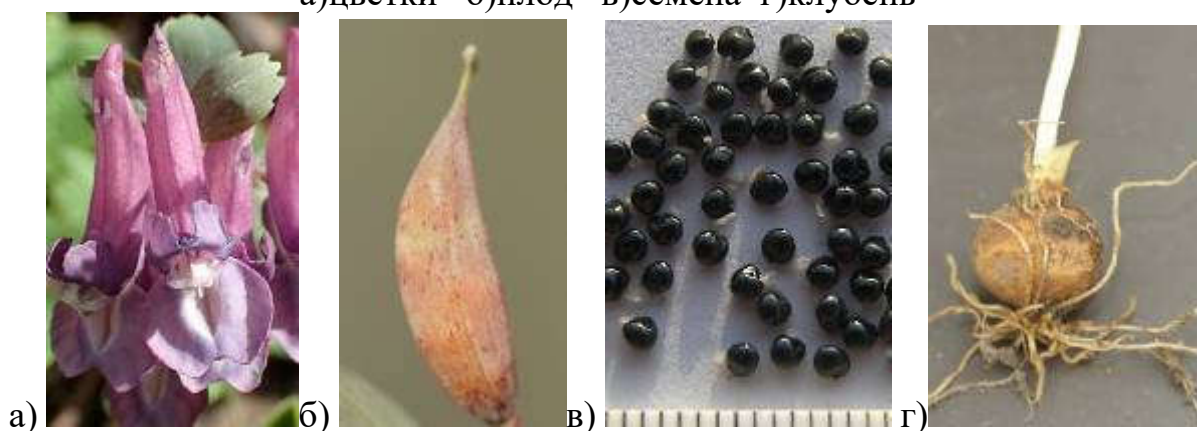
20.Школьный экологический мониторинг: Учебно-методическое пособие/ под.ред.Т.Я.Ашихминой.- М.:АГАР, 2000. -386с.

1. Внешний вид экземпляров *Corydalis solida*



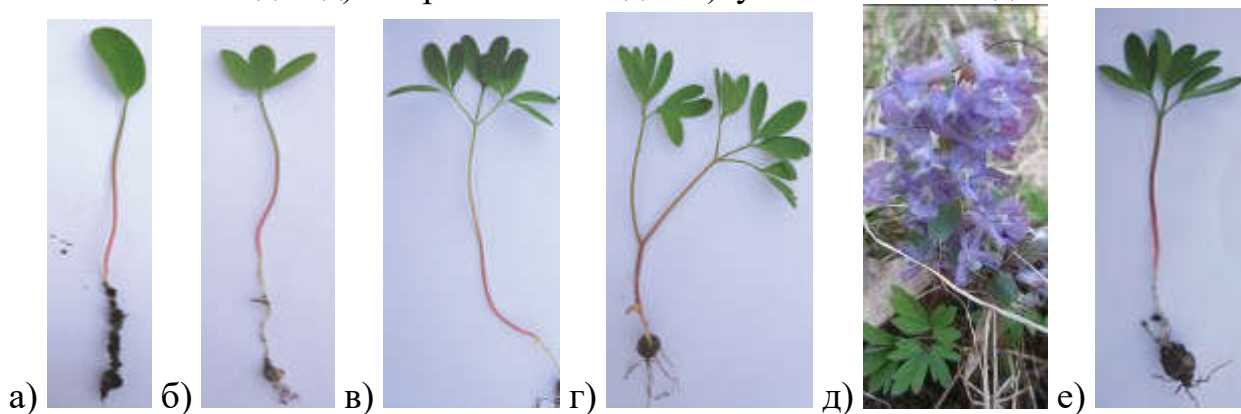
2. Отдельные органы растения

а)цветки б)плод в)семена г)клубень



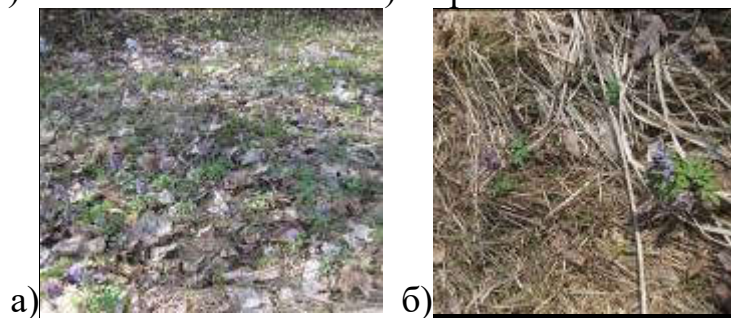
3. Этапы онтогенеза *Corydalis solida*

а)проросток б)имматурная стадия в)ювенильная стадия г)виргинильная стадия д)генеративная стадия е)субсенильная стадия



4. Фрагменты ценопопуляций

а)естественный экотон б)антропогенный экотон



1. Определение массы воздушно сухой особи



2. Химический анализ образцов почвы



3. Определение морфологических особенностей экземпляров

