

И.А. Панин, С.В. Залесов, Ю.А. Аржанников

РЕСУРСЫ ЯГОДНЫХ РАСТЕНИЙ НА ПОЛИГОНАХ ДОБЫЧИ ЗОЛОТА И ПЛАТИНЫ

Введение. Отрасль заготовки дикорастущих пищевых и лекарственных растений в настоящее время является развивающейся как в России, так и за рубежом [Морозов, 2015; Бандерич, 2016; Рыжкова, 2017; Фридман, 2017; Грязькин и др., 2020; Tahvanainen и др., 2019]. Лесные ягоды применяются в пищевой промышленности для изготовления кондитерских и хлебобулочных изделий, напитков, соков, джемов, ароматических и вкусовых добавок [Годовалов и др., 2018; Zorzi и др., 2020]. Лесные ягоды обладают выраженными лекарственными свойствами, что определяет их востребованность и в качестве лекарственного растительного сырья [Jay и др., 1998; Белова и др., 2018; Годовалов и др., 2018].

Одной из главных проблем отрасли заготовок дикоросов является недостаток справочных материалов, необходимых для эффективного планирования и организации работы предприятий, заготавливающих лесные ягоды [Смирнов, Шевелев, 2016; Грязькин и др., 2020]. Сведения о запасах дикорастущих ягод мозаичны и неполны. В отдельных странах существуют целые системы стационарных объектов по наблюдению за фенологией и урожайностью дикорастущих ягод [Nestby и др., 2008]. В России актуальные ресурсоведческие исследования охватывают только отдельные регионы. Достаточно много публикаций по изучению запасов лесных ягод северо-запада России [Грязькин и др., 2020], некоторых районов Сибири и дальнего востока [Смирнова, Шевелев, 2016]. В Свердловской области запасы дикорастущих ягодников изучались только в отдельных лесничествах [Запаранюк, 1984]. Нами ранее проведён ряд исследований ресурсов дикорастущих пищевых и лекарственных растений на северо-западе Свердловской области [Панин, Залесов, 2016].

В отечественной и в зарубежной литературе не обнаружено исследований дикорастущих ягодников на полигонах добычи полезных ископаемых промывным способом. Отдельные сведения можно почерпнуть из работ, исследующих восстановление растительности на полигонах [Низкий, 2009; Яборов, 2011; Петров, 2018]. Согласно им, ягодные растения, по меньшей мере, присутствуют в живом напочвенном покрове (ЖНП) уже в начале процесса восстановления растительного покрова.

Отметим, что добыча золота и платины промывным способом была достаточно распространена в XX веке и применяется по настоящее время

[Лешков, 1971; Баранов и др., 2014]. В ходе разработок полезных ископаемых в Свердловской области нарушено около 2,7% территорий. Большая часть – следствие разработок полезных ископаемых в долинах рек при помощи драг и гидромониторов [Старицына, Беличев, 2018]. Важно отметить, что технология добычи промывным способом не приводит к загрязнению окружающей среды, сопровождается созданием сети качественных дорог, обеспечивая транспортную доступность территории, что делает их потенциально пригодными для заготовок лесных ягод.

Материалы и методика исследования. Целью исследования является определение биологических запасов дикорастущих ягодных растений ЖНП на полигонах добычи золота и платины промывными технологиями в условиях северо-запада Свердловской области. В качестве рабочей гипотезы мы предположили, что ягодные растения присутствуют в ЖНП, их запасы могут изменяться в лесовосстановительном процессе, отличаться на полигонах различного происхождения, а также зависеть от наличия либо отсутствия работ по рекультивации.

В ходе исследования было заложено 19 ПП., из них 7 расположены на полигонах добычи золота и платины при помощи гидромониторов. Нерекультивированных полигонов данного происхождения в районе исследования нами обнаружено не было. 12 ПП заложены на отвалах после добычи золота и платины с помощью драги. Из них на 6 ПП была проведена рекультивация в виде выравнивания поверхности и посадки лесных культур сосны, на других 6 ПП рекультивация не проводилась. Для определения давности возникновения отвалов и рекультивации использовались акты и материалы лесоустройства Карпинского лесничества.

Закладка ПП проводилась по общепринятым в лесной таксации методикам [Бунькова и др., 2020]. Внутри определялся видовой состав растений ЖНП, их проективное покрытие и надземная фитомасса в абсолютно сухом состоянии. Урожайность ягодных видов ЖНП определялась по стандартным методикам [Панин, Белов, 2022]. Определение всех показателей производилось на учётных площадках, размещаемых равномерно по ходовым линиям. Учёт урожайности проводился ежегодно в период с 2019 по 2022 гг. Все расчеты и обработка данных проводилась с помощью программы Microsoft Excel 2010. Проведён корреляционный анализ [Зайцев, 1984].

Результаты исследования. Согласно данным табл. 1, давность возникновения полигонов после работы гидромонитора варьирует в диапазоне от 10 до 55 лет. После работы драг 12–45 лет. Давность рекультивации дражных отвалов составляет 10–40 лет. Более старые полигоны труднодоступны. Драга в районе исследования была остановлена и демонтирована в 2006 г., а в 2009 г. была полностью прекращена разработка золота и платины.

Таблица 1

Характеристика ПП
Characteristics of sample plots

№ ПП	Координаты	Давность полигона, лет		Состав древостоя
		возникновение	рекультивации	
Полигоны гидравлики				
2	59.512081, 59.143649	10	7	—
1	59.510598, 59.148373	11	9	—
10	59.505054, 59.132090	11	10	—
9	59.501832, 59.144840	15	10	—
4	59.501832, 59.144840	18	15	—
3	59.512558, 59.154445	50	45	5С1КЗБ1Ос
11	59.496065, 59.156159	55	50	8С1К1Е+Б,П
Дражные полигоны				
5	59.502457, 59.184009	12	10	—
16	59.500091, 59.178914	30	30	10С+Б
18	59.492113, 59.200516	43	30	10С+Б
17	59.510568, 59.167751	45	35	10Б
12	59.457369, 58.958950	45	40	8С2Б+Е,К
19	59.517127, 59.243860	45	40	8С2Б
15	59.501831, 59.226193	12	Нет	—
6	59.518262, 59.247278	15	Нет	—
7	59.508469, 59.165117	16	Нет	—
8	59.498751, 59.224642	16	Нет	—
14	59.453314, 58.953286	25	Нет	7С2Б1Е+П
13	59.494835, 58.895166	40	Нет	9С1Е+Ос

Появление сомкнутого древостоя фиксируется через 25–30 лет с момента появления отвалов. Относительная полнота насаждений существенно варьирует в диапазоне от 0,6 до 0,9. Большие показатели относительной полноты характерны для дражных полигонов. Древостой преимущественно сосновый представлен смесью выживших культур и самосева. Также в составе древостоя присутствует кедр, ель, пихта, берёза, осина, ивы и ольха серая.

Всего в ЖНП изучаемых насаждений было зафиксировано 5 видов ягодных растений: черника обыкновенная *Vaccinium myrtillus* L., голубика обыкновенная *Vaccinium uliginosum* L., брусника обыкновенная *Vaccinium*

vitis-idaea L., земляника лесная *Fragaria vesca* L. и костяника каменистая *Rubus saxatilis* L. Показатели их проективного покрытия и урожайности представлены в табл. 2.

Таблица 2

Проективное покрытие и урожайность ягодных растений ЖНП

Progressive coating and yields of berry plants of field layer cover

№ ПП	Давность, лет		Проективное покрытие, %					Урожайность, кг/га					
	Возникновение полигона	Рекультивация полигона	Черника обыкновенная <i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Брусника обыкновенная <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	Голубика обыкновенная <i>Vaccinium uliginosum</i> L.	Земляника лесная <i>Fragaria vesca</i> L.	Костяника обыкновенная <i>Rubus saxatilis</i> L.	Черника обыкновенная <i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Брусника обыкновенная <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	Голубика обыкновенная <i>Vaccinium uliginosum</i> L.	Земляника лесная <i>Fragaria vesca</i> L.	Костяника обыкновенная <i>Rubus saxatilis</i> L.	
Полигоны после работы гидромонитора													
2	10	7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
1	11	9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
10	11	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
9	15	10	–	–	–	2,7	9,8	–	–	–	0,7	3,2	
4	18	15	–	–	3,2	0,6	–	–	–	2,4	0,0	–	
3	50	45	–	27,0	–	–	10,2	–	11,4	–	–	0,0	
11	55	50	0,8	35,1	4,0	–	15,7	0	27,2	1,6	–	0,9	
Дражные полигоны													
5	12	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
16	30	30	9,8	6,4	–	3,0	–	0,0	1,1	–	0,2	–	
18	43	30	–	3,0	–	0,4	–	–	0	–	0	–	
17	45	35	–	1,3	0,1	4,4	2,0	–	0	0	0,4	0,5	
12	45	40	2,9	11,4	–	–	–	0	7,4	–	–	–	
19	45	40	–	3,0	–	1,5	–	–	0,0	–	0	–	
15	12	Нет	–	–	–	3,6	–	–	–	–	0,2	–	
6	15	Нет	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
7	16	Нет	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
8	16	Нет	–	–	–	3,8	–	–	–	–	0,4	–	
14	25	Нет	–	–	–	–	0,4	–	–	–	–	0	
13	40	Нет	7,1	4,0	–	–	–	1,6	0,6	–	–	–	

В условиях ПП 2, 1, 10, 5, 6 и 7, т. е. в течение первых 7–16 лет после начала восстановления растительности, ягодные растения в ЖНП отсутствуют. Первыми появляются травянистые ягодные виды, такие как земляника лесная и костяника каменистая. Представлены они незначительно. В условиях дражных полигонов проективное покрытие земляники и костяники составляет 0,4–17,7% и среднегодовой урожайностью не более 1,1 кг/га. На полигонах после работы гидромониторов наблюдается аналогичная картина. Исключением является ПП 9, в условиях которой присутствует земляника и костяника, при проективном покрытии 12,5% и среднегодовой урожайностью 3,9 кг/га.

Был проведён корреляционный анализ между давностью начала возникновения либо рекультивации на полигонах добычи драг металлов (x) и совокупной надземной фитомассой ягодных растений ЖНП в абсолютно сухом состоянии (y). Анализ проводился отдельно для ПП размещённых на полигонах после работы гидромониторов и драг (рис. 1 и 2).

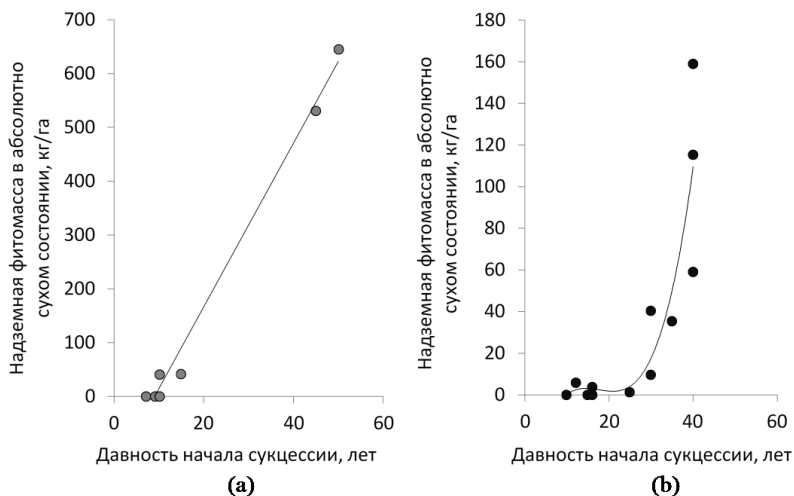


Рис. 1. График зависимости надземной фитомассы ягодных растений ЖНП в абсолютно сухом состоянии от давности рекультивации полигона добычи полезных ископаемых: а – с использованием гидромонитора; б – после драг

Fig. 1. Dependency graph of above-ground phytomass of berry plants of field layer cover in absolutely dry state on state of prescription of reclamation of mining site: а – using a hydraulic monitor; б – after drag

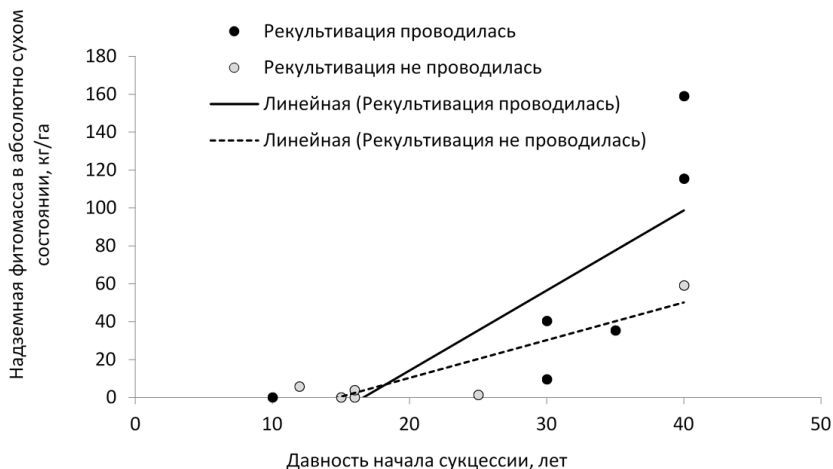


Рис. 2. Графики зависимости надземной фитомассы ягодных растений ЖНП в абсолютно сухом состоянии от давности начала восстановления растительности дражного полигона при проведении и при отсутствии рекультивации

Fig. 2. Dependency graph of above-ground phytomass of berry plants of field layer cover in absolutely dry state on prescription of beginning of succession of dredge landfill during and in the absence of revegetation

В условиях полигонов после работы гидромониторов коэффициент корреляции Пирсона (r_{xy}) между изучаемыми признаками составляет 0,99, что свидетельствует о высокой тесноте связи. Анализ поля корреляции показал, что зависимость линейная, корреляционная, имеет постоянный знак. Её уравнение имеет вид:

$$y = 15,12 \cdot x - 137,25; R^2 = 0,99. \quad (1)$$

Для дражных полигонов коэффициент корреляции Пирсона (r_{xy}) немного ниже и составляет 0,78, однако теснота связи остаётся высокой. Зависимость нелинейная, корреляционная, знак переменный, описывается уравнением параболы третьего порядка, которое имеет вид:

$$y = 0,01 \cdot x^3 - 0,55 \cdot x^2 + 9,4 \cdot x - 49,0; R^2 = 0,8. \quad (2)$$

Корреляционный анализ зависимости надземной фитомассы ягодных растений ЖНП от давности начала восстановления растительного покрова рекультивированных и нереккультивированных дражных полигонов в отдельности (рис. 2) показал, что тесная корреляционная связь между при-

знаками сохраняется, так как значение коэффициента корреляции Пирсона (r_{xy}) составляет 0,74 и 0,89 соответственно. В обоих случаях уравнение линейное, положительное. Для рекультивированных полигонов данная зависимость описывается уравнением:

$$y = 4,2 \cdot x - 70,2; R^2 = 0,55. \quad (3)$$

Уравнение зависимости надземной фитомассы ягодных растений от давности возникновения нерекультивированного дражного полигона имеет вид:

$$y = 1,9 \cdot x - 29,4; R^2 = 0,79. \quad (4)$$

Обсуждение. Брусничники старых гидравлических полигонов с надземной фитомассой 477,5–559,2 кг/га в абсолютно сухом состоянии продуцируют ежегодно 11,4–27,2 кг/га плодов. Эксплуатационная привлекательность дикорастущих ягодников достаточно субъективна и в настоящее время не существует общепринятых критериев отнесения тех или иных ягодных площадей к категории промысловых. Исходя из лесоустроительных нормативов по таксации недревесной продукции леса, данные брусничники можно определить как обильные [Черкасов, 1990]. Основывать оценку можно на сопоставлении урожайности ягодника с данными исследований других регионов. Так для территории Мурманской области урожайность брусничников в среднем около 30 кг/га [Исаева, Зануздаева, 2019]. В то же время урожайность эксплуатационно-привлекательных зарослей Кировской области может достигать 264 кг/га [Кислицына и др., 2021]. В целом, для района исследования мы относили к категории эксплуатационных ягодники, при их среднегодовой урожайности 18–35 кг/га [Панин, Залесов, 2016]. Таким образом, рассматриваемые брусничники на зарастающих полигонах обладают не самыми большими запасами лесных ягод, однако вполне обосновано могут рассматриваться в качестве пригодных для коммерческих заготовок, особенно в условиях района исследования.

Другие ягодные виды в ЖНП имеют спорадическое, либо редкое распространение, не образуя густых зарослей. Следовательно, их не следует рассматривать в качестве объекта коммерческих заготовок. Тем не менее, само наличие данных видов не исключает возможности формирования отдельных продуктивных зарослей. Их обнаружение возможно только при подробном ресурсоведческом обследовании территории.

Установлена прямая корреляционная зависимость между давностью начала восстановления растительности и фитомассой ягодных растений ЖНП. Для рекультивированных полигонов за начало восстановления рас-

тельности нами был принят год рекультивации, поскольку выравнивание поверхности подразумевает повторное уничтожение большей части либо всей сформированной растительности. В ходе восстановления растительного покрова наблюдается увеличение запасов ягодных растений. Первые 15–16 лет в ЖНП отсутствуют плодоносящие виды, затем появляются травянистые ягодные растения – земляника лесная и костяника каменистая. Ягодные кустарнички зафиксированы спустя 18–30 лет. Их надземная фитомасса постепенно увеличивается и достигает максимальных значений уже под пологом сомкнувшегося древостоя через 40–45 лет.

Важно отметить, что динамика увеличения фитомассы ягодных растений на рекультивированных дражных отвалах значительно выше, чем на отвалах, где рекультивационных мероприятий проведено не было. Об этом наглядно свидетельствуют данные рис. 3. Спустя 40 лет после начала рекультивации фитомасса ягодных видов в ЖНП в 2–3 раза выше. Скорее всего, различие связано со скоростью накопления почвенного субстрата. У невыровненных отвалов сохраняют уклон, в результате чего органические, глинистые и песчаные элементы эффективно аккумулируются только в понижениях. С остальных участков происходит активное вымывание. Из-за этого развитие ЖНП идёт медленнее и на меньшей площади и для таких отвалов характерны меньшие запасы ягодных растений [Пугачев, Тихмев, 2007].

Большая фитомасса ягодных растений полигонов после работы гидромониторов по сравнению с дражными также связана с лучшими почвенными условиями. Сама технология промыва гидромонитором перемешивает крупные фракции породы с песком и глиной, что значительно ускоряет почвообразование.

Заключение. Таким образом, наша первоначальная гипотеза была подтверждена. Всего в ЖНП было зафиксировано 5 видов ягодных растений. Определены показатели их надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии, проективное покрытие и среднегодовая урожайность в период с 10 до 55 лет. На поздних этапах зарастания полигонов после использования гидромониторов формируются пригодные для коммерческого сбора брусничники. Установлено, что существует прямая зависимость между надземной фитомассой ягодных растений ЖНП и давностью начала восстановления растительности. В условиях рекультивированных дражных полигонов эксплуатационные ягодники не сформировались, однако если установленная тенденция продолжится, то через некоторое время можно

ожидать формирование дикорастущих ягодников и на них. Низкие темпы увеличения фитомассы дикорастущих ягод на нерекультивированных дражных полигонах наглядно свидетельствуют о важности проведения рекультивационных мероприятий после открытых разработок драг металлов для восстановления недревесных пищевых ресурсов. Полученные сведения могут быть использованы для организации и планирования работы предприятий-заготовителей дикорастущих ягод, а также при таксации недревесных ресурсов в насаждениях, сформированных на отвалах добычи драг металлов промывными технологиями.

Вклад авторов. Панин И.А. – планирование эксперимента, сбор полевых материалов, написание текста статьи, камеральная обработка данных; Залесов С.В. – планирование эксперимента, руководство, написание текста статьи; Аржанников Ю.А. – сбор полевых материалов, камеральная обработка данных.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

Бандерич В.Б. Недревесная продукция (НП) лесохозяйственных земель как составляющая ресурсного потенциала // Проблемы и перспективы экономики и управления. 2016. № 2(6). С. 173–179.

Баранов А.Н., Гусева Е.А., Комова Е.М. Исследование коррозионной стойкости сталей, применяемых для изготовления дражного оборудования для добычи золота // Системы. Методы. Технологии. 2014. № 1(21). С. 102–106

Белова Е.А., Гуляев А.Е., Коваленко Л.В., Шульгау З.Т. Полифенольные компоненты северных дикорастущих ягод, антиоксидантный и противовоспалительный потенциал их экстрактов // Вестник СурГУ. Медицина. 2018. № 1(35). С. 75–84.

Бунькова Н.П., Залесов С.В., Залесова Е.С. Основы фитомониторинга. Издание 3-е, дополненное и переработанное Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. 2020. 90 с.

Годовалов Г.А., Залесов С.В., Коростелёв А.С. Недревесная продукция леса 4-е изд., перераб. и доп. изд-во. Юрайт. 2018. 351 с.

Грязькин А.В., Корчагов С.А., Грибов С.Е. Потенциальные ресурсы лесных ягод в Вологодской области // The Scientific Heritage. 2020. № 45. С. 20–24.

Егошина Т.Л. Недревесные растительные ресурсы. НИА Природа. 2005. 83 с.

Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука. 1998. 424 с.

Запаранюк А.Е. Повышение урожайности дикорастущих ягодников путём применения минеральных удобрений: дисс. 1984. 229 с.

Исаева Л.Г., Зануздаева Н.В. Разнообразие и урожайность ягодных дикорастущих растений Лапландского заповедника // Заповедники: биологическое и ландшафтное разнообразие, охрана и управление : матер. IX Всерос. науч.-практич. конференции, Симферополь, 09–11 октября 2019 года. 2019. С. 240–244.

Кислицына А.В., Егошина Т.Л., Гудовских Ю.В. Ресурсный потенциал и динамика изменчивости ценопопуляционных параметров брусники в южнотаёжных лесах Кировской области // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2021. № 4 (52). С. 42–53.

Лешиков В.Г. Современная техника и технология дражных работ: моногр. 1971. 288 с.

Морозов О.В. Современное состояние побочного пользования лесом // Лесное хозяйство. 2015. С. 75–78.

Низкий С.Е. Самовосстановление фитоценоза на участках золотодобычи // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2009. № 7 (57). С. 36–40.

Панин И.А., Белов Л.А. Определение ресурсов дикорастущих пищевых и лекарственных растений: учеб. пособие. УГЛТУ, 2022. 87 с.

Панин И.А., Залесов С.В. Ресурсы ягодных растений ельника нагорного типа леса на склонах северной и южной экспозиций горы Косьювинский // Аграрный научный журнал. 2016. № 8. С. 43–47.

Петров А.А. Восстановление почвенного покрова посттехногенных ландшафтов, сформированных при разработке месторождений золота северо-востока Якутии // Проблемы региональной экологии. 2018. № 5. С. 120–122.

Пугачев А.А., Тихменев Е.А. Восстановление горнопромышленных ландшафтов Крайнего Северо-Востока России // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2007. № 2. С. 72–82.

Рыжкова С.М. К вопросу о формировании кластеров дикоросов на региональном уровне // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2017. № 4(65). С. 216–231.

Смирнова И.Г., Шевелев С.Л. Особенности формирования популяций брусники в кедровых насаждениях Хакасии // Хвойные бореальной зоны. 2016. № 1. С. 72–75.

Старицына И.А., Беличев А.А. Анализ использования нарушенных земель Свердловской области // Аграрный вестник Урала. 2018. № 4 (171). С. 31–36.

Усков В.С. Особенности и возможности роста региональной экономики территорий Европейского Севера России // Социальное пространство. 2016. № 5(7). С. 1–11.

Уфимцев В.И., Стрельникова Т.О., Куприянов О.А. (2018) Структура живого напочвенного покрова в сосняках на участках рекультивации Кузбасса // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2018. № 44. С. 36–58.

Фридман А.М. Закупки дикорастущих даров природы – важная социально-экономическая миссия потребительской кооперации страны // *Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики*. 2017. № 4. С. 31–37.

Яборов В.Т. Самозаращение техногенных отвалов Уруша-ольдойского золотороссыпного узла в Приамурье // *Лесной журнал*. 2011. № 5. С. 41–46.

Jay P.P., Thomas M., Samuel P.S., Baby J. Medicinal plants Agricultural University. 1998. 210 с.

Nestby R., Martinussen I., Nes A. Potential of the European Wild Blueberry (*Vaccinium myrtillus* L.) for cultivation and industrial exploitation in Norway // *Acta horticulture*. 2008. No. 810. С. 211–215.

Tahvanainen V., Miina J., Kurttila M. Climatic and Economic Factors Affecting the Annual Supply of Wild Edible // *Mushrooms and Berries in Finland Forests*. 2019. No. 10(5). URL: <https://doi.org/10.3390/f10050385>

Zorzi M., Gai F., Medana C., Aigotti R., Morello S., Peiretti P.G. Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Small Berries // *Foods*. 2020. No. 9 (623). URL: <https://doi.org/10.3390/foods9050623>

References

Banderich V.B. Non-wood products (NP) of forestry lands as a component of resource potential. *Problems and prospects of economics and management*, 2016, no. 2(6), pp. 173–179. (In Russ.)

Baranov A.N., Guseva E.A., Komova E.M. Investigation of corrosion resistance of steels used for the manufacture of draught equipment for gold mining. *The system. Methods. Technologies*, 2014, no. 1(21), pp. 102–106. (In Russ.)

Belova E.A., Gulyaev A.E., Kovalenko L.V., Shulgau Z.T. Polyphenolic components of northern wild berries, antioxidant and anti-inflammatory potential of their extracts. *Bulletin of SurGU. Medicine*, 2018, no. 1(35), pp. 75–84. (In Russ.)

Bunkova N.P., Zalesov S.V., Zalesova E.S. Fundamentals of phytomonitoring. 3rd edition, supplemented and revised by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Ural State Forestry University. 2020. 90 p. (In Russ.)

Egoshina T.L. Non-wood plant resources. 2005, 83 p. (In Russ.)

Friedman A.M. Purchases of wild gifts of nature – an important socio-economic mission of the consumer cooperation of the country. *Fundamental and applied research of the cooperative sector of the economy*, 2017, no. 4, pp. 31–37. (In Russ.)

Godovalov G.A., Zalesov S.V., Korostelev A.S. Non-wood forest production 4th ed., reprint. and an additional edition. Yurayt, 2018. 351 p. (In Russ.)

Gryazkin A.V., Korchagov S.A., Gribov S.E. Potential resources of wild berries in the Vologda Oblast. *The Scientific Heritage*, 2020, no. 45, pp. 20–24. (In Russ.)

Isaeva L.G., Zanzudayeva N.V. Diversity and productivity of wild berry plants of the Lapland Reserve. *Nature reserves: Biological and landscape diversity, protection*

and management : materials of the IX All-Russian Scientific and Practical Conference, Simferopol, October 09–11, 2019, pp. 240–244. (In Russ.)

Jay P.P., Thomas M., Samuel P.S., Baby J. Medicinal plants. Agricultural University. 1998. 210 p.

Kislitsyna A.V., Egoshina T.L., Gudovskikh Yu.V. Resource potential and dynamics of variability of the cenopopulation parameters of cranberries in the southern taiga forests of the Kirov region. *Bulletin of the Volga State Technological University. Series : Forest. Ecology. Nature-use*, 2021, no. 4 (52), pp. 42–53. (In Russ.)

Leshkov V.G. Modern technique and technology of draining works. Monography. 1971. 288 p. (In Russ.)

Low S.E. Self-healing of phytocenosis in areas of gold-bycha. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*, 2009, no. 7 (57), pp. 36–40. (In Russ.)

Morozov O.V. The current state of secondary use of the forest. *Forestry*, 2015, pp. 75–78. (In Russ.)

Nestby R., Martinussen I., Nes A. Potential of the European Wild Blueberry (*Vaccinium myrtillus* L.) for cultivation and industrial exploitation in Norway. *Acta horticulture*, 2008, no. 810, pp. 211–215.

Panin I.A., Belov L.A. Determination of resources of wild food and medicinal plants: textbook. UGLTU. 2022. 87 p. (In Russ.)

Panin I.A., Zalesov S.V. Resources of berry plants of the spruce forest of the upland forest type on the slopes of the northern and southern expositions of the Kosvinsky mountain. *Agrarian Scientific Journal*, 2016, no. 8, pp. 43–47. (In Russ.)

Petrov A.A. Restoration of the soil cover of post-technological landscapes formed during the development of gold deposits in the North-East of Yakutia. *Problems of regional ecology*, 2018, no. 5, pp. 120–122. (In Russ.)

Pugachev A.A., Tikhmenev E.A. Restoration of mining landscapes of the Extreme North-East of Russia. *Bulletin of the North-Eastern Scientific Center of the FEB RAS*, 2007, no. 2, pp. 72–82. (In Russ.)

Ryzhkova S.M. On the formation of clusters of wild plants at the regional level. *Bulletin of the Belgorod University of Cooperation, Economics and Law*, 2017, no. 4(65), pp. 216–231. (In Russ.)

Smirnova I.G., Shevelev S.L. Features of the formation of cranberry populations in cedar plantations of Khakassia. *Coniferous boreal zones*, 2016, no. 1, pp. 72–75. (In Russ.)

Staritsyna I.A., Belichev A.A. Analysis of the use of disturbed lands of the Sverdlovsk region. *Agrarian Bulletin of the Urals*, 2018, no. 4 (171), pp. 31–36. (In Russ.)

Tahvanainen V., Miina J., Kurttila M. Climatic and Economic Factors Affecting the Annual Supply of Wild Edible. *Mushrooms and Berries in Finland Forests*, 2019, no. 10(5). URL: <https://doi.org/10.3390/fl10050385>

Ufimtsev V.I., Strelnikova T.O., Kupriyanov O.A. Structure of living ground cover in pine forests in the areas of Kuzbass reclamation. *Bulletin of Tomsk State University. Biology*, 2018, no. 44, pp. 36–58. (In Russ.)

Uskov V.S. Features and opportunities for the growth of the regional economy of the territories of the European North of Russia. *Social Space*, 2016, no. 5(7), pp. 1–11. (In Russ.)

Yabor V.T. Self-healing of technogenic dumps of the Urusha-Oldoysky gold-scattering node in the Amur region. *Lesnoy zhurnal*, 2011, no. 5, pp. 41–46. (In Russ.)

Zaitsev G.N. Mathematical statistics in experimental botany. M.: The science, 1984. 424 p. (In Russ.)

Zaparanyuk A.E. Increasing the yield of wild berries by using mineral fertilizers: diss. 1984, 229 p. (In Russ.)

Zorzi M., Gai F., Medana C., Aigotti R., Morello S., Peiretti P.G. Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Small Berries. *Foods*, 2020, no 9 (623) URL: <https://doi.org/10.3390/foods9050623>

Материал поступил в редакцию 10.11.2023

Панин И.А., Залесов С.В., Аржанников Ю.А. Формирование ягодных ресурсов живого напочвенного покрова на полигонах добычи золота и платины промывными технологиями // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024. Вып. 250. С. 83–97. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.250.83-97

В работе представлены результаты изучения ягодных ресурсов живого напочвенного покрова на полигонах добычи золота и платины промывным способом, с применением драг и гидромониторов на территории северо-западной части Свердловской области Российской Федерации. В основу положен метод пробных площадей, которые закладывались на полигонах различной давности возникновения, от 10 до 55 лет. Всего было заложено 19 объектов. Из них на рекультивированных полигонах после работы гидромонитора заложено 7 пробных площадей. После работы драг заложено 6 пробных площадей на рекультивированных полигонах и 6 на нереккультивированных. Определялась надземная фитомасса ягодных растений живого напочвенного покрова в абсолютно сухом состоянии, их проективное покрытие и среднегодовая урожайность за 2019–2021 гг. Ягодные растения представлены 5 видами: черникой *Vaccinium myrtillus* L., голубикой *Vaccinium uliginosum* L., брусникой *Vaccinium vitis-idaea* L., земляникой *Fragaria vesca* L. и костяникой *Rubus saxatilis* L. С увеличением давности возникновения полигона или проводимой рекультивации, запасы ягодных растений в живом напочвенном покрове увеличиваются. Проведён корреляционный анализ, в ходе которого установлена тесная положительная связь надземной фитомассы ягодных растений живого напочвенного покрова в абсолютно сухом состоянии и годов начала восстановления растительности (возникновение полигона, либо его рекультивация). Выведены корреляционные уравнения, позволяющие прогнозировать изменения запасов ягодных растений по мере восстановления

растительного покрова. Спустя 45–50 лет после рекультивации на месте добычи золота и платины промывом гидромонитором формируются высокопродуктивные ягодники. Их среднегодовая урожайность 10,6–36,3 кг/га, при проективном покрытии 37,2–55,6% и надземной фитомассой 530,6–645,2 кг/га в абсолютно сухом состоянии. На месте дражных полигонов спустя 10–45 лет после возникновения полигонов ягодники не сформировались. Проектное покрытие ягодных видов живого напочвенного покрова на них не превышает 25,7 кг/га. Среднегодовой урожай плодов составляет только 0,4–7,4 кг/га, при надземной фитомассе в абсолютно сухом состоянии до 159,0 кг/га. Процесс формирования ягодников на рекультивированных дражных полигонах протекает значительно быстрее, чем при отсутствии рекультивационных работ.

Ключевые слова: черника, брусника, ягоды, полигоны добычи золота и платины, первичная сукцессия, отвалы, восстановление растительности.

Panin I.A., Zalesov S.V., Arzhannikov Yu.A. Formation of berry living resources of field layer cover on gold and platinum polygons by washing technologies. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhniceskoj Akademii*, 2024, iss. 250, pp. 83–97 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2024.250.83-97

The work deals with the results of studying the berry living resources of field layers cover on the gold and platinum polygons by a washing method, using the drags and hydromonitors on the territory of the Sverdlovsk Region north-west part, Russian Federation. It is based on the trial plot methods where laid on at landfills of various ages from 10 to 55 years. In total 19 objects were laid out. Of there 7 tests where laid out at reclamation landfills after the operation of the hydromonitor. After the drag's work six trial plots were laid out on rellamated landfills and six – on reclaimed ones. The above-ground phytomass of berry plants of the field layers cover were taken for determining in absolutely dry state, as well it was determined there progressive coating and annual yields for 2019–2021. Berry plants were represented by five species: bilberry (blueberry) *Vaccinium myrtillus* L., bluebery *Vaccinium uliginosum* L., cowberry *Vaccinium vitis-idaea* L., strawberry *Fragaria vesca* L. and drumple *Rubus saxatilis* L. By increasing the age of the landfills establishment or ongoing reclamation, the reserves of berry plants living on the soil cover will increase. A correlation analysis has been carried out during which a close positive relationship at the above-ground phytomass of berry plants of living soil-cover in an absolutely dry state and the year of the succession (the occurrence of a polygon, or its reclamation). Corrections equations are derived at allow predictions changes the stocks of berry plants. The plants populations restored 45–50 years after reclamation at the site of both gold and platinum-mining highly productive berry beds are formed by washing with a hydromonitors. Their average annual yield is 10,6–36,6 kg/ha, with projective coverage 37,2–55,6% and the above ground phytomass 530,6–645,2 kg/ha in absolutely dry state. At the site of the dredge polygons after 10–45 years of the primary succession of the soil cover, the berry beds are not formed. The projective cover of berry species on the field layer cover on them

does not exceed 25,7 kg/ha the average annual fruit-yields is only 0,4–7,4 kg/ha and with the above-ground phytomass in on absolutely dry state-up to 159,0 kg/ha. The process of forming berry beds on reclaimed dredge-landfills proceeds much faster than in the absence of reclamation work.

Keywords: blueberry, cowberry, berries, polygons of gold and platinum, primary succession, dumps.

ПАНИН Игорь Александрович – доцент Уральского государственного лесотехнического университета, кандидат сельскохозяйственных наук. SPIN-код: 7599-8125. ORCID: 0000-0002-7798-3442.

620100, ул. Сибирский тракт, д. 37, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: paninia@m.usfeu.ru

PANIN Igor A. – PhD (Agricultural), Assistant Professor, Ural State Forestry Engineering University. SPIN-code: 7599-8125. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7798-3442>.

620100. Siberian tract str. 37. Yekaterinburg. Russia. E-mail: paninia@m.usfeu.ru

ЗАЛЕСОВ Сергей Вениаминович – профессор, заведующий кафедрой Лесоводства Уральского государственного лесотехнического университета, профессор, доктор сельскохозяйственных наук. SPIN-код: 8652-3165. ORCID: 0000-0003-3779-410X.

620100, ул. Сибирский тракт, д. 37, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: zalesovsv@m.usfeu.ru

ZALESOV Sergey V. – DSc (Agricultural), Head of the Forestry Department, Ural State Forestry Engineering University, Professor. SPIN- code: 7599-8125. ORCID: 0000-0003-3779-410X.

620100. Siberian tract str. 37. Yekaterinburg. Russia. E-mail: zalesovsv@m.usfeu.ru

АРЖАННИКОВ Юрий Алексеевич – аспирант Уральского государственного лесотехнического университета. SPIN-код: 9466-1886. ORCID: 0000-0003-4345-6879.

620100, ул. Сибирский тракт, д. 37, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: Wolf1997@mail.ru

ARZHANNIKOV Yuri A. – PhD Student, Ural State Forestry Engineering University. SPIN-code: 9466-1886. ORCID: 0000-0003-4345-6879.

620100. Siberian tract str. 37. Yekaterinburg. Russia. E-mail: Wolf1997@mail.ru