

СТАТЬИ И СООБЩЕНИЯ

РЕСУРСЫ ПОЛЕЗНЫХ РАСТЕНИЙ

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И РЕСУРСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
*CALLUNA VULGARIS* (ERICACEAE)  
В НАРУШЕННЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ СЕВЕРО-ЗАПАДА  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

© О. В. Созинов<sup>1</sup>

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург  
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,  
Республика Беларусь

<sup>1</sup> E-mail: ledum@list.ru

По результатам исследований, проведенных на территории Гожско-Поречского военного полигона (Гродненский р-н, Гродненская обл., Республика Беларусь), установлены закономерности изменчивости морфо-ценотических и фитохимических параметров 10 ценопопуляций *Calluna vulgaris* на градиенте восстановления сухих сосняков после нарушений. Выявлено доминирование нелинейных зависимостей ценопопуляционных параметров *C. vulgaris* от экологических факторов. Наиболее высокие показатели урожайности сырья (генеративных побегов) и содержания суммы флавоноидов в растительном сырье характерны для ценопопуляций, формирующихся в условиях полного освещения при давности нарушения 6—10 лет. Определены условия ресурсно-фитохимического оптимума заготовки растительного сырья *C. vulgaris*. Установлен характер зависимости фитомассы сырья от проективного покрытия, длины побега и длины генеративной части побега *C. vulgaris*, что позволяет оперативно оценить урожайность.

Ключевые слова: ценотическая популяция, *Calluna vulgaris*, урожайность, биологически активные вещества, растительное сырье, экологические факторы.

Вереск обыкновенный *Calluna vulgaris* (L.) Hull — бореально-атлантический вид, широко распространенный в Европе [1]. Является одним из доминантов нижнего яруса сосновых лесов, сформированных на сухих песчаных подзолистых почвах, а также постпирогенных сообществ на торфяниках и песках, где часто образует чистые заросли — верещатники [2, 3]. В пределах Республики Беларусь *C. vulgaris* встречается повсеместно и занимает большие площади [3]. Являясь одним из ярко выраженных видов-пирофитов, активно возобновляющихся после пожаров, *C. vulgaris* формирует наиболее продуктивные ценопопуляции в нарушенных сообществах начальных стадий постпирогенных сукцессий [4, 5].

В надземной части растений *C. vulgaris* содержатся дубильные вещества, кумарины, фенолкарбоновые кислоты, гликозиды арбутин и эрикомин, фла-

воноиды, сапонины, алколоид эрикодинин, смолы, камеди, органические кислоты, каротин, соли кальция, калия, натрия и др. [6, 7]. *C. vulgaris* входит в фармакопеи ряда стран Западной Европы и широко используется в народной медицине в качестве противовоспалительного, диуретического и антибактериального средства при различных заболеваниях [7—9]. Экспериментальными исследованиями подтверждена антибактериальная активность водного экстракта [10]. Установлено, что экстракт, содержащий урсоловую и олеаноловую кислоты, проявляет антивирусную активность в отношении вируса гепатита С [11], дозозависимо защищает клетки сосудов эндотелия при УФ облучении [12].

В России предложен сбор «Гербанерв», в который входят побеги *C. vulgaris*, рекомендуемый для лечения нервных заболеваний, а также разработана технология приготовления спиртовой настойки побегов *C. vulgaris*, обладающей седативным эффектом [13]. В Беларуси планируется использование генеративных побегов *C. vulgaris* в практике научной медицины как лекарственного сырья [14]. Вследствие этого необходимы оценка запасов сырья вереска и разработка методов их рационального использования.

Цель работы — оценить морфо-ценотические и ресурсно-фитохимические параметры ценопопуляций *C. vulgaris* в фитоценозах на песчаных почвах, находящихся на разных стадиях демутиации после антропогенного воздействия.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в августе 2014 г. на территории Гожско-Поречского военного полигона, расположенного в окрестности д. Гожа Гродненского р-на Гродненской обл. Республики Беларусь (координаты по Universal Transverse Mercator (UTM): 34UFE<sub>3</sub>). Данная территория находится в границах подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов Неманско-Предполесского геоботанического округа [15]. Для полигона характерны частые локальные нарушения, связанные с пожарами и воздействием военной техники, вследствие чего на данной территории представлены фитоценозы, находящиеся на различных стадиях восстановительной сукцессии. Это позволило нам построить пространственно-временные ряды на основе подбора сходных по типу местобитания фитоценозов с разной давностью нарушения. Выбранные сообщества ранжировали по степени демутиации (давности пожара) на основе характера следов нарушения, параметров древостоя, подроста и подлеска: 1-й этап — 3—5 лет после пожара, 2-й этап — 6—8, 3-й этап — 9—12, 4-й этап — 13—15, 5-й этап — 16—20, 6-й этап — 21—24, 7-й этап — 25—30, 8-й этап — 32—36, 9-й этап — 37—42 и 10-й этап — 45—50 лет после пожара.

Геоботанические описания проводили по общепринятой методике [16]. К подросту относили молодые деревья до 1.3 м высотой [16]. Сквозистость полога древостоя (при его наличии) определяли глазомерно в процентах.

Исследовали 10 ценопопуляций (ЦП) *C. vulgaris* методом пробных площадей (ПП) размером 400 м<sup>2</sup>. Проективное покрытие всех видов растений живого напочвенного покрова определяли глазомерно на 20 учетных площадках размером 1 м<sup>2</sup>, заложенных в пределах ПП по диагоналям. На основе видового состава фитоценозов и проективного покрытия видов определяли значение экологических режимов, используя шкалы Д. Н. Цыганова [17]. Для определения рН почвы на каждой ПП отбирали почвенные образцы в пяти точках методом «конверта» и в лабораторных условиях проводили анализ с использованием 1н хлорида калия [18].

Анализ морфометрической изменчивости особей *C. vulgaris* осуществляли по таким параметрам, как высота побега, диаметр основания побега и длина генеративной части побега (сырьевая часть). На каждой ПП делали по 30 измерений каждого параметра. Возрастные состояния растений определяли по «Онтогенетическому атласу лекарственных растений» [19] в пределах учетных площадок. Тип ЦП определяли согласно методике, разработанной А. А. Урановым и О. В. Смирновой [20]. Сырьевую продуктивность (урожайность) оценивали методом учетных площадок: 20 площадок размером 1 м<sup>2</sup> [21]. Срезанные цветущие верхушки побегов подвергали воздушно-теневого сушке и взвешивали на электронных весах ВСТ-600/10.

Фитохимический анализ сырьевой части побегов проводили по стандартным методикам в 5-кратной повторности. Готовили экстракты из измельченных цветущих побегов на 70%-ном этиловом спирте [22]. Оптическую плотность исследуемых растворов измеряли на спектрофотометре РV1251. Суммарное содержание флавоноидов определяли следующим образом: к 0.1 мл экстракта добавляли 3 мл хлорида алюминия в этаноле и 0.1 мл 10%-ной уксусной кислоты. Оптическую плотность полученного раствора измеряли на спектрофотометре при длине волны 410 нм. В качестве контроля использовали раствор из 0.1 мл 96%-ного этилового спирта, 3 мл хлорида алюминия в этаноле и 0.1 мл 10%-ной уксусной кислоты. Суммарное содержание флавоноидов вычисляли по разности оптической плотности двух растворов.

Для определения суммарного содержания антоцианов к 1 мл экстракта добавляли 1 мл 0.5 н раствора соляной кислоты в 80%-ном этаноле и 1 мл 3 н раствора соляной кислоты в 96%-ном этаноле. Оптическую плотность измеряли при длине волны 550 нм. В качестве контроля использовали дистиллированную воду. Затем к полученному раствору добавляли 0.1 мл перекиси водорода, выдерживали 20—25 мин и снова проводили измерения при той же длине волны. Суммарное содержание антоцианов вычисляли на основе разности оптических плотностей двух растворов.

Для количественного определения суммарного содержания проантоцианидинов к 0.05 мл экстракта прибавляли 0.1 мл железного реактива (4.1 мл концентрированной соляной кислоты доводят до 25 мл водой и прибавляли 0.5 г железоаммонийных квасцов) и 2.85 мл 5%-ного раствора соляной кислоты в *n*-бутаноле, полученный раствор нагревали на водяной бане 1 ч. В качестве контроля брали тот же раствор без нагревания. Оптическую плотность, по которой рассчитывали суммарное содержание проантоцианидинов, измеряли при длине волны 550 нм [23—26].

При обработке данных использовали базовые статистические методы, корреляционный, дисперсионный и регрессионный анализы в программе Statistica 10.0. Для определения силы влияния факторов на параметры ценопопуляций *C. vulgaris* использован квадрат корреляционного отношения  $\eta^2$ , который представляет собой долю факториального варьирования признака от общего варьирования признака [27]. Критерий криволинейности ( $t_k$ ) связи параметров ценопопуляций с экологическими факторами устанавливали по Н. А. Плохинскому [27] и при  $t_k < 3$  связь принимали за условно прямолинейную.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследуемые растительные сообщества с участием *C. vulgaris* приурочены к олиготрофным и олиго-мезотрофным, кислым (рН 4.5—5.1) безазотным почвам с устойчивым увлажнением (от средне-степного до влажно-степного)

и уровнем освещенности от 50 до 100 % (табл. 1, 2). По шкалам Д. Н. Цыганова обследованные фитоценозы оказались наиболее дифференцированными по режиму увлажнения (от 7.1 до 8.7 баллов) и наиболее однородными по содержанию азота в почве и освещению ( $\Delta 0.5—0.7$ ) (табл. 2). По световому режиму все биотопы делятся на две группы: 1) мозаичные сосняки и сосново-мелколиственные леса вересково-мшистые (7—10-й этапы демутиации) со сквозистостью полога от 50 до 90 %; 2) открытые (уровень освещенности 100 %) постпирогенные фитоценозы на месте сведенных сухих сосняков (1—6-й этапы демутиации (табл. 1).

Подрост *Pinus sylvestris* отмечен только в сообществе, находящемся на 7-м этапе демутиации; его высота составляет в среднем  $1 \pm 0.01$  м, плотность — 100 экз./га. Подлесок сформировался только в лесных сообществах 9-го и 10-го этапов демутиации. В составе подлеска представлены *Juniperus communis* (высота 1.1—1.3 м, плотность 500—1000 экз./га) и *Frangula alnus* (плотность 100 экз./га).

Во всех ЦП встречаемость *C. vulgaris* составляла 100 %. Максимальные величины морфометрических, ценогических и ресурсных параметров ценопопуляций (табл. 3, 4) отмечены в условиях полного освещения при давности пожара 9—12 лет (ЦП 8). Минимальное покрытие (34 %) и урожайность ( $30.5 \text{ г/м}^2$ ) наблюдаются в ЦП 4, сформировавшейся в сосняке бруснично-вересково-мшистом с давностью пожара ~50 лет, сквозистостью полога 50 % и абсолютной полнотой древостоя  $27.5 \text{ м}^2/\text{га}$  (табл. 1, 3, 4), что согласуется с мнением К. Ф. Саевича [28] о том, что надземная масса *C. vulgaris* уменьшается по мере смыкания крон и увеличения плотности полога древостоя. Это подтверждается в наших исследованиях: появление подроста и дальнейшее формирование древесного яруса и соответственно уменьшение освещенности приводят к снижению морфометрических параметров, проективного покрытия и урожайности *C. vulgaris* (табл. 1, 3, 4; рисунок).

На основе дисперсионного анализа выявлено наличие дифференцированного влияния изученных факторов на морфо-ценогические и фитохимические характеристики ценопопуляций вереска ( $30 < \eta^2 < 83$  %) (табл. 5). Этап демутиации (степень восстановления) фитоценозов со всеми изменяющимися эколого-ценогическими факторами является определяющим для урожайности и проективного покрытия *C. vulgaris*:  $\eta^2 = 48—67$  % и  $49—57$  % соответственно. Следует отметить, что для указанных параметров ценопопуляций величины квадрата корреляционного отношения (сила влияния фактора,  $\eta^2$ ) и вектора ( $r$ ) к экологическим факторам сходны; исключение составляет величина  $\eta^2$  для проективного покрытия, которая является на 1—10 % более низкой.

Для ценогических и морфометрических характеристик отмечено доминирование нелинейных зависимостей ( $t_k < 3$ ) от экологических факторов на градиенте послепожарного восстановления фитоценозов с максимальными значениями на 3-м этапе демутиации (ЦП 8) при давности пожара 9—12 лет (табл. 3—5).

Зависимость урожайности от уровня сквозистости крон древостоя имеет линейный характер ( $\eta^2 = 45$  %,  $r = 0.65$ ,  $P < 0.05$ ,  $t_k = 1.25$ ). Сходная тенденция изменения, но менее четко выраженная зафиксирована и для проективного покрытия ( $r = 0.35$ ) (см. рисунок). Это подтверждает данные Ю. Д. Мищихиной и др. [29], а также И. В. Петровой и др. [30] о дифференцированном влиянии корневой и световой конкуренции древостоя на обилие и морфометрические параметры *C. vulgaris*. Оценка частных (по отдельным этапам демутиации) различий средних значений урожайности *C. vulgaris* на основе критерия наименьшей существенной разницы (НСР,  $P < 0.05$ ) показала их достоверность в

ТАБЛИЦА 1

## Таксационные характеристики древостоев и подроста в изученных сообществах

Table 1. Characteristics of stands and regrowth in studied communities

Этап демутации* Phase of demutation	Ценопопуляция Coenopulation	Фитоценоз Phytocoenosis	Формула древостоя** Stand composition	Число стволов, экз./га Stand density, ind./ga	Высота, м Height, m	Абсолютная площадь, м <sup>2</sup> /га Stand basal area, m <sup>2</sup> /ha	Сквозистость полога древостоя, % Light transmission of stand canopy, %	Подрост лиственных видов Regrowth of deciduous trees			
								<i>Populus tremula</i>		<i>Betula pendula</i>	
								Средняя высота, м Average height, m	Обилие, экз./га Density, ind./ga	Средняя высота, м Average height, m	Обилие, экз./га Density, ind./ga
4-й	7	<i>Calluna vulgaris</i> — <i>Pleuroosium schreberi</i>	—	—	—	—	100	0.4 ± 0.02	325	—	—
5-й	6	<i>Calluna vulgaris</i> + <i>Calamagrostis epigeios</i> — [ <i>Pleuroosium schreberi</i> , <i>Dicranum polysetum</i> ]	—	—	—	—	100	0.6 ± 0.02	1375	0.5 ± 0.02	250
6-й	5	<i>Calluna vulgaris</i> — <i>Pleuroosium schreberi</i>	—	—	—	—	100	0.7 ± 0.008	1950	0.5 ± 0.04	150
7-й	1	<i>Pinus sylvestris</i> — <i>Calluna vulgaris</i> — <i>Pleuroosium schreberi</i>	10C	350	1.9 ± 0.2	1.5	90	—	—	—	—
8-й	3	<i>Populus tremula</i> + <i>Pinus sylvestris</i> — <i>Calluna vulgaris</i> + <i>Vaccinium vitis-idaea</i> — <i>Pleuroosium schreberi</i>	50с3С2Б	300	7.6 ± 0.7	7.5	60	0.6 ± 0.04	150	—	—
9-й	2	<i>Pinus sylvestris</i> + <i>Populus tremula</i> — <i>Calluna vulgaris</i> + <i>Vaccinium vitis-idaea</i> — <i>Pleuroosium schreberi</i>	5С30с2Б	300	10.3 ± 0.8	12.5	70	0.8 ± 0.08	300	—	—
10-й	4	<i>Pinus sylvestris</i> — <i>Calluna vulgaris</i> + <i>Vaccinium vitis-idaea</i> — [ <i>Pleuroosium schreberi</i> , <i>Dicranum polysetum</i> ]	10C	275	18.7 ± 2.9	27.5	50	—	—	—	—

Примечание. \* — в табл. 1—4 и 6 этапы демутации: 1 — 3—5 лет, 2 — 6—8, 3 — 9—12, 4 — 13—15, 5 — 16—20, 6 — 21—24, 7 — 25—30, 8 — 32—36, 9 — 37—42, 10 — 45—50 лет после пожара. \*\* С — *Pinus sylvestris*, Ос — *Populus tremula*, Б — *Betula pendula*.

Note. \* in tables 1—4 and 6 phase of demutation: 1 — 3—5 years, 2 — 6—8, 3 — 9—12, 4 — 13—15, 5 — 16—20, 6 — 21—24, 7 — 25—30, 8 — 32—36, 9 — 37—42, 10 — 45—50 years after fire. \*\* С — *Pinus sylvestris*, Ос — *Populus tremula*, Б — *Betula pendula*.

ТАБЛИЦА 2

Экологическая характеристика исследованных сообществ  
с участием *Calluna vulgaris*

Table 2. Ecological characteristics of the studied communities with *Calluna vulgaris*

Этап демуляции Phase of demutation	Ценопопуляция Cenopopulation	Фитоценоз Phytocenosis	Уровни экологических факторов, балл (по Д. Цыганову, 1983) Levels of environmental factors, point (by Tsyganov D., 1983)					
			увлажнение humidification	трофность почв soil fertility	богатство почв азотом abundance of nitrogen in the soil	pH	освещенность light	переменность увлажнения variability of moisture
1-й	10	<i>Calluna vulgaris</i> — <i>Polytrichum juniperinum</i>	8.7	4.3	2.8	3.1	2.7	2.9
2-й	9	То же	7.4	3.8	2.5	3.3	2.3	2.5
3-й	8	<i>Calluna vulgaris</i> — <i>Pleurosium schreberi</i>	7.5	4.2	2.4	3.4	2.4	2.1
4-й	7	То же	8.1	4.1	2.7	3.8	2.4	2.2
5-й	6	<i>Calluna vulgaris</i> + <i>Calamagrostis epigeios</i> — [ <i>Pleurosium schreberi</i> , <i>Dicranum polysetum</i> ]	8.2	3.8	2.4	3.5	2.5	2.0
6-й	5	<i>Calluna vulgaris</i> — <i>Pleurosium schreberi</i>	7.1	3.4	2.3	3.2	2.2	1.7
7-й	1	<i>Pinus sylvestris</i> — <i>Calluna vulgaris</i> — <i>Pleurosium schreberi</i>	7.8	3.7	2.3	3.5	2.5	1.4
8-й	3	<i>Populus tremula</i> + <i>Pinus sylvestris</i> — <i>Calluna vulgaris</i> + <i>Vaccinium vitis-idaea</i> — <i>Pleurosium schreberi</i>	8.4	3.9	2.5	3.6	2.6	1.9
9-й	2	<i>Pinus sylvestris</i> + <i>Populus tremula</i> — <i>Calluna vulgaris</i> + <i>Vaccinium vitis-idaea</i> — <i>Pleurosium schreberi</i>	8.1	3.4	2.3	2.8	2.6	1.9
10-й	4	<i>Pinus sylvestris</i> — <i>Calluna vulgaris</i> + <i>Vaccinium vitis-idaea</i> — [ <i>Pleurosium schreberi</i> , <i>Dicranum polysetum</i> ]	7.4	3.1	2.1	2.6	2.4	1.6

3 группах сообществ: 1 — сообщества начального периода восстановления (1, 2, 4—6-й этапы демуляции) до формирования древесного яруса (100%-ная освещенность), 2 — сообщество 3-го этапа демуляции (ресурсный максимум, 10 лет после нарушения), 3 — сообщества 7—10-го этапов демуляции (редины и сомкнутые лесные фитоценозы).

По проективному покрытию *C. vulgaris* достоверно различаются лишь 2 группы сообществ: 1 — максимальное покрытие отмечается в сообществах 2—3-го этапов демуляции (6—12 лет после нарушения) при 100%-ной освещенности; 2 — более низкое покрытие характерно для 1-го и 4—10-го этапов

ТАБЛИЦА 3

**Изменчивость морфометрических параметров *Calluna vulgaris*  
в исследуемых фитоценозах**

**Table 3. Variability of morphometric parameters of *Calluna vulgaris*  
in the studied plant communities**

Морфометрические параметры Morphometric parameters	$M \pm m$	$\sigma$	$C_V, \%$	Этап демутации Phase of demutation	Ценопо- пуляция Coenopo- pulation
Высота надземного побега, см Height of aerial shoot, cm	17.9 ± 1.0	5.479429	30.61	1-й	10
	42.6 ± 1.0	5.262751	12.35	2-й	9
	55.4 ± 1.2	6.419170	11.59	3-й	8
	32.3 ± 0.7	4.035617	12.49	4-й	7
	36.3 ± 1.2	6.701261	18.46	5-й	6
	37.1 ± 1.2	6.681679	18.01	6-й	5
	36.7 ± 1.2	6.601637	17.97	7-й	1
	35.6 ± 1.3	7.246799	20.33	8-й	3
	37.9 ± 1.3	6.846763	18.08	9-й	2
	39.1 ± 1.2	6.475063	16.57	10-й	4
Диаметр основания побега, см Diameter of the base of shoot, cm	0.19 ± 0.01	0.476156	25.73	1-й	10
	0.28 ± 0.01	0.664364	23.72	2-й	9
	0.42 ± 0.02	1.156690	27.54	3-й	8
	0.42 ± 0.02	0.097806	23.38	4-й	7
	0.39 ± 0.02	0.087276	22.40	5-й	6
	0.38 ± 0.02	0.111675	29.14	6-й	5
	0.37 ± 0.02	0.110394	29.18	7-й	1
	0.37 ± 0.02	0.102217	27.63	8-й	3
	0.34 ± 0.02	0.113778	33.30	9-й	2
	0.41 ± 0.02	0.109137	26.73	10-й	4
Длина верхушечного соцветия (сырьевая часть), см Length of apical inflorescence (resource part), cm	4.5 ± 0.3	1.479360	32.63	1-й	10
	7.7 ± 0.4	2.218004	28.93	2-й	9
	11.3 ± 0.4	2.394678	21.19	3-й	8
	7.9 ± 0.4	2.002943	25.41	4-й	7
	7.7 ± 0.4	2.170862	28.32	5-й	6
	6.3 ± 0.4	2.116167	33.77	6-й	5
	6.0 ± 0.4	2.059182	34.13	7-й	1
	6.0 ± 0.4	1.973677	32.71	8-й	3
	5.0 ± 0.4	2.326509	46.22	9-й	2
	6.3 ± 0.3	1.863133	29.42	10-й	4

Примечание.  $M$  — среднее значение,  $m$  — стандартная ошибка среднего,  $\sigma$  — стандартное отклонение,  $C_V$  — коэффициент вариации.

Note.  $M$  — mean,  $m$  — standard error of the mean,  $\sigma$  — standard deviation,  $C_V$  — coefficient of variation.

демутации, т. е. раннего этапа восстановления и периода формирования древесного яруса.

По урожайности и обилию на градиенте сквозистости на основе критерия НСР достоверно ( $P < 0.05$ ) выявляются две совокупности ценопопуляций: 1 — сформировавшиеся в условиях полного освещения и 2 — сформировавшиеся под пологом леса.

ТАБЛИЦА 4

Возрастная и ресурсная характеристика ценопопуляций *Calluna vulgaris*Table 4. Age and resource characteristics of the coenopopulations of *Calluna vulgaris*

Этап демутации Phase of demutation	Ценопопуляция Coenopopulation	Доля особей разных возрастных состояний, % Share of individuals of different ontogenetic stages, %						Проективное покрытие, % Projective cover, %	Урожайность воздушно-сухого сырья, г/м <sup>2</sup> Yield of air-dry raw materials, g/m <sup>2</sup>
		<i>im</i>	<i>v</i>	<i>g</i> <sub>1</sub>	<i>g</i> <sub>2</sub>	<i>g</i> <sub>3</sub>	<i>ss</i>		
1-й	10	7	17	55	21	0	0	43.8 ± 2.5	76.4 ± 3.7
2-й	9	0	15	8	26	16	50	60.3 ± 4.1	88.2 ± 6.7
3-й	8	0	19	0	14	56	11	94.0 ± 2.3	129.6 ± 6.7
4-й	7	0	5	19	61	13	2	48.5 ± 3.4	74.3 ± 4.8
5-й	6	0	17	8	20	33	22	43.0 ± 3.6	68.9 ± 2.6
6-й	5	0	9	15	25	36	15	42.3 ± 4.2	87.2 ± 3.3
7-й	1	0	14	7	36	30	13	42.8 ± 4.1	56.4 ± 5.0
8-й	3	0	5	19	23	41	12	40.8 ± 1.9	41.5 ± 1.7
9-й	2	0	9	28	30	22	11	38.5 ± 2.5	45.9 ± 3.7
10-й	4	0	10	38	50	2	0	34.0 ± 2.5	30.5 ± 2.2

Примечание. Возрастное состояние: *im* — имматурные, *v* — виргинильные, *g*<sub>1</sub> — молодые генеративные, *g*<sub>2</sub> — зрелые генеративные, *g*<sub>3</sub> — стареющие генеративные, *ss* — субсенильные растения.

Note. Ontogenetic stage: *im* — immature, *v* — virginal, *g*<sub>1</sub> — young generative, *g*<sub>2</sub> — mature generative, *g*<sub>3</sub> — aging generative, *ss* — subsenile.

По онтогенетическому спектру большинство лесных ЦП *C. vulgaris* — зрелые, за исключением стареющей ЦП 3 (табл. 4). Онтогенетические спектры ЦП открытых местообитаний более разнообразны. К зрелым относится ЦП 7 (редина), к стареющим — ЦП 5, 6 и 8; молодой является ЦП 10 в сообществе, находящемся на самой ранней стадии восстановления после пожара (1-й этап демутации). Повышенная доля участия молодых особей в сложении ценопопуляций на начальных стадиях вторичной сукцессии подтверждается результатами по семенному возобновлению *C. vulgaris* после пожаров в сосняках зеленомошных Западной Сибири [5].

Величина коэффициента вариации морфометрических параметров особей в ЦП *C. vulgaris* варьирует в широком диапазоне: от низкой до высокой ( $C_v = 12.5—46.2\%$ ). Высота побегов в зависимости от условий произрастания изменялась от 17.9 до 55.4 см (табл. 3), что не выходит за рамки изменчивости в пределах ареала вида [5, 31, 32]. Максимальная высота побегов (55.4 см) и длина соцветия (11.3 см) отмечена в ЦП 8 в условиях 100%-ного освещения при давности пожара 9—12 лет (3-й этап демутации). Минимальная высота побегов и длина соцветия (4.5 см) зафиксированы в наиболее молодой ЦП 10, сформировавшейся в условиях открытого биотопа с давностью воздействия пожара и военной техники 3—5 лет (1-й этап демутации). Выявлена согласованная изменчивость высоты побегов *C. vulgaris* и длины соцветия ( $r = 0.53$ ), а также высоты и диаметра основания побега ( $r = 0.61$ ).

Высота побега по сравнению с диаметром побега и длиной соцветия в большей степени зависит от эдафических факторов (увлажнения, трофности,



ТАБЛИЦА 5

Влияние экологических факторов\*  
и степени демутации фитоценоза на морфо-ценотические  
и фитохимические параметры *Calluna vulgaris*  
( $P < 0.05$ , число степеней свободы фактора 7—9,  $t_k > 3$ )

Table 5. Influence of environmental factors and demutation  
degree of phytocenosis on the morpho-coenotical  
and phytochemical parameters of *Calluna vulgaris*  
( $P < 0.05$ ,  $df = 7-9$ ,  $t_k > 3$ )

Параметры ценопопуляций Coenopopulation parameters	Сила воздействия фактора $\eta^2$ , % Impact of environmental factor $\eta^2$ , %
Длина генеративной части побега Length of generative part of shoot	31—45
Высота побега Height of plant shoot	42—67
Диаметр основания побега Diameter of the base of plant shoots	29—34
Урожайность Yield	48—67
Проективное покрытие Projective cover	49—57
Сумма фенольных соединений Sum of phenolic compounds	34—71
Сумма флавоноидов Sum of flavonoids	70—83

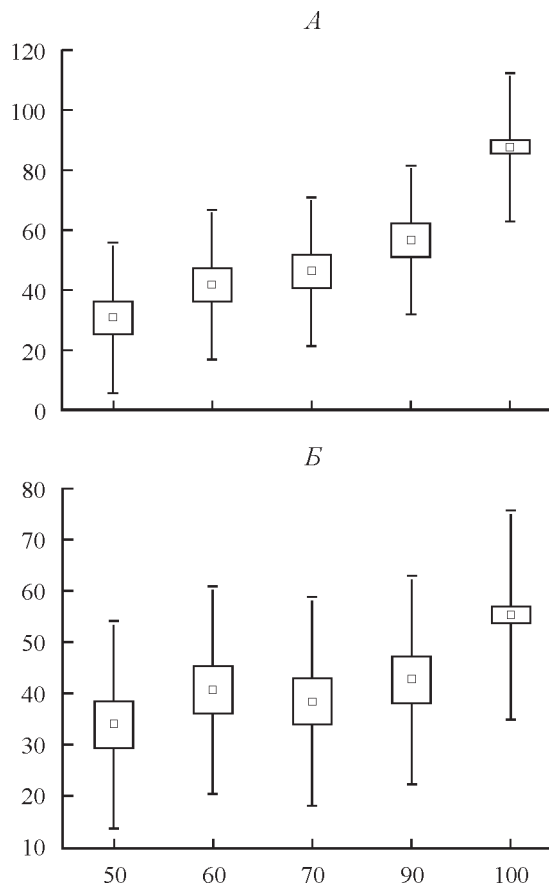
Примечание. \* — экологические факторы: увлажнение, трофность, переменность увлажнения, кислотность.

Note. \* — environmental factors: moisture, soil fertility, the variability of moisture, acidity.

кислотности, переменности увлажнения), а также степени демутации фитоценоза. Для высоты побега  $\eta^2$  составляет 42—67 %, тогда как для длины соцветия — 31—45, а для диаметра побегов — 29—34 % (табл. 5).

Сравнение средних значений морфометрических параметров особей *C. vulgaris* на основе критерия НСР ( $P < 0.05$ ) показало, что они достоверно различаются в ЦП, сформировавшихся на 3 разных этапах восстановительной динамики: 1 — молодая ценопопуляция с наиболее низкими значениями параметров в сообществе 1-го этапа демутации; 2 — ценопопуляция с максимальными значениями параметров в сообществе 3-го этапа демутации (полная освещенность), 3 — ценопопуляции со средними значениями параметров в сообществах 4—10-го этапов демутации (наличие подроста и древостоя). Таким образом, в сообществах на песках вегетативные и генеративные органы *C. vulgaris* достигают максимального развития примерно через 10 лет после нарушения биотопа.

Оценка влияния сквозистости показала, что морфометрические параметры особей *C. vulgaris* достоверно различаются в двух группах ценопопуляций, сформировавшихся: 1 — в условиях 100%-ного освещения и 2 — под пологом леса.



Изменение урожайности (А) и проективного покрытия (Б) ценопопуляций *Calluna vulgaris* по градиенту освещенности.

По горизонтали — сквозистость полога древостоя, %; по вертикали: А — урожайность, г/м<sup>2</sup>; Б — проективное покрытие, %.

Change of yield (A) and projective cover (B) of *Calluna vulgaris* coenopopulations on light gradient.

X-axis — light transmission of stand canopy, %; y-axis: A — productivity, g/m<sup>2</sup>; B — projective cover, %.

При анализе данных по суммарному содержанию флавоноидов в сырье *C. vulgaris* отмечено, что повышенные значения этого показателя характерны для хорошо освещенных зарослей: верещатников и для сообществ начальных стадий восстановления древостоя (ЦП 1, 5, 9); максимум наблюдается на раннем этапе восстановления в наиболее молодой ценопопуляции (ЦП 10) (табл. 6). Это, вероятно, обусловлено влиянием светочувствительного белка фитохрома на синтез и накопление флавоноидов в вегетативных органах растений, поскольку образующийся под воздействием света фитохром способствует усилению каталитической активности фенилаланинаммиаклиазы, которая в свою очередь катализирует образование флавоноидов [33].

Установлена положительная связь суммарного содержания флавоноидов с уровнем трофности ( $r = 0.40$ ,  $\eta^2 = 70\%$ ,  $P < 0.05$ ), содержанием азота в почве

ТАБЛИЦА 6

Суммарное содержание некоторых групп биологически активных веществ  
в сырье *Calluna vulgaris* ( $M \pm m, n = 5$ )

Table 6. The total content of several groups of biologically active substances  
in *Calluna vulgaris* raw materials ( $M \pm m, n = 5$ )

Этап дему- тации Phase of de- mutation	Ценопо- пуляция Coenopo- pulation	Флавоноиды, % Flavonoids, %	Проантоци- анидины, % Proantho- cyanidins, %	Антоцианы, % Anthocyanins, %	Фенольные соединения, мг/г Phenolic compounds, mg/g
1-й	10	3.7 ± 0.2	3.3 ± 0.8	0.07 ± 0.00	67.3 ± 4.8
2-й	9	2.3 ± 0.1	4.8 ± 0.3	0.09 ± 0.01	58.2 ± 3.0
3-й	8	1.8 ± 0.1	3.2 ± 0.4	0.08 ± 0.00	53.9 ± 1.9
4-й	7	2.3 ± 0.1	2.4 ± 0.2	0.08 ± 0.00	51.8 ± 3.3
5-й	6	1.8 ± 0.1	2.7 ± 0.7	0.06 ± 0.01	46.5 ± 0.7
6-й	5	2.4 ± 0.1	2.7 ± 0.5	0.09 ± 0.00	76.2 ± 0.6
7-й	1	2.5 ± 0.2	3.4 ± 1.0	0.11 ± 0.01	76.6 ± 4.5
8-й	3	1.7 ± 0.0	2.7 ± 0.3	0.06 ± 0.01	61.6 ± 4.5
9-й	2	1.4 ± 0.0	2.0 ± 0.2	0.06 ± 0.01	63.3 ± 1.2
10-й	4	1.9 ± 0.0	5.4 ± 1.7	0.08 ± 0.01	61.7 ± 0.7

( $r = 0.56, \eta^2 = 64 \%, P < 0.05$ ), переменностью увлажнения ( $r = 0.50, \eta^2 = 82 \%, P < 0.05$ ) и отрицательная — с этапом послепожарной демутиации ( $r = -0.56, \eta^2 = 83.5 \%, P < 0.05$ ); т. е. по мере формирования лесных фитоценозов после нарушения уменьшается содержание флавоноидов в лекарственном растительном сырье *C. vulgaris*. Для суммарного содержания флавоноидов характерна, хотя и неярко выраженная, нелинейная зависимость от экологических факторов на градиенте восстановления фитоценозов с максимальной величиной на первом этапе демутиации (табл. 6). Связь суммарного содержания флавоноидов с уровнем освещенности аналогична связи показателя урожайности *C. vulgaris*, т. е. прямолинейна ( $t_k = 1.17$ ). Однако максимумы по урожайности ЛРС и содержанию в нем биологически активных веществ на градиенте послепожарной динамики фитоценозов и ценопопуляций *C. vulgaris* не совпадают (табл. 4, 6).

На содержание антоцианов в ЛРС *C. vulgaris* относительно большее влияние оказывает увлажнение почв ( $r = -0.40, \eta^2 = 41 \%, P < 0.05$ ) и уровень освещенности ( $\eta^2 = 31 \%, P < 0.05$ ), что подтверждает ранее полученные нами данные по *C. vulgaris* в схожих биотопах, но в других погодных условиях [34]. Наиболее высокий уровень накопления антоцианов и фенольных соединений выявлен в ЦП 1, сформировавшейся в руднике со сквозистостью 90 % (табл. 6).

В связи с тем что для оперативной оценки урожайности лекарственных, пищевых и кормовых растений необходима разработка экспресс-диагностик плотности запаса сырья с помощью нетрудоемких для определения параметров (высота побегов, проективное покрытие и др.) [35], мы провели регрессионный анализ связи между урожайностью ЛРС и морфо-ценотическими параметрами *C. vulgaris* (табл. 7). Проективный объем нами рассчитан, по данным П. А. Гиштовт, А. И. Ровкач [35], как произведение среднего проективного покрытия и высоты надземных побегов, ресурсный объем — как произведение средней длины генеративного побега (сырьевая часть) и проективного покрытия *C. vulgaris*. Сравнение полученных уравнений показало достаточно высокую точность при использовании показателей длины ресурсной части по-

ТАБЛИЦА 7

Расчетная и фактическая фитомасса сырья *Calluna vulgaris* ( $P < 0.05$ )Table 7. Estimated and actual phytomass of *Calluna vulgaris* raw materials ( $P < 0.05$ )

Регрессионное уравнение Regression equation	$r$	$r^2$	Средняя масса растительного сырья, г/м <sup>2</sup> The average weight of raw materials, g/m <sup>2</sup>		Разность между расчетными и фактическими данными, г The difference between estimated and actual data, g
			расчетная estimated	фактическая actual	
$m = 19.4328 + 1.0204 Pc$	0.69	0.49	$69.2 \pm 5.6$	$69.9 \pm 2.4$	0.7
$m = 35.9378 + 0.01178 Pv$	0.77	0.59	$58.4 \pm 4.6$		11.5
$m = -4.6778 + 10.8541 Lr$	0.73	0.53	$69.9 \pm 6.6$		<0.01
$m = 37.125 + 0.0907 Vr$	0.83	0.69	$69.9 \pm 7.5$		<0.01

Примечание.  $m$  — воздушно-сухая масса сырья, г/м<sup>2</sup>;  $Pc$  — проективное покрытие, % (см<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>);  $Pv$  ( $Pc \cdot h$ ) — проективный объем, см<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>;  $h$  — высота надземного побега, см;  $Lr$  — длина ресурсной части побега, см;  $Vr$  ( $Pc \cdot Lr$ ) — ресурсный объем, см<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>.

Note.  $m$  — air-dry weight of raw materials, g/m<sup>2</sup>;  $Pc$  — projective cover, % (cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>);  $Pv$  ( $Pc \cdot h$ ) — projective volume, cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>;  $h$  — height of aerial shoot, cm;  $Lr$  — length of the resource part of the shoot, cm;  $Vr$  ( $Pc \cdot Lr$ ) — resource volume, cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.

бега и проективного покрытия. Сходные результаты возможно получить и при использовании в оценке урожайности ЛРС только проективного покрытия (табл. 7).

Таким образом, на основе анализа изменчивости ресурсной фитомассы *C. vulgaris* и содержания в ней флавоноидов в серии сообществ, сформировавшихся на месте сухих сосняков после пожаров давностью от 3 до ~50 лет, выявлен фитоценотический оптимум заготовки ЛРС этого вида. Он определен с учетом несовпадения максимальной урожайности и содержания биологически активных веществ в ЛРС [36]. Оптимальными для заготовки ЛРС *C. vulgaris* являются верещатники, формирующиеся на первых этапах восстановления лесных фитоценозов (до 6—10 лет после нарушения). Эти сообщества оптимальны и с точки зрения восстановления ценопопуляции после заготовки — наиболее интенсивно семенное возобновление *C. vulgaris* происходит в первые десять лет после пожара [5].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ эколого-ценотической и ресурсной изменчивости ценопопуляций *Calluna vulgaris* (L.) Hull в условиях антропогенно нарушенных сухих сосняков на территории Республики Беларусь показал, что этот вид относится к факультативным гелиофитам, предпочитающим сильно кислые, безазотные почвы с устойчивой переменностью увлажнения.

Наиболее высокие ресурсные показатели (урожайность генеративных побегов, проективное покрытие, суммарное содержание некоторых групп фенольных соединений) выявлены в максимально освещенных ценопопуляциях, формирующихся на первых этапах восстановительной сукцессии (6—10 лет после нарушения).

На градиенте восстановления фитоценозов в интервале давности нарушения 3—50 лет выявлена существенная изменчивость морфометрических пара-

метров ценопопуляций *C. vulgaris* (высота побега от 17.9 до 42.6 см, диаметр основания от 0.19 до 0.42 см, длина верхушечного соцветия от 5.0 до 11.3 см), а также облилия (проективное покрытие от 31 до 94 %, ресурсная фитомасса от 30 до 130 г/м<sup>2</sup>) и суммарного содержания флавоноидов (1.4—3.7 %). Максимальные значения морфо-ценотических параметров наблюдаются через 9—12 лет после нарушения биотопа в условиях полного освещения и отсутствия подроста древесных видов.

Для большинства ценотических, морфологических и фитохимических параметров *C. vulgaris* отмечена нелинейная связь с грациями экологических факторов ( $t_k > 3$ ).

Установленные регрессионные зависимости фитомассы сырья от морфо-ценотических параметров позволяют ориентировочно оценить урожайность *C. vulgaris* в верещатниках и сухих сосняках на песках на больших территориях.

Выявлен ресурсно-фитохимический оптимум заготовки лекарственного растительного сырья *C. vulgaris*, который в условиях антропогенно-нарушенных сухих сосняков формируется на первых этапах восстановления фитоценозов (6—10 лет после нарушения).

## БЛАГОДАРНОСТЬ

Выражаю благодарность М. М. Благущка за помощь в проведении исследований.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богдановская-Гиенэф И. Д. О происхождении флоры бореальных болот Евразии // Материалы по истории флоры и растительности СССР. Вып. II. М.; Л., 1946. С. 425—468.
2. Горчаковский П. Л. География, экология и история формирования ареала *Calluna vulgaris* // Бот. журн. 1962. Т. 47, № 9. С. 1244—1257.
3. Определитель высших растений Беларуси / Под ред. В. И. Парфенова. Минск, 1999. 471 с.
4. Whittaker E., Gimingham C. H. The effects of fire on the regeneration of *Calluna vulgaris* (L.) Hull from seed // J. Ecol. 1962. Vol. 50. P. 815—822.
5. Санникова Н. С., Мишихина Ю. Д., Черепанова О. Е. Особенности семенного возобновления *Calluna vulgaris* в среднетаежном сосняке-зеленомошнике // Теоретические и прикладные аспекты современной науки: Сб. науч. тр. по материалам V Междунар. науч.-практ. конф. 30 ноября 2014 г. Белгород, 2014. Ч. I. С. 143—147.
6. Яковлева И. М., Созинов О. В. Фитохимическая характеристика ценопопуляций *Calluna vulgaris* (L.) Hull // Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура: Материалы III Междунар. науч.-практ. конф. Мозырь, 2007. Ч. 2. С. 171.
7. Растительные ресурсы России. Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 2: Семейства Actinidiaceae-Malvaceae, Euphorbiaceae-Haloragaceae / Отв. ред. А. Л. Буданцев. СПб.; М., 2009. 513 с.
8. Растительные ресурсы СССР. Т. 2. Л., 1986. 336 с.
9. Энциклопедический словарь лекарственных растений и продуктов животного происхождения / Под ред. Г. П. Яковлева, К. Ф. Блиновой. СПб., 1999. 407 с.

10. Vučić D. M., Petković M. R., Rodić-Grabovac B. B., Stefanović O. D., Vasić S. M., Comić L. R. In vitro activity of heather [*Calluna vulgaris* (L.) Hull] extracts on selected urinary tract pathogens // *Bosn. J. Basic. Med. Sci.* 2014. Vol. 14, N 4. P. 234—238.
11. García-Risco M. R., Vázquez E., Sheldon J., Steinmann E., Riebeschl N., Fornari T., Reglero G. Supercritical fluid extraction of heather (*Calluna vulgaris*) and evaluation of anti-hepatitis C virus activity of the extracts // *Virus Res.* 2015. Vol. 198. P. 9—14.
12. Olteanu D., Baldea I., Clichici S., Bolfa P., Cenariu M., Schreppler-Perde M., Alupeii M., Muresan A., Filip A. In vitro studies on the mechanisms involved in chemoprevention using *Calluna vulgaris* on vascular endothelial cells exposed to UVB // *J. Photochem. Photobiol. B.* 2014. Vol. 136. P. 54—61.
13. Онегин С. В. Фармакогностическое изучение вереска обыкновенного (*Calluna vulgaris* (L.) Hull): Автореф. дис. ... канд. фармацевт. наук. Пермь, 2008. 25 с.
14. Веремчук О. А., Моисеев Д. В. Валидация методики количественного определения флавоноидов в побегах вереска обыкновенного // *Вестн. Витебского гос. мед. ун-та.* 2015. Т. 14, № 1. С. 128—135.
15. Юркевич И. Д., Голод Д. С., Адериho В. С. Растительность Белоруссии, ее картографирование, охрана и использование. Минск, 1979. 248 с.
16. Методы изучения лесных сообществ / Е. Н. Андреева, И. Ю. Баккал, В. В. Горшков, И. В. Лянгузова, Е. А. Мазная, В. Ю. Нешатаев, В. Ю. Нешатаева, Н. И. Ставрова, В. Т. Ярмишко, М. А. Ярмишко. СПб., 2002. 240 с.
17. Цыганов Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М., 1983. 196 с.
18. Денисова С. И. Полевая практика по экологии: учебное пособие для вузов. Минск, 1999. 120 с.
19. Онтогенетический атлас лекарственных растений. Т. III. Йошкар-Ола, 2002. 280 с.
20. Уранов А. А., Смирнова О. В. Классификация и основные черты развития популяций многолетних растений // *Бюл. МОИП. Отд. биол.* 1969. Т. 74, № 1. С. 119—134.
21. Буданцев А. Л., Харитонов Н. П. Ресурсоведение лекарственных растений: Методическое пособие к производственной практике для студентов фармацевтического факультета. СПб., 1999. 87 с.
22. Государственная фармакопея Республики Беларусь. Т. 2: Контроль качества вспомогательных веществ и лекарственного растительного сырья. Молодечно, 2009. 472 с.
23. Биохимические методы анализа растений / Под ред. М. Н. Запромeтова. М., 1960. 592 с.
24. Запромeтов М. И. Фенольные соединения и методы их исследования // *Биохимические методы в физиологии растений.* М., 1971. С. 185—208.
25. Porter L. J., Hrstich L. N., Chan B. G. The conversion of proanthocyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin / *Phytochemistry.* 1986. Vol. 25. P. 223—230.
26. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А. И. Ермакова. Л., 1987. 430 с.
27. Плохинский Н. А. Биометрия. Новосибирск, 1961. 364 с.
28. Саевич К. Ф. Рациональное использование лесных ресурсов. Минск, 1990. 232 с.
29. Мишихина Ю. Д., Петрова И. В., Дюбанова Н. В. Анализ зависимости проективного покрытия и роста *Calluna vulgaris* от структуры и функций древостоя-эпифитатора *Pinus sylvestris* в Притоболье и на Русской равнине // *Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы.* СПб., 2011. С. 156—159.

30. Петрова И. В., Мишихина Ю. Д., Черепанова О. Е. Количественная оценка конкуренции древостоя сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. и его влияния на рост вереска обыкновенного (*Calluna vulgaris* (L.) Hull) // Аграрный вестн. Урала. 2012. № 10. С. 41—43.
31. Петрова И. В., Санников С. Н., Санникова Н. С., Шавнин С. А., Егоров Е. В., Абдуллина Д. С. Экогеографические особенности ценопопуляций вереска обыкновенного на Русской равнине и в Западной Сибири // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. 2009. № 1 (21). С. 257—261.
32. Chapman H. M., Bannister P. Vegetative production and reproductive production and performance of *Calluna vulgaris* in New Zealand, with particular reference to Torgario National Park // New Zealand J. Ecol. 1994. Vol. 18, N 2. P. 109—121.
33. Карабанов И. А. Флавоноиды в мире растений. Минск, 1981. 80 с.
34. Благушка М. М., Созинов О. В. Эколого-ценотическая и ресурсная характеристика ценопопуляций *Calluna vulgaris* (L.) Hull // Материалы I Междунар. практ. конф. по лекарственным растениям. Гродно, 2014. С. 167.
35. Гештовт П. А., Ровкач А. И. Методика изучения кормовых запасов вереска обыкновенного (*Calluna vulgaris*) и черники (*Vaccinium myrtillus*) в сосновых насаждениях // Тр. Белорус. гос. технол. ун-та. Сер. 1. Лесн. хоз-тво. 2007. Вып. 15. С. 128—132.
36. Созинов О. В., Кузьмичева Н. А., Бузук Г. Н. Ресурсно-фитохимический оптимум заготовки лекарственного растительного сырья // Современная ботаника в России. Тр. XIII Съезда РБО и конф. «Научные основы охраны и рационального использования растительного покрова Волжского бассейна» (Тольятти, 16—22 сентября 2013). Т. 3: Охрана растительного мира. Ботаническое ресурсоведение. Культурные растения. Интродукция растений. Экологическая физиология растений. Ботаническое образование. Тольятти: Кассандра, 2013. С. 89—90.

Поступило 9 II 2015

---

MORPHOLOGICAL AND RESOURCE CHARACTERISTICS  
OF *CALLUNA VULGARIS* (ERICACEAE) IN DISTURBED  
PHYTOCOENOSIS IN THE NORTH WEST OF BELARUS

© O. V. Sozinov<sup>1</sup>

Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Science, St. Petersburg  
Yanka Kupala State University of Grodno, Republic of Belarus

<sup>1</sup> E-mail: ledum@list.ru

SUMMARY

Population studies of heather *Calluna vulgaris* (L.) Hull in Gozha-Porechie military ground habitats (Grodno region of Belarus) was conducted to identify patterns of morphological and coenotic as well as resource and phytochemical characteristic variability of *C. vulgaris* coenopopulations in disturbed phytocoenoses. Ten *C. vulgaris* coenopopulations in environmental gradients were studied. The classical techniques in geobotany and plants population biology were used in the study. It was revealed that light and hydrological regimes, as well as soil fertility were the limiting

factors in relation to morpho-coenotic and phytochemical parameters in *C. vulgaris*. The maximal yield, abundance and the total flavonoids content were detected in plants from populations growing under maximal illumination. The greatest variability of *C. vulgaris* population parameters was noted on the gradient of phytocoenoses recovery after human impact. Resource and phytochemical optimum of *C. vulgaris* medicinal raw material harvesting was revealed. This optimum was formed at the first stages of phytocenoses recovery (3—6 years after the violation) in disturbed dry pine forests. Regression relations of resource biomass and projective cover, shoot length, the length of the resource part of the shoot, projective and resource volumes were established; it allowed to assess the productivity of *C. vulgaris* by its morphological and cenotic parameters.

**Key words:** population, *Calluna vulgaris*, yielding, phytoindication, biologically active substances, plant raw materials, environmental factors.

## REFERENCES

1. Bogdanovskaya-Gienef I. D. On the origin of flora of boreal bogs of Eurasia // *Materialy po istorii flory i rastitelnosti SSSR. Vyp. II. Moskva; Leningrad, 1946. S. 425—468. (In Russian)*
2. Gorchakovskiy P. L. Geography, ecology and history of the formation of *Calluna vulgaris* area // *Botanicheskiy zhurnal. 1962. Vol. 47, N 9. S. 1244—1257. (In Russian)*
3. *Opredelitel vysshikh rasteniy Belarusi [Determinant of higher plants in Belarus] / Ed. by V. I. Parfenov. Minsk, 1999. 471 s. (In Russian)*
4. Whittaker E., Gimingham C. H. The effects of fire on the regeneration of *Calluna vulgaris* (L.) Hull from seed // *J. Ecol. 1962. Vol. 50. P. 815—822.*
5. Sannikova N. S., Mishchikhina Yu. D., Cherepanova O. E. Features *Calluna vulgaris* seed renewal in the medium taiga pine forest of green moss site type // *Teoreticheskie i prikladnye aspekty sovremennoy nauki: sbornik nauchnikh trudov po materialam V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 30 noyabrya 2014. Belgorod, 2014. Ch. I. S. 143—147. (In Russian)*
6. Yakovleva I. M., Sozinov O. V. Phytochemical characterization of *Calluna vulgaris* (L.) Hull coenopopulations // *Sovremennye ekologicheskie problemy ustoychivogo razvitiya Polesskogo regiona i sopredelnykh territoriy: nauka, obrazovanie, kultura: Materialy III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii Mozyr, 2007. Ch. 2. S. 171. (In Russian)*
7. *Rastitelnye resursy Rossii. Dikorastushchie tsvetkovye rasteniya, ikh komponentnyi sostav i biologicheskaya aktivnost'. T. 2: Semeystva Actinidiaceae-Malvaceae, Euphorbiaceae-Haloragaceae [Plant Resources of Russia. Wild flowering plants, their composition and biological activity. T. 2. Families Actinidiaceae-Malvaceae, Euphorbiaceae-Haloragaceae] / Otv. red. A. L. Budantsev. Sankt Petersburg; Moskva, 2009. 513 s. (In Russian)*
8. *Rastitelnye resursy SSSR [Plant resources of the USSR]. L., 1986. T. 2. 336 s. (In Russian)*
9. *Entsiclopedicheskiy slovar lekarstvennykh rasteniy i produktov zhitvotnogo proiskhozhdeniya [Encyclopedic Dictionary of medicinal plants and animal products] / G. P. Yakovlev, K. F. Blinova. Sankt Petersburg, 1999. 407 s. (In Russian)*
10. Vučić D. M., Petković M. R., Rodić-Grabovac B. B., Stefanović O. D., Vasić S. M., Comić L. R. In vitro activity of heather [*Calluna vulgaris* (L.) Hull] extracts on selected urinary tract pathogens // *Bosn. J. Basic. Med. Sci. 2014. Vol. 14, N 4. P. 234—238.*
11. Garcia-Risco M. R., Vázquez E., Sheldon J., Steinmann E., Riebeschl N., Fornari T., Reglero G. Supercritical fluid extraction of heather (*Calluna*



- vulgaris*) and evaluation of anti-hepatitis C virus activity of the extracts // *Virus Res.* 2015. Vol. 198. P. 9—14.
12. Olteanu D., Baldea I., Clichici S., Bolfa P., Cenariu M., Schreppler-Perde M., Alupeii M., Muresan A., Filip A. In vitro studies on the mechanisms involved in chemoprevention using *Calluna vulgaris* on vascular endothelial cells exposed to UVB // *J. Photochem. Photobiol. B.* 2014. Vol. 136. P. 54—61.
  13. Onegin S. V. Farmakognosticheskoe izuchenie vereska obyknovennogo (*Calluna vulgaris* (L.) Hull) [Pharmaceutical study of ling (*Calluna vulgaris* (L.) Hull)]: Avto-ref. diss. ... kand. farm. nauk. Perm, 2008. 25 s. (In Russian)
  14. Veremchuk O. A., Moiseev D. V. Validation of methods of quantitative determination of flavonoids in the shoots of ling // *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta.* 2015. T. 14, N 1. S. 128—135. (In Russian)
  15. Yurkevich I. D., Golod D. S., Aderikho V. S. Rastitelnost Belorussii, eye kartografirovanie, okhrana i ispolzovanie [Vegetation of Belarus, its mapping, protection and use]. Minsk, 1979. 248 s. (In Russian)
  16. *Metody izucheniya lesnykh soobshchestv* [Methods of study of forest communities] / Pod. redaktsiei V. T. Yarmishko, I. V. Lyanguzovoy. Sankt Petersburg, 2002. 240 s. (In Russian)
  17. Tsyganov D. N. Fitoindikatsiya ekologicheskikh rezhimov v podzone khvoyno-shirokolistvennykh lesov [Phytoindication environmental regimes in mixed coniferous and deciduous forests]. Moskva, 1983. 196 s. (In Russian)
  18. Denisova S. I. Polevaya praktika po ekologii: uchebnoe posobie dlya vuzov. [Field practice in ecology: a textbook for universities]. Minsk, 1999. 120 s. (In Russian)
  19. *Ontogeneticheskiy atlas lekarstvennykh rasteniy* [Ontogenetic atlas of medicinal plants]. T. III. Yoshkar-Ola, 2002. 280 s. (In Russian)
  20. Uranov A. A., Smirnova O. V. Classification and main features of development of perennial plants populations // *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody. Otdel biologicheskoy.* 1969. T. 74, N 1. S. 119—134. (In Russian)
  21. Budantsev A. L., Kharitonova N. P. Resursovedenie lekarstvennykh rasteniy: Metodicheskoe posobie k proizvodstvennoy praktike dlya studentov farmatsevticheskogo fakulteta. [Economy botany of medicinal plants: a textbook for industrial practice for students of Faculty of Pharmacy]. Sankt Petersburg, 1999. 87 s. (In Russian)
  22. *Gosudarstvennaya farmakopeya Respubliki Belarus. T 2: Kontrol kachestva vspomogatelnykh veshchestv i lekarstvennogo rastitelnogo syriya.* [State Pharmacy of Republic of Belarus. Vol. 2. Quality control of auxiliary substances and medicinal plants]. Molodechno, 2009. 472 s. (In Russian)
  23. *Biokhimicheskie metody analiza rasteniy* [Biochemical methods of plant analysis] / Ed. by M. N. Zaprometova. Moskva, 1960. 592 s. (In Russian)
  24. Zaprometov M. I. Phenolic compounds and methods of their research // *Biokhimicheskie metody v fiziologii rasteniy.* Moskva, 1971. S. 185—208. (In Russian)
  25. Porter L. J., Hrstich L. N., Chan B. G. The conversion of proanthocyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin / *Phytochemistry.* 1986. Vol. 25. P. 223—230.
  26. *Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy* [Methods of Biochemical Plant Research] / Ed. by A. I. Ermakov. Leningrad, 1987. 430 s. (In Russian)
  27. Plokhinskiy N. A. Biometriya [Biometrics]. Novosibirsk, 1961. 364 s. (In Russian)
  28. Saevich K. F. Ratsionalnoe ispolzovanie lesnykh resursov [Rational use of forest resources]. Minsk, 1990. 232 s. (In Russian)
  29. Mishchikhina Yu. D., Petrova I. V., Dyubanova N. V. Analysis of dependence of *Calluna vulgaris* projective cover and growth on the structure and function of the stand-edificator *Pinus sylvestris* in the Tobol region and in the Russian Plain // *Otechestvennaya geobotanika: osnovnye vekhi i perspektivy.* Sankt Petersburg, 2011. S. 156—159. (In Russian)

30. Petrova I. V., Mishchikhina Iu. D., Cherepanova O. E. Quantitative assessment of competition of Scots pine *Pinus sylvestris* L. stand and its impact on ling (*Calluna vulgaris* (L.) Hull) growth // Agrarnyi vestnik Urala. 2012. N 10. S. 41—43. (In Russian)
31. Petrova I. V., Sannikov S. N., Sannikova N. S., Shavnin S. A., Egorov E. V., Abdullina D. S. Ecogeographical features of ling coenopopulations on the Russian Plain and in Western Siberia // Izvestiya Oreburskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2009. N 1 (21). S. 257—261. (In Russian)
32. Chapman H. M., Bannister P. Vegetative production and eretative production and performance of *Calluna vulgaris* in New Zealand, with particular reference to Torgariro National Park // New Zealand J. Ecol. 1994. Vol. 18, N 2. P. 109—121.
33. Karabanov I. A. Flavonoidy v mire rasteniy [Flavonoids in the plant world]. Minsk, 1981. 80 s. (In Russian)
34. Blagushka M. M., Sozinov O. V. Ecological and resource characteristics of *Calluna vulgaris* (L.) Hull coenopopulations // Materialy I Mezhdunarodnoy prakticheskoy konferentsii po lekarstvennym rasteniyam. Grodno, 2014. S. 167. (In Russian)
35. Geshtovt P. A., Rovkach A. I. Methods of study of ling (*Calluna vulgaris*) and bilberry (*Vaccinium myrtillus*) fodder stocks in Scots pine plantations // Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser. 1. Lesnoe khozyaystvo. 2007. Vyp. 15. S. 128—132. (In Russian)
36. Sozinov O. V., Kuzmicheva N. A., Buzuk G. N. Resource and phytochemical optimum of harvesting of medicinal plants // Sovremennaya botanika v Rossii: Trudy XIII S'ezda Russkogo botanicheskogo obshchestva i konferentsii «Nauchnye osnovy okhrany i ratsional'nogo ispol'zovaniya rastitel'nogo pokrova Volzhskogo basseina» (Tol'yatti, 16—22 sentyabrya 2013). T. 3: Okhrana rastitel'nogo mira. Botanicheskoe resursovedenie. Kul'turnye rasteniya. Introduktsiya rasteniy. Ekologicheskaya fiziologiya rasteniy. Botanicheskoe obrazovanie. Tol'yatti, 2013. S. 89—90. (In Russian)

Раст. ресурсы, вып. 4, 2015

## ОЦЕНКА РЕСУРСОВ *HELLEBORUS CAUCASICUS* И *H. ABCHASICUS* (RANUNCULACEAE) НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ АБХАЗИЯ

© В. О. Гулия, З. И. Адзинба, С. М. Читанава, Т. В. Орловская<sup>1</sup>

Институт ботаники Академии наук Республики Абхазия, г. Сухуми

<sup>1</sup> E-mail: tvorlovskaya@mail.ru

В результате изучения естественных ресурсов *Helleborus caucasicus* и *H. abchasicus* в различных районах Абхазии, проведенного в 2008—2013 гг., установлено, что урожайность подземной фитомассы исследованных видов меняется по высотным поясам. Общий запас на исследованных площадях составляет 3271.8 кг, объем возможных ежегодных заготовок — 163.6 кг. С точки зрения сохранения видов в природе особого внимания заслуживают разновидности *H. abchasicus* var. *sanguineus* и *H. abchasicus* var. *nervosus*.

Ключевые слова: *Helleborus caucasicus*, *H. abchasicus*, ресурсы, урожайность, фитомасса.