

нетических исследований, 15 образцов передано в коллекцию ВИР им. Н.И. Вавилова.

Библиографический список

1. Дудин Г.П. Лазерный мутагенез и селекция ярового ячменя // Роль научных исследований в развитии сельскохозяйственного производства Кировской области: сб. научн. ст. – Киров, 1991. – С. 33-43.

2. Щербаков В.К. Мутации в эволюции и селекции растений. – М.: Колос, 1982. – 327 с.

3. Полевой В.В. Физиология растений: учеб. для биол. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1989. – 464 с.: цв. ил.

4. Калам Ю.И., Орав Т.А. Хлорофилльная мутация. – Таллин: Валгус, 1974. – 59 с.

5. Володин В.Г. Радиационный мутагенез у растений. – Минск: Наука и техника, 1975. – 192 с.

6. Гужов Ю.В., Фукс А., Валечек П. Селекция и семеноводство культивируемых растений. – М.: Мир, 2003. – 536 с.

7. Моисейченко В.Ф., Трифонова М.Ф., Заверюха А.Х., Ещенко В.Е. Основы научных исследований в агрономии. – М.: Колос, 1996. – 336.: ил.

8. Дудин Г.П. Мутагенное действие излучения гелий-неонового лазера на яровой ячмень // Генетика. – 1983. – № 10. – С. 1694-1696.

9. Володин В.Г., Мостовиков В.А., Авраменко Б.И. и др. Лазеры и наследственность растений. – Минск: Наука и техника, 1984. – 175 с.

10. Емелев С.А. Оценка мутантных форм ячменя сорта Биос 1 // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2007. – № 8. – С. 13-16.



УДК 664.782

**Ю.В. Рогожин,
В.В. Рогожин**

ВЛИЯНИЕ ГЛИЦЕРИНА НА ПРОРАСТАНИЕ ЗЕРНОВОК ПШЕНИЦЫ

Ключевые слова: зерна пшеницы, биологически активные вещества, глицерин, прорастание зерен пшеницы, консервирование.

Введение

Глицерин относится группе биогенных спиртов, входит в состав нейтральных липидов и фосфолипидов. Глицерин может легко утилизироваться в клетках живых организмов, выполняя роль энергетического субстрата. Фосфорилированные производные глицерина могут участвовать в реакциях синтеза различных биогенных соединений, обеспечивая формирование структурных компонентов клеток [1, 2].

Глицерин обладает уникальными физико-химическими свойствами, которые определяют широту его практического использования. Так, глицерин, имея очень высокую температуру кипения (290°C), практически не испаряется в окружающую среду и поэтому может быть многократно использован с минимальными потерями массы вещества во время длительной эксплуатации. Как полярное соединение глицерин смешивается с молекулами воды в любых соотношениях. Азеотропные смеси, образованные с уча-

стием глицерина, имеют более высокие температуры кипения. Высокая температура воспламенения глицерина (362°C) гарантирует его безопасность от воспламенения [3, 4].

Глицерин может проявлять криопротекторные свойства, понижая температуру замерзания растворов. Так, при концентрации 50% и более водные растворы глицерина не замерзают при температуре ниже -20°C. Поэтому глицерин используют для консервации эритроцитов, оказывая влияние на процессы кристаллизации, замедляя протекание этих процессов при низких отрицательных температурах. Присутствие глицерина способствует понижению температуры замерзания внутри- и межклеточной воды [5]. Кроме того, глицерин обладает антисептическим действием, которое обусловлено его гигроскопичностью. В результате действия глицерина происходит разрушение структуры мембран бактерий и их гибель.

Глицерин активно используется в хлебопекарном производстве для повышения хлебопекарных качеств хлеба и хлебобулочных изделий и увеличения длительности их хранения.

Глицерин применяется в производстве парфюмерных и косметических препаратов и мазей. Наличие широкого спектра действия глицерина позволяет предложить использовать его как активатор метаболических процессов в клетках, повышая всхожесть и ускоряя как развитие зерновок, так и в качестве консерванта зерен пшеницы. Ранее нами были изучены физиолого-биохимические процессы прорастания зерновок пшеницы и выявлена роль биологически активных веществ на эти процессы [6, 7].

Целью исследований было изучить влияние глицерина на прорастание зерновок пшеницы. В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи: 1) изучить действие малых и высоких концентраций глицерина на прорастание зерновок пшеницы; 2) определить влагопоглощающую способность глицерина; 3) установить сроки действия высоких концентраций на всхожесть зерновок пшеницы; 4) предложить технологическую схему использования глицерина для консервирования зерен пшеницы.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили на зернах пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Приленская 19, которые замачивали в дистиллированной воде (контроль) или растворах глицерина различной концентрации в течение 1-20 сут., а затем после многократного промывания и удаления следов глицерина проращивали на фильтровальной бумаге в

чашках Петри при 23°C на свету в течение 7 сут., смачивая их дистиллированной водой (10 мл на чашку Петри). Количество зерен в одной чашке Петри – 100 шт., повторность опыта 4-кратная. Образцы для исследования отбирали в одно и то же время суток.

Взвешивание образцов проводили на лабораторных исследовательских весах фирмы **OHAUS** (США), с точностью измерений ±0,1 мг. В работе использовали глицерин высокой очистки. Статистическую обработку данных осуществляли по Лакину [8].

Результаты и их обсуждение

Ранее нами было показано, что низкие концентрации биологически активных веществ обладают стимулирующим действием на прорастание зерновок пшеницы [9]. Аналогичный эффект наблюдался и при использовании низких концентраций глицерина (табл. 1).

Таким образом, что низкие концентрации глицерина проявляют колебательную динамику в изменении величин физиологических показателей прорастания зерновок пшеницы. При этом глицерин в концентрации 10^{-5} - 10^{-1} М оказывает преимущественно стимулирующее действие на прорастание зерен. Так, глицерин повышал всхожесть зерновок на 5-28%, а вегетативную массу побегов на 9-44%. Отмечается возрастание массы одного побега на 9-24%, длины одного побега – на 3-23, максимальной длины побега – на 2-38%. Следует отметить, что минимальная длина побега несколько снижается.

Таблица 1

Влияние низких концентраций растворов глицерина на физиологические параметры зерновок пшеницы сорта Приленская 19

Концентрация раствора глицерина, мМ	Всхожесть, %	Вегетативная масса побегов, г	Масса одного побега, мг	Длина побега, мм	Минимальная длина побега, мм	Максимальная длина побега, мм
Контроль (вода)	69±7 (100)	2,27±0,23 (100)	33±6 (100)	62±26 (100)	23±13 (100)	98±29 (100)
0,001	83±8 (120,3)	3,24±0,32 (142,7)	39±7 (118,2)	76±28 (122,6)	21±12 (91,3)	135±33 (137,8)
0,01	89±9 (128,9)	3,20±0,32 (140,9)	36±7 (109,1)	73±27 (117,7)	22±12 (95,6)	126±32 (128,6)
0,1	78±8 (113,0)	2,81±0,25 (123,8)	36±7 (109,1)	71±27 (114,5)	20±12 (86,9)	100±20 (102,0)
1,0	67±7 (97,1)	2,48±0,25 (109,3)	37±8 (112,1)	62±26 (100)	23±13 (100)	100±21 (102,0)
10,0	72±7 (104,3)	2,59±0,26 (114,1)	36±7 (109,1)	64±26 (103,2)	20±12 (86,9)	110±21 (112,2)
100,0	80±8 (115,9)	3,28±0,33 (144,5)	41±9 (124,2)	70±27 (112,9)	15±8 (65,2)	112±21 (114,3)
1000,0	57±6 (82,6)	1,08±0,10 (47,6)	19±4 (57,5)	37±14 (59,7)	15±8 (65,2)	64±17 (65,3)

Между всхожестью и остальными параметрами (вегетативная масса, масса одного побега, длина побега и максимальная длина побега) устанавливается, соответственно, высокая коррелятивность ($r_1=0,93$, $r_2=0,75$, $r_3=0,91$, $r_4=0,90$). Низкая корреляция величин минимальной длины проростка с остальными параметрами ($r_1=0,25$, $r_2=0,29$, $r_3=0,37$, $r_4=0,45$) обусловлена малым влиянием величин физиологических показателей медленнорастущих проростков пшеницы на преобладающее число активнорастущих побегов. Активирующий эффект обусловлен тем, что глицерин способен воздействовать на механизмы прорастания даже у тех зерновок, которые находились в состоянии покоя. Однако рост и развитие этих побегов значительно медленнее, чем рост остальных проростков.

Для выявления влияния глицерина на прорастание зерновок пшеницы нами было изучено действие как его малых, так и высоких концентраций. Было установлено, что высокие концентрации глицерина практически не оказывали ингибирующего действия на прорастание зерен после 24 ч замачивания (табл. 2). Это свидетельствует о своеобразном механизме действия глицерина и обусловлено его низким ингибированием метаболических процессов в зародыше зерновок пшеницы.

Высокие концентрации глицерина (0,1-13,7 М) способствовали увеличению вегетативной массы побегов на 2-26%, массы одного побега – на 5-10, длины побега – на 4-27, минимальной и максимальной длины побега – на 18-54 и 4-6%. Отсюда следует, что высокие концентрации глицерина способствуют увеличению длины побега. Эти изменения, по-видимому, обусловлены тем, что высокие концентрации глицерина оказывают стимулирующий эффект преимущественно на прорастающие зерновки пшеницы

и практически не оказывают действие на зерновки, находящиеся в состоянии покоя.

Таким образом, высокие концентрации глицерина проявляют своеобразие в действии на зерновки пшеницы, практически не угнетая их всхожесть. Для объяснения выявленного эффекта действия высоких концентраций глицерина нами была изучена его влагопоглощательная проникающая способность в зерновки пшеницы различной влажности (рис. 1). С этой целью были отобраны зерновки пшеницы с влажностью 8, 26 и 70%.

Зерновки с влажностью в 70% в 13,7 М растворе глицерина активно теряют воду в первые 3-4 сут. (рис. 1). Этот процесс сопровождается уменьшением массы зерновок, затем, достигнув влажности 39%, в следующие 8-9 сут. зерновки практически перестают отдавать воду, сохраняя постоянство своей массы. У зерновок пшеницы с влажностью 8 и 26% в течение 4-5 сут. отмечается противоположный эффект, сопровождаемый увеличением их массы, которая возрастает в этот период, соответственно, на 32 и 36%.

На основании выявленной динамики изменения массы зерновок пшеницы можно предположить, что в концентрированном растворе глицерина зерновки с высокой влажностью теряют массу за счет того, что часть воды поглощается глицерином, который при этом выполняет роль «откачивающего насоса». Этот процесс сопровождается уменьшением массы зерновок. При малой влажности зерновок глицерин сам активно начинает проникать в зерна, способствуя увеличению их массы.

Таким образом, выявлена высокая осмотическая активность глицерина во время замачивания в нем зерновок с высокой и низкой влажностью. Этот эффект можно использовать при консервировании зерен пшеницы с повышенной влажностью.

Таблица 2

Влияние высоких концентраций растворов глицерина на физиологические параметры зерновок пшеницы сорта Приленская 19

Концентрация раствора глицерина, М	Всхожесть, %	Вегетативная масса побегов, г	Масса одного побега, мг	Длина побега, мм	Минимальная длина побега, мм	Максимальная длина побега, мм
Контроль (вода)	64±6 (100)	2,37±0,24 (100)	37±6 (100)	81±28 (100)	22±12 (100)	132±33 (100)
0,1	73±7 (114,1)	2,99±0,30 (126,2)	41±7 (110,8)	84±28 (103,7)	26±13 (118,2)	141±44 (106,9)
2,27	69±7 (107,8)	2,76±0,28 (116,5)	40±7 (108,1)	88±29 (108,6)	25±13 (113,6)	138±38 (104,5)
7,45	59±6 (92,0)	2,42±0,24 (102,1)	41±7 (110,8)	103±31 (127,2)	34±14 (154,5)	133±32 (100,8)
13,70	65±6 (101,6)	2,53±0,25 (106,8)	39±6 (105,4)	79±22 (97,5)	27±13 (122,7)	122±22 (92,4)

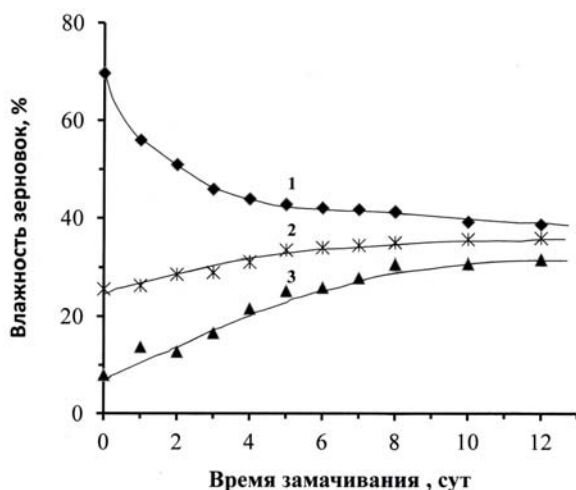


Рис. 1. Динамика влажности зерновок пшеницы сорта Приленская 19 в зависимости от времени замачивания в 13,7 М глицирине при их исходной влажности, %: 70 (1), 26 (2) и 8 (3)

В дальнейшем нами было изучено действие глицирина на прорастание зерновок пшеницы с влажностью 8% (табл. 3). Из данных таблицы следует, что замачивание зерен в 13,7 М растворе глицирина в течение 20 сут. оказывает влияние на все изученные нами физиологические параметры зерновок пшеницы. При этом рассчитанная нами концентрация глицирина в зернах в этот период увеличивалась с 42 до 76%. В течение первых суток концентрация глицирина возрастает до 42%, а затем поступление глицирина в зерновки замедляется и к 5-м сут. составляет 68,4%.

Поступление глицирина сопровождалось угнетением всхожести зерновок пшеницы, коррелирующей с уменьшением вегетативной массы побегов ($r=0,85$). В целом в этот период исследований отмечается сильное колебание физиологических параметров, характеризующееся появлением экстремумов, что обусловлено нестабильным состоянием зерновок. При этом отмечается понижение всхожести на 9-40%, вегетативной массы — на 23-57, массы одного побега — на 3-38, длины побега — на 5-45%.

Таким образом, высокие концентрации глицирина хотя и оказывают угнетающее действие на прорастание зерновок пшеницы, однако полностью не подавляют их всхожесть, сохраняя способность зерен к прорастанию даже после 20 сут. замачивания в 100%-ном глицирине. При этом высокие концентрации глицирина способны влиять на прорастание зерновок, находящихся в состоянии покоя, ускоряя рост и развитие активнорастущих проростков и угнетая прорастание медленнорастущих.

На основании проведенных исследований нами предлагается использовать концентрированные растворы глицирина (50-100%) для консервирования зерен пшеницы с повышенной влажностью, так как влажность зерен сильно влияет на длительность хранения. Это обусловлено тем, что зерна пшеницы с высокой влажностью являются питательной средой для микроорганизмов и плесени. Кроме того, во влажных зернах пшеницы активно протекают процессы дыхания, что может приводить к их самосогреванию и гниению.

Таблица 3

Влияние продолжительности замачивания зерен в концентрированном (13,7 М) растворе глицирина на физиологические параметры зерновок пшеницы сорта Приленская 19

Время замачивания зерен в глицирине, сут.	Концентрация глицирина в зернах, %	Всхожесть, %	Вегетативная масса побегов, г	Масса одного побега, мг	Длина побега, мм	Минимальная длина побега, мм	Максимальная длина побега, мм
Контроль (вода)	0	76±7 (100)	3,38±0,26 (100)	42±8 (100)	88±28 (100)	25±3 (100)	128±33 (100)
1	42,0	78±8 (102,6)	3,59±0,36 (106,2)	46±9 (109,5)	84±28 (95,5)	32±3 (128,0)	130±32 (101,6)
2	45,2	62±6 (81,5)	2,60±0,25 (76,9)	42±8 (100,0)	89±29 (101,1)	52±6 (208,0)	117±31 (91,4)
3	52,0	62±6 (81,5)	1,61±0,15 (47,6)	26±5 (61,9)	49±25 (55,7)	23±2 (92,0)	83±29 (64,8)
5	68,4	78±8 (102,6)	3,58±0,33 (105,9)	46±9 (109,5)	93±29 (105,7)	69±7 (276,0)	117±31 (91,4)
10	74,1	46±5 (60,5)	2,12±0,21 (62,7)	46±8 (109,5)	89±28 (101,1)	33±4 (132,0)	108±31 (84,4)
15	75,1	32±4 (42,1)	1,60±0,15 (47,3)	50±11 (119,0)	91±29 (103,4)	26±4 (104,0)	129±33 (100,8)
20	76,0	64±7 (84,2)	2,62±0,25 (77,5)	41±7 (97,6)	77±28 (87,5)	31±3 (124,0)	99±25 (77,3)

Следует отметить некоторые преимущества глицерина при его использовании в качестве консерванта:

- может применяться для консервирования зерен пшеницы высокой влажностью;
- при концентрации 35% и выше подавляет рост и развитие микроорганизмов и плесени;
- легко проникает в зерновки пшеницы с влажностью 8-26% и при длительном применении незначительно влияет на всхожесть зерен;
- может быть использован как дополнительный питательный субстрат;
- обработанное глицерином зерно может длительно храниться с сохранением питательных веществ независимо от влажности зерновок;
- снижает расходы на просушку зерна;
- при замачивании зерновок пшеницы с высокой влажностью в глицерине зерна теряют влагу, а проникший в зерновки глицерин обеспечивает высокий консервирующий эффект;
- низкая летучесть глицерина позволяет многократно его использовать для консервирования зерен пшеницы;
- низкая коррозионная активность с металлами позволяет обрабатывать и хранить консервированное зерно в металлических емкостях;
- низкая себестоимость технологии.

Предложена принципиальная технологическая схема консервирования зерен пшеницы растворами глицерина (рис. 2).

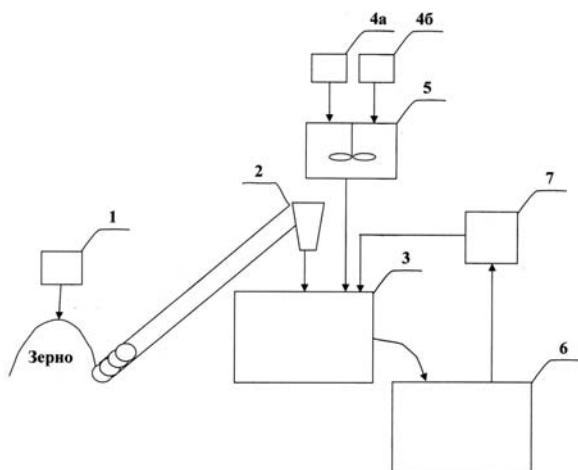


Рис. 2. Технологическая схема консервирования зерен пшеницы растворами глицерина:

- 1 – влагомер; 2 – шнековый транспортер; 3 – зерноприемник; 4 – емкости для воды (а) и глицерина (б); 5 – смеситель; 6 – бак с раствором отработанного консерванта; 7 – насос

В целом технологический процесс консервирования зерен включает предварительное определение влажности зерна с

помощью портативного влагомера (1), а затем подачу зерен по шнековому транспортеру (2) в зерноприемник (3). Одновременно с зерном в зерноприемник вносится консервант в виде глицерина или водного раствора глицерина. Компоненты консерванта (4а, 4б) поступают в смеситель (5), а затем вносятся в зерноприемник. Консервант должен полностью покрыть поверхность зерен. После окончания консервирования раствор глицерина сливают в бак (6), откуда раствор может быть повторно использован для консервирования зерен пшеницы.

Консервирующим эффектом обладают растворы глицерина с концентрацией 35% и выше. При концентрации глицерина 50% и более отмечен выраженный консервирующий эффект, позволяющий продлить срок хранения зерен до 2 лет (табл. 4).

Таблица 4
Количество 50%-ного раствора глицерина, вносимого для консервирования зерен пшеницы, л/т

Влажность зерен, %	Время хранения консервированного зерна, мес.			
	до 1	1-3	3-6	6-12
13-14	10-15	15-20	20-40	40-50
15-18	15-20	20-40	40-60	60-90
22-23	20-25	25-50	50-100	100-150
30-31	25-30	30-60	60-120	120-200

Выводы

1. Для активирования прорастания зерен пшеницы предложено использовать как низкие, так и высокие концентрации глицерина. Показано, глицерин активно проникает в зерновки и способен активировать механизмы их прорастания, что проявляется в повышении всхожести, увеличении вегетативной массы побегов, массы одного побега и длины побегов.

2. Установлено, что в концентрированном растворе глицерина зерновки с высокой влажностью теряют массу за счет того, что часть воды поглощается глицерином, который при этом выполняет роль «откачивающего насоса». Этот процесс сопровождается уменьшением массы зерновок. При малой влажности зерновок глицерин сам активно начинает проникать в зерна, способствуя увеличению их массы.

3. Выявлено, что высокие концентрации глицерина хотя и оказывают угнетающее действие на прорастание зерновок пшеницы, однако полностью не подавляют их всхожесть, сохраняя способность зерен к прорастанию даже после 20 сут. замачивания в 100%-ном глицерине. При этом высокие концентрации глицерина способны влиять на прорастание зерновок, находящихся в состоянии покоя. Однако при этом активи-

руют рост и развитие активно растущих проростков и угнетают прорастание медленнорастущих побегов.

4. На основании выявленных закономерностей действия высоких концентраций глицерина нами предложена технологическая схема его использования для консервирования зерен пшеницы.

Библиографический список

1. Ленинджер А. Биохимия. – М.: Мир, 1976. – 957 с.
2. Рогожин В.В. Биохимия растений: учебник. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 432 с.
3. Гордон А., Форд Р. Спутник химика. – М.: Мир, 1976. – 541 с.
4. Рахманкулов Д.Л., Кимсанов Б.Х., Чанышев Р.Р. Физические и химические свойства глицерина. – М.: Химия, 2003. – 200 с.

5. Аграненко В.А., Федорова Л.И. Замороженная кровь и ее клиническое применение. – М.: Медицина, 1983. – 96 с.

6. Рогожина Т.В., Рогожин В.В. Физиолого-биохимические механизмы прорастания зерновок пшеницы // Вестник АГАУ. – 2011. – № 8. – С. 17-21.

7. Рогожин В.В., Курилюк Т.Т., Рогожина Т.В. Участие оксидоредуктаз в механизмах покоя и прорастания зерен пшеницы // Сельскохозяйственная биология. – 2012. – № 1. – С. 60-65.

8. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.

9. Рогожин В.В., Верхотуров В.В. Влияние антиоксидантов на всхожесть семян пшеницы // С.-х. биология. – 2001. – № 3. – С. 73-78.



УДК 631.438

**С.В. Бабошкина,
И.В. Горбачев,
С.Н. Балыкин,
И.А. Егорова,
С.С. Мешкина**

ИМПАКТНЫЙ БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОГОРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ГОРОДА ГОРНЯКА

Ключевые слова: хвостохранилища, металлы, цинк, медь, свинец, кадмий, атомно-абсорбционный анализ, огородные почвы, морковь, фоновые концентрации, ОДК, ПДК, миграция.

Введение

Изучение загрязнения тяжелыми металлами огородных почв, овощей, зерновых культур, фруктов в рамках экологических исследований, направленных на установление взаимосвязей «окружающая среда – человек», весьма актуально и в настоящее время, поскольку в организм человека тяжелые металлы поступают в основном с растительной пищей. В рационе питания людей в нашей стране, особенно в небольших городах, таких как г. Горняк (Алтайский край, Локтевский район) существенным источником растительной пищи являются овощи, выращенные на приусадебном участке. Поэтому изучение химического состава огородных почв и овощных культур является, на наш взгляд, одним из наиболее рациональных способов увязать состояние окружающей среды и здоровье человека.

Объекты и методы

Алтай является одним из богатейших регионов России по запасам полезных ископаемых. На изучаемой нами территории разрабатывались и в настоящее время разрабатываются полиметаллические месторождения. В г. Горняке более 50 лет функционировал Алтайский горно-обогатительный комбинат, где перерабатывали руды с ряда месторождений Алтая и получали концентраты меди, цинка, свинца. За время работы комбината с северо-западной стороны от г. Горняка из отработанной руды образовалось два больших хвостохранилища общей площадью около 1 км².

По результатам наших предыдущих исследований в верхнем слое старого отвала АГОКа валовое содержание Cu колебалось от 976 до 27005 мг/кг, концентрация Zn – от 550 до 16575, Pb – от 843 до 10745 мг/кг, Cd – от 1 до 21 мг/кг [1, 2]. Было установлено, что одной из главных экологических проблем прилегающих территорий АГОКа в условиях засушливого климата Северо-Западного Алтая является распространение пыли и мелкодисперсных аэрозолей, насыщенных тяжелыми метал-