

Поволжский 49	82	97
Поволжский янтарь	82	99

У анализируемых сортов ячменя по полученным данным лабораторной всхожести и жизнеспособности (рис. 1), особенно не отличались, так у сорта Беркут и Поволжский янтарь всхожесть, как и жизнеспособность самая высокая 98 и 99%. А самая низкая всхожесть и жизнеспособность у сорта Агат – 97%.

**Выводы.** Ячмень одна из важнейших сельскохозяйственных культур и для определения жизнеспособности зерна применяется много тестирующих методов. Углубленное изучение жизнеспособности и всхожести зерна сортов ярового ячменя способствует улучшению и ведению селекционных работ по созданию новых сортов и продолжение исследований над старыми сортами. Так сорт Беркут и Поволжский янтарь по методу определяя жизнеспособности зерна тетразольным способом - 100%, лабораторной всхожести - 99%.

### **Библиографический список**

1. Ксенз Н.В., Сидорцов И.Г., Белоусов А.В. Анализ методов и технических средств контроля жизнеспособности семян зерновых культур /Вестник аграрной науки Дона. 2017. № 1 (37). С. 62-68.
2. ГОСТ 12039-82. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения жизнеспособности. – Москва: Издательство стандартов, 1982.
3. Никонорова Ю.Ю., Шиповалова А.В., Ермилина Н.Н. Сравнительная оценка посевных качеств сортов ярового ячменя В сборнике: Современные проблемы агропромышленного комплекса. Сборник научных трудов 75-й Международной научно-практической конференции. Кинель, 2022. С. 17-21.
4. Савушкин Н.С. Лабораторная всхожесть и биометрические показатели ячменя при применении препарата «цитогумат»/ Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета. 2023. № 1. С. 23-26.
5. Троценко В.В., Забудский А.И., Комендантov B.B. Всхожесть семян ячменя прошедших механизированную обработку В сборнике: Биотехнологии в сельском хозяйстве, промышленности и медицине. Сборник материалов Региональной научно-практической конференции молодых ученых. 2017. С. 48-53.

УДК 502/504.631.421

### **РАСТЕНИЯ-БИОИНДИКАТОРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**Одижев Андмиркан Арсанович** - аспирант, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г.Нальчик

**Забаков Азамат Борисович** - магистрант кафедры агрономия ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г.Нальчик

**Научный руководитель: Ханеева И.М.**, доктор с.-х. наук, профессор кафедры Агрономия ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г.Нальчик

**Аннотация.** Изучены растения, способные сорбировать максимальное количество тяжелых металлов (ТМ) из почвенного раствора. Выделены растения - индикаторы накопления тяжелых металлов, предложены новые направления по снижению токсичности почвы. Установлены биологические особенности бобовых, которые способны сорбировать тяжелые металлы из почвы и воздуха и тем самым очищать загрязненный участок.

**Ключевые слова:** вязель пестрый, амброзия полыннолистная, амарант, бобовые травы, сидераты, цеолитсодержащие глины, токсичность почв, растения - биоиндикаторы, тяжелые металлы.

**Введение.** Последние десятилетия почва была загрязнена тяжелыми металлами и промышленными выбросами из-за антропогенных факторов, которые воздействует на биосферу, водные и земельные ресурсы. [1].

Суммарная мощность источников антропогенного воздействия значительно меньше мощности природных источников. Так источники оксида азота выделяют в объеме 30 миллионов тонн азота [2, 3].

Свинец, в ходе человеческого воздействия, попадает в биосферу значительно чаще, чем при естественном загрязнении. Максимальный урон окружающей среде могут приносить различные загрязнения тяжелыми металлами. В воздушном пространстве промышленных мегацентров загрязнены тяжелыми металлами, такими как медь, свинец, никель, ртуть, ванадий, цинк и хром. Нужно отметить такие загрязнения воздушного пространства, которые включаются в различные части растений и в почвы, и вообще влияют на окружающую среду. [4].

Как утверждают ученые, различные почвы являются мощными фильтрами против потока техногенного вещества, и при помощи химического барьера можно очистить биосферу. В итоге перераспределении вод, как подземных, так и поверхностных, вызывает вторичное загрязнение [4].

Последние десятилетия почва была загрязнена тяжелыми металлами и промышленными выбросами из-за антропогенных факторов, которые воздействует на биосферу, водные и земельные ресурсы. [1].

Суммарная мощность источников антропогенного воздействия значительно меньше мощности природных источников. Так источники оксида азота выделяют в объеме 30 миллионов тонн азота [2, 3].

Свинец, в ходе человеческого воздействия, попадает в биосферу значительно чаще, чем при естественном загрязнении. Максимальный урон окружающей среде могут приносить различные загрязнения тяжелыми металлами. В воздушном пространстве промышленных мегацентров загрязнены тяжелыми металлами, такими как медь, свинец, никель, ртуть, ванадий, цинк и хром. Нужно отметить такие загрязнения воздушного пространства, которые включаются в различные части растений и в почвы, и вообще влияют на окружающую среду. [7,8].

Нарушение жизнедеятельности различных видов почвенных организмов наблюдаются при негативном влиянии тяжёлых металлов, на некоторые свойства почв. Например, замедление гумификации, и ухудшения свойств почвы. Тяжёлые металлы оказывает негативное действие на метаболические звенья, в ходе воздействия на ферменты. В случае замены исходного металла в ферментах снижается каталитические характеристики. Надо отметить, что хлоропласти и митохондрии нарушаются из-за присутствия тяжёлых металлов, а именно на субклеточном уровне транспорта ионов и функций клеточных мембран. [3, 4].

Многие ученые интересуются биологическим азотом зернобобовых культур в обстановке экологического стресса [8,9]. Как правильно они считают применение зернобобовых культур восстанавливает плодородие почвы и снижает их токсичность. В наших экспериментах мы использовали алантит (цеолитсодержащей глиной) и бобовые культуры (люцерна, донник жёлтый и пестрый, эспарцет). Алантит является новейшим сорбентом. Он позволяет улучшить плодородие почвы и учитывать параметры уровня тяжелых металлов в почве.

**Объекты и методы исследования.** Полевой опыт проводился на выщелоченном черноземе учебно-производственного комплекса Кабардино-Балкарского ГАУ. Опытный участок УПК имеет следующие характеристики: азот щелочной гидролизуемый - 150 мг / кг, количество гумуса в пахотном слое 3,4%, pH-6,5 - реакция почвы нейтральная. Подвижный фосфор содержится 30 мг на 100 г почвы, (средний запас) (по Чирикову), обменный калий - 80 мг на 100 г (повышенный запас). Выщелоченный чернозем тяжелосуглинистый, с содержанием физической глины 57,2%, было заложено 4 варианта опыта по снижению токсичности почвы. Первый - контрольный (без зеленой массы), второй - с запашкой зеленой массы в фазе цветения, третий - через 5 дней после скашивания зеленой массы, запашка алантитом; четвертый - в запашке через 7-10 дней после скашивания. В основном в экспериментах изучали влажность почвы, температурный режим, содержание тяжелых металлов.

В наших исследованиях метод химико-аналитического контроля был использован для определения ТМ, проведены анализы предельно допустимого значения уровня безопасности для человека и биоты.

Определяли содержание тяжелых металлов в изучаемых растениях на выщелоченном чернозёме в условиях СКНИИГПСХ ВН РАН, на территории завода ОАО «Электроцинк» и учебно-опытного поля Кабардино-Балкарского ГАУ. Объектами исследования были бобовые травы (люцерна, козлятник, клевер, вязель пестрый, эспарцет), а также свербигу и амброзию. Определяли содержание тяжелых металлов в ФГБУ САС «Кабардино-Балкарская».

Алантит - глина местного происхождения, содержащая цеолит (степная зона Республики Северная Осетия - Алания, Моздокский район). Алантит содержит алюминий (Al2O3) - 16,5; серу, марганец, медь, цинк и фосфор в количестве 0,1-0,9%, кремний (Si O2) - 52,8; железо (Fe2O3) 6,18; кальций (CaO) - 32,6.

Исследуемые растения были определены как биоиндикаторы, при этом они сыграли большую роль в восстановлении плодородия почвы, а также в снижении концентраций токсичных веществ в почве.

**Результаты экспериментов и обсуждение.** Многолетние травы в полевых исследованиях являются зелёными удобрениями. В ходе исследований мы определили содержание марганца, железа, меди, кобальта, и цинка. Нами было установлено, что происходит увеличение содержания ТМ от фазы стеблевания к цветению. Концентрация для вязеля составила: железа около 440 мг/кг, кобальта более 11 мг/кг, марганца 700 мг/кг, меди более 15 мг/кг от фазы стеблевания до цветения.

Установлено, что исследуемые бобовые травы к фазе бутонизации накапливают в почве большую концентрацию цинка и подвижных фосфатов. В ходе исследования нами выяснено, что эспарцетом до 54 мг/кг цинка и 32 мг/кг меди,. вязель выносит из почвы до 43 мг/кг меди и до 45 мг/кг цинка, люцерна до 99 мг/кг и 32 мг/кг меди.

Аланит- цеолитсодержащая глина существенно поглощает радиоактивные вещества и тяжёлые металлы. Взаимодействуя со скошенной зелёной массой бобовых трав эта глина очищает от кадмия, свинца, цинка и меди. Таким образом, уменьшается за счёт сельскохозяйственных руд количество металлических частиц в почве, также выделяется тепло в течение нескольких дней. Этот метод эффективен на кислых почвах где РН менее 5 единиц.

Хорошо обогащает органическими и минеральными веществами запашка исследуемой глины совместно с вязелем почва. Аланит впитывает влагу как сорбент, а также защищает массу от испарения. Нужно отметить что аланит, также удерживает азот, выделяемый вязелем. Наши результаты исследований представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1 объем тяжелых металлов уменьшается до предельно допустимых концентрации, после запашки и минерализации органического вещества в почве. Цеолитсодержащая глина аланит эффективна для запашки, совместно с вязелем пёстрым как сидератом. И наоборот при запашке без аланиита отмечалось изменение pH, а затем с аланиитом после скашивания, pH увеличивался. Сравнивая вариант без использования аланиита полученный показатель не выше 4,84. Значение pH составляет 5,1, максимальным при применении вязеля и аланиита после скашивания.

Таблица 1  
Изменение содержания тяжелых металлов в почве

Варианты опыта	Тяжелые металлы				
	C и	Co	Fe	РЬ	Zn
Запашка массы вязеля (без аланиита) - контроль	83	0,40	614	5,7	94
Запашка массы вязеля с аланиитом	51	0,32	453	4,9	82
Запашка массы вязеля с аланиитом, спустя	31	0,28	315	4,4	66

3-5 дней после скашивания (отбор почвенных проб через 2 месяца после запашки)					
Запашка массы вязеля с аланитом, спустя 7-10 дней после скашивания (отбор почвенных проб через 2 месяца после запашки) - оптимальный вариант	20	0,22	133	3,7	64
Предельно допустимые концентрации	19	0,26	152	4,9	98

В полевом опыте на варианте внесения аланита, была замечена тенденция снижения железа и меди (2-3 т/га). Вначале, при запашке на варианте вязель + аланит отмечалось количество меди 52 мг кг, затем через несколько дней показатель упал до 42 мг/кг. После запашки через 5 дней вязель + аланит, этот показатель снизился до 31 мг/кг, а через неделю он составлял всего 20 мг/кг сухого вещества.

При наступлении вегетации эспарцета, количество форм металлов изменилось для меди с 13 до 16, цинка с 36 до 39, кобальта с 10 до 8, никеля с 14 до 16, железо с 410 до 390 и марганца с 700 до 670.

Показатели люцерны по содержанию форм ТМ от фаз стеблевания до цветения составили: марганца от 580 до 710 мг/кг. железа 360 - 440, меди от 12,8 до 15,9, цинка от 40,1 до 43,2, кобальта от 10 до 11,7, никеля 13,5-16,2.

Необходимо отметить, что в fazу бутонизации у изучаемых бобовых трав в почве накапливаются максимально большие концентрации подвижной формы меди, а также цинка. Также нами установлено, что эспарцет выносит из почвы до 54 мг/кг меди, люцерна до 99, 2 мг/кг цинка и до 32,4 кг/кг меди, вязель пестрый до 43 мг/кг меди и до 44,7 мг/кг цинка.

Вязель имеет ряд преимуществ при сравнении с другими бобовыми культурами.

Как видно из таблицы 2 снижается концентрация тяжелых металлов, за счет запашки сидератов (проросшие семена вязеля и амаранта). Они действуют как сорбенты, нейтрализуя радионуклиды и тяжелые металлы в загрязненной почве и таким образом очищая ее за счет химической реакции.

Таблица 2

**Содержание тяжелых металлов в почве в зависимости от способа посева сидеральных культур**

Варианты опыта	Содержание биологического азота в почве, кг/га	Содержание в почве, мг/кг			
		медь	цинк	никель	свинец
Амарант	146	3,0	24	19,5	28,0
Вязель	160	3,7	32	15,2	31,5
Совместный посев амаранта и вязеля	121	4,1	28	26,0	30,2
Амарант + вязель, посев черезрядно отдельными полосами	203	2,2	23	13,0	26,0
Предельно допустимые концентрации	-	6,7	34	19,7	31,5

На варианте совместного посева амаранта и вязеля содержание свинца была более 30 мг/га, а на варианте, где посев был черезрядно отдельными полосами уровень свинца снизился до 26 мг/га. Очевидно, что посев отдельными полосами создает определенный микроклимат для растений, которые интенсивно поглощают радионуклиды и тяжелые металлы. По другим ТМ посев через ряды оказался наиболее лучшим.

Далее нужно отметить, что вязель пестрый по 2-ом году давал значительную биомассу более 12 т/га, тогда как бобовые культуры – 10 т/га. Влажность на варианте при запашке вязеля был на уровне 20 мм, по другим вариантам с другими культурами на 1-2 мм имели ниже показатели.

Очевидно, что вязель со своей мощной корнеотпрысковой системой, а также не уступающей ей мощной надземной и другими биологическими особенностями значительно превосходит остальные культуры.

По результатам исследований нами составлена таблица 3, где мы приводим сорбционные способности растений -индикаторов по различным территориям. Очевидно, что они по-разному реагируют на токсичность почвы.

*Таблица 3*

**Содержание ТМ в почве**

Название	Zn, мг/ кг	Разница с ПДК	Cd, мг/кг	Разница с ПДК	Cu, мг/кг	Разница с ПДК	Fe, мг/кг	Разница с ПДК	Ni, мг/кг	Разница с ПДК
Клевер	<b>18,1</b>	-4,9	<b>0,9</b>	-1,7	<b>5,8</b>	2,8	<b>591</b>	359	<b>3,8</b>	-0,2
Люцерна	<b>16,8</b>	-6,2	<b>0,8</b>	-1,8	<b>6,3</b>	3,3	<b>562</b>	330	<b>4,1</b>	0,1
Эспарцет	<b>22,4</b>	-0,6	<b>0,9</b>	-1,7	<b>5,7</b>	2,7	<b>542</b>	310	<b>4,7</b>	0,7
Козлятник	<b>17,8</b>	-5,2	<b>1</b>	-1,6	<b>5,7</b>	2,7	<b>453</b>	221	<b>4,7</b>	0,7
Вязель	<b>19,6</b>	-3,4	<b>1,2</b>	-1,4	<b>5,3</b>	2,3	<b>345</b>	113	<b>4,5</b>	0,5
Астрагал к.	<b>18,5</b>	-4,5	<b>1,2</b>	-1,4	<b>5</b>	2	<b>345</b>	113	<b>4,3</b>	0,3
Астрагал сл.	<b>21,7</b>	-1,3	<b>1,3</b>	-1,3	<b>4,9</b>	1,9	<b>463</b>	231	<b>4,6</b>	0,6
Свербига	<b>20,6</b>	-2,4	<b>1,1</b>	-1,5	<b>5,7</b>	2,7	<b>572</b>	340	<b>5,2</b>	1,2
Амброзия КБГАУ	<b>20,1</b>	-2,9	<b>1,1</b>	-1,5	<b>5</b>	2	<b>453</b>	221	<b>4,4</b>	0,4
Амброзия АО Электроци нк.	<b>200 9,4</b>	1986,4	<b>17,3</b>	14,7	<b>86,7</b>	83,7	<b>2375</b>	2143	<b>5,8</b>	1,8
ПДК	<b>23</b>	0	<b>2,6</b>	0	<b>3</b>	0	<b>232</b>	0	<b>4</b>	0

Как видно из таблицы 3 по цинку и кадмию не было превышения во всех вариантах кроме варианта с амброзией АО «Электроцинк», где превышение составило более 1986 мг/кг по цинку и 14.7 мг/га кадмию. Также по меди разница с ПДК составила 86,7 мг/га, по железу 2143 мг/кг и никелю 1,8 м/кг. Такая же картина наблюдается у амброзии, взятой на пробу на территории учебно-производственного комплекса Кабардино-Балкарского ГАУ по железу 221 мг/кг.

## **Библиографический список**

1. Биологический контроль окружающей среды. Генетический мониторинг. М.: Издательский центр «Академия». - 2010.- 136с.
2. Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование (под. ред. О.П. Мелеховой, Е.И. Сорапульцевой). – М.: Издательский центр «Академия». - 2010. - 156с.
3. Вельц Н.Ю. Изобретение «Способ оценки загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами» Патент №2257597 от 27.07.2005г, МПК: G01V9/00, G01 №33/48.
4. Жеруков Б.Х., Способ детоксикации почвы/ Жеруков Б.Х., Бекузарова С.А., Фарниев А.Т., Ханиева И.М., Цагараева Э.А., Сабанова А.А., Эрсмурзаев У.Б., Козырев А.Х./Патент на изобретение RU 2455812 C2, 20.07.2012. Заявка № 2009147560/13 от 21.12.2009.
5. Заалишвили В.Б., Осикина Р.В. Изобретение «Способ оценки экологического состояния территории» Патент №2375869 от 20.12.2009, МПК: A01G 23/00.
6. Ханиева И.М., Бекузарова С.А., Ханиев М.Х., и др. «Способ снижения радиоактивности почв». патент № 258027, опубликован 20.06.2016.- МПК B09C1/00.
7. Ханиева И.М., Биоиндикаторы и охрана окружающей среды/ Ханиева И.М. Бекузарова С.А./В книге: Инновационная парадигма развития естественных наук. Монография. Петрозаводск, 2020. С. 38-49.
8. Цугкиев Б.Г., Басаев Т.Б., Гагиева Л.Ч. Экологические способы нейтрализации тяжелых металлов в почве. Земледелие, 2004, - №1, - с.15.
9. Ханиева И.М. Биоэнергетическая оценка технологий возделывания сельскохозяйственных культур и расчет экономической эффективности внесения удобрений/Ханиева И.М., Бекузарова С.А., Апажев А.К./Нальчик, 2019.-с.251.

УДК 58.035.4

## **МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ РАСТЕНИЙ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ НА РАЗНОЕ СООТНОШЕНИЕ КРАСНОГО, СИНЕГО И ЗЕЛЕНОГО СВЕТА В СПЕКТРЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СВЕТОКУЛЬТУРЫ**

**Ранько Олеся Александровна**, аспирант кафедры физиология растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, rankooa@gmail.com

**Гаязов Владислав Валерьевич**, аспирант кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, vlad-gajazov@rambler.ru

**Научный руководитель: Тараканов Иван Германович**, д.б.н., профессор кафедры физиология растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, plantphys@rgau-msha.ru