

5. Sanitarnye pravila i normy. SanPiN 2.1.7.573-96. Gigienicheskie trebovaniya k ispolzovaniyu stochnykh vod i ikh osadkov dlya orosheniya i udobreniya.

6. GOST R 17.4.3.07-2001 Okhrana prirody. Pochvy. Trebovaniya k svoystvam osadkov stochnykh vod pri ikh ispolzovanii v kachestve udobreniy.

7. Tingaev A.V. Otsenka vliyaniya osadka stochnykh vod na urozhay zerna i mikrobiologicheskuyu aktivnost pochvy // Agrokhimicheskiy vestnik. – 2010. – No. 4. – S. 38-40.

8. GOST 54651-2011 Udobreniya organicheskie na osnove osadkov stochnykh vod.



УДК 631.517

**А.В. Игловиков, А.А. Денисов**  
A.V. Iglovikov, A.A. Denisov

## КАЛИЙНЫЙ РЕЖИМ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА НА БИОЛОГИЧЕСКОМ ЭТАПЕ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

### THE POTASSIUM STATUS OF DISTURBED LANDS IN THE FAR NORTH AT THE BIOLOGICAL STAGE OF RECLAMATION

**Ключевые слова:** рекультивация, многолетние травы, нарушенные почвы, песчаный грунт, Крайний Север, калий, питательный режим, минеральные удобрения.

При восстановлении растительного покрова и для изменения условий произрастания растений применяются различные мелиоранты, органические и минеральные удобрения. Благодаря этому происходит улучшение физико-химических свойств восстанавливаемых грунтов. Важную роль в питании растений особенно в условиях Крайнего Севера играет калий. Он повышает холодостойкость растений, делает их способными расти при низких температурах. Накопление калия в тканях растений способствует их лучшей перезимовке, что является важным фактором сохранения травостоя в условиях севера. Внесение (NPK)<sub>90</sub> увеличивает содержание подвижного калия 0,3 м слое на 76,3%, (NPK)<sub>150</sub> – на 94,7%, (NPK)<sub>210</sub> – на 102,6%. В следующие годы жизни многолетних трав отмечается достоверное снижение содержания подвижного калия в

связи с его потреблением травами. При использовании БМТ в сочетании с удобрениями его содержание возросло на 14,2%. Субстрат БИОНА в норме 12 т/га повышает содержание обменного калия в 0,3 м слое с 10,8 мг до 45 мг/кг почвы, т.е. до средней обеспеченности (40-80 мг/кг почвы, по Чирикову). При определении доз внесения калия в условиях Крайнего Севера необходимо учитывать размер его потребления продуцентами и уровнем его содержания в нарушенной почве. В условиях достаточного калийного питания наблюдается повышение устойчивости к заморозкам и нестабильным условиям водного режима, что является необходимыми условиями в направлении восстановления нарушенных сообществ.

**Keywords:** land reclamation, perennial grasses, disturbed soils, sandy soil, Far North, potassium, nutrient regime, mineral fertilizers.

Various meliorants, organic and mineral fertilizers are used to restore vegetation cover and to change the grow-

ing conditions of plants. This improves the physical and chemical properties of the restored soils. Potassium plays an important role in plant nutrition, especially in the Far North. It increases the cold resistance of plants and makes them able to grow at low temperatures. One of the goals of our research is to observe the dynamics of mobile potassium at the application of mineral fertilizers, BIONA substrate and bio-mats containing peat. Adding (NPK)<sub>90</sub> increases the content of mobile potassium in the 0.3 m layer by 76.3%, (NPK)<sub>160</sub> – by 94.7%, (NPK)<sub>210</sub> – by 102.6%. In the following years of perennial grasses life, there is a significant decrease in the content of mobile potassium, due to

its consumption by grasses. The use of a BIONA substrate at a rate of 12 t ha increases the content of exchange potassium in the 0.3 m layer from 10.8 mg to 45 mg per kg of soil, i.e. to the average availability (40–80 mg per kg of soil, according to Chirikov). When determining the application rates of potassium in the Far North, it is necessary to take into account the amount of its consumption by producers and the level of its content in disturbed soil. Under the conditions of sufficient potash nutrition, there is an increase in resistance to frost and unstable conditions of the water regime which is a necessary condition for the restoration of disturbed communities.

**Игловиков Анатолий Валерьевич**, к.с.-х.н., доцент, директор, агротехнологический институт, Государственный аграрный университет Северного Зауралья, г. Тюмень. Тел.: (3452) 290-125. E-mail: an.iglovikov@mail.ru.

**Денисов Александр Анатольевич**, ст. преп., каф. экологии и рационального природопользования, Государственный аграрный университет Северного Зауралья, г. Тюмень. Тел.: (3452) 290-125. E-mail: denisov\_aleksandr87@mail.ru.

**Iglovikov Anatoliy Valeryevich**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Director, Agro-Technology Institute, State Agricultural University of Northern Trans-Urals, Tyumen. Ph.: (3452) 290-125. E-mail: an.iglovikov@mail.ru

**Denisov Aleksandr Anatolyevich**, Asst. Prof., Chair of Ecology and Rational Nature Management, State Agricultural University of Northern Trans-Urals, Tyumen. Ph.: (3452) 290-125. E-mail: denisov\_aleksandr87@mail.ru.

## Введение

Обеспеченность растений элементами минерального питания из почвы зависит от её поглощательной способности, кислотнo-щелочной характеристики, поступления питательных веществ в результате разложения микроорганизмами [1]. Объектом рекультивации на Крайнем Севере чаще всего является биологически инертный субстрат песчаного или супесчаного гранулометрического состава с низким содержанием органического вещества и питательных веществ [2]. В связи с этим определяющую роль в питании многолетних трав играют минеральные и органические удобрения.

Калий – один из основных элементов питания растений. Он потребляется многолетними травами в процессе их роста и формирования урожая в большом количестве. Несмотря на высокое содержание общего калия в почве, в доступной для растений форме, в большинстве случаев его недостаточно, что вызывает необходимость применения калийных удобрений во всех регионах страны, а особенно при проведении работ по восстановлению почвенно-растительного покрова в условиях Крайнего Севера [3].

Многочисленными исследованиями, проведенными в нашей стране и за рубежом, уста-

новлена важная многофункциональная роль калия в жизни растений и сохранении плодородия почв. Наряду с азотом и фосфором, калий входит в «тройственный союз» наиболее важных биогенных элементов. На необходимость применения калийных удобрений постоянно обращал внимание Д.Н. Прянишников. Он предлагал организовать в южных районах России сбор золы как источника калия для почв северных районов [4].

Тундровые почвы характеризуются неблагоприятными для выращивания растений физико-химическими свойствами. В особенности это относится к нарушенным грунтам, естественный почвенно-растительный покров которых уничтожен.

При восстановлении растительного покрова и для изменения условий произрастания растений применяются различные мелиоранты, органические и минеральные удобрения. Благодаря этому происходит улучшение физико-химических свойств восстанавливаемых грунтов. Важную роль в питании растений особенно в условиях Крайнего Севера играет калий. Он повышает холодостойкость растений, делает их способными расти при низких температурах [5]. Накопление калия в тканях растений способствует их

лучшей перезимовке, что является важным фактором сохранения травостоя в условиях севера. Поэтому одной из **целей** исследований является наблюдение за динамикой подвижного калия на биологическом этапе рекультивации.

### Объекты и методы исследований

Полевые опыты по наблюдению за изменением содержания подвижного калия на биологическом этапе восстановления техногенно-нарушенных грунтов были проведены на территории Ямало-Ненецкого автономного округа Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения (далее БНГКМ) и на дне песчаного карьера 25-летней выработки, расположенного в 15 км от г. Салехарда [6]. В опытах под многолетние травы (овсяница красная – 40%; кострец безостый – 35; овсяница луговая – 10; тимopheвка луговая – 5; пырей ползучий – 5; мятлик луговой – 3; бекмания обыкновенная – 2%) вносили нитроаммофоску, содержащую 16% азота, фосфора и калия (ГОСТ Р51520). Проводили укладку биомата торфяного с содержанием NPK – соответственно, 120, 140 и 180 мг/кг почвы. Основу субстрата БИОНА-111 составляют синтетические иониты КУ-2 и ЭДЭ-10П. Субстрат БИОНА имеет рН близкую к нейтральной, содержание азота – 9%, фосфора – 11, калия – 11 и кальция – 0,5% [7]. Основные показатели состава и свойств грунтов изучали по общепринятым методикам. Содержание в грунтах обменного калия – по Чирикову. Статистическую обработку результатов исследования – по Б.А. Доспехову с использованием Microsoft Excel.

### Результаты и их обсуждение

Намытые грунты БНГКМ содержат относительно большие запасы валового калия (0,42-0,54%), основная часть которого находится в доступной растениям форме, о чём свидетельствуют результаты его определения на контрольных делянках (рис. 1). В среднем за 12 лет исследований на неудобренных делянках его содержание в 0,3 м слое составило 7,6 мг/кг. Важно отметить, что содержание обменного калия на контрольных делянках к концу вегетации

многолетних трав сокращается с 12,8 до 7,6 мг/кг. Минимальное количество калия находится в слое 0-10 см – 5,1 мг/кг, что обусловлено его потреблением травами. Вниз по профилю грунта количество обменного калия изменяется незначительно (10-20 см – 9,1 мг, 20-30 см – 10,2 мг/кг).

Анализ полученных данных показывает, что нитроаммофоска с содержанием 16%  $K_2O$  оказывает положительное влияние на его содержание в грунтах. Внесение NPK по 90 кг д.в/га увеличивает содержание обменного калия в среднем в первые три года пользования многолетними травами в 0,3 м слое с 7,6 до 13,4 мг (76,3%), (NPK)<sub>160</sub> – до 14,8 мг (94,7%), (NPK)<sub>210</sub> – до 15,4 мг/кг (102,6%). Между содержанием обменного калия и нормами минеральных удобрений имеется тесная прямая связь.

Внесение калия способствовало его значительному передвижению вглубь почвы. Так, если на контрольных делянках на глубине 20-30 см среднее за первые три года пользования травами содержание калия составило 10,2 мг, то на фоне (NPK)<sub>90</sub> – 16,9 мг, (NPK)<sub>210</sub> – 18,6 мг/кг (средняя обеспеченность по Чирикову 40-80 мг/кг). Всё это указывает на слабую закрепляемость удобрений калия в легких по гранулометрическому составу грунтах [8, 9, 11]. Этот факт нужно учитывать при расчете норм внесения удобрений на биологическом этапе рекультивации.

Многолетние травы потребляют максимальное количество обменного калия при норме высева 280 кг/га (рис. 2). Поэтому при установлении нормы высева рекультивационной травосмеси необходимо учитывать не только создаваемый укрепительный эффект, но и рациональное использование внесенных минеральных удобрений, в части – калия. Снижение содержания калия на глубине 20-30 см на варианте с нормой высева 280 кг/га указывает, что корневая система трав играет роль своеобразного биологического фильтра, предотвращая вынос подвижных форм питательных веществ, за пределы корнеобитаемого слоя.

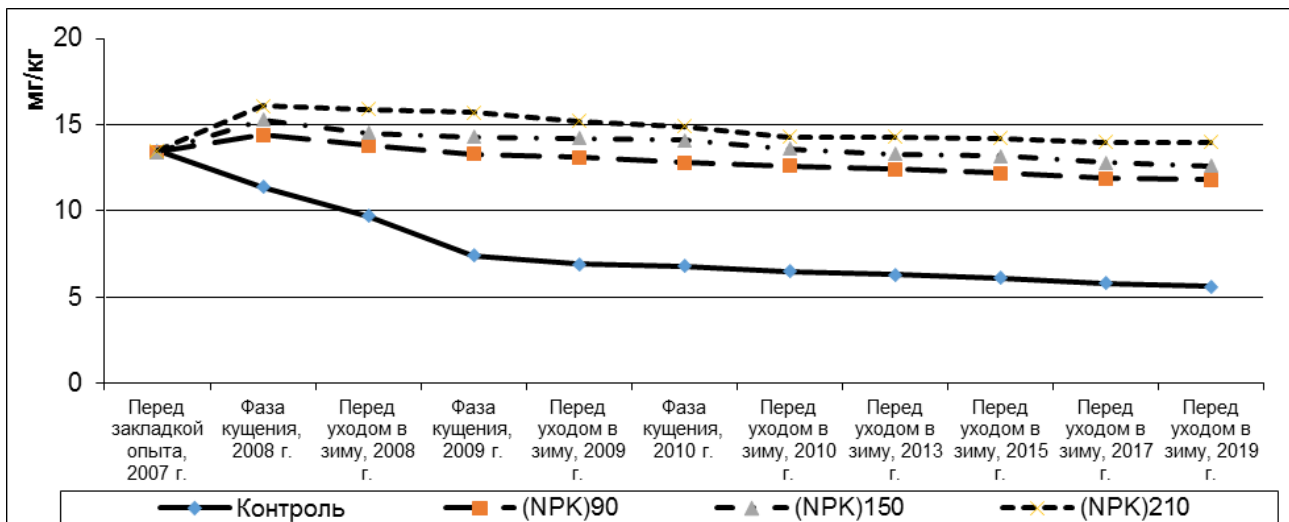


Рис. 1. Содержание обменного калия в 0,3 м слое при внесении минеральных удобрений в зоне тундры, мг/кг почвы

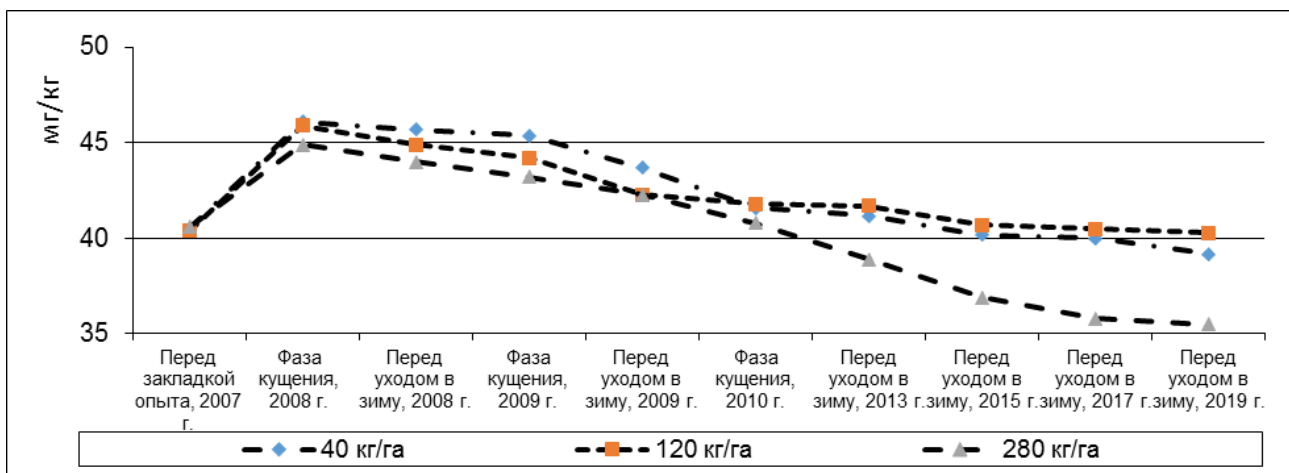


Рис. 2. Содержание подвижного калия в 0,3 м при различных нормах высева многолетних трав в зоне тундры, мг/кг почвы

Наблюдения за изменением содержания обменного калия при различных нормах высева многолетних трав на фоне  $(NPK)_{160}$  показывает его равномерное потребление продуцентами.

При норме высева 280 кг/га на седьмой год жизни многолетних трав содержание подвижного калия снижается по сравнению с уровнем его содержания до закладки опыта. При норме высева 120 кг/га на девятый год, а при норме 40 кг/га – на двенадцатый год. Этот факт нужно учитывать при определении целесообразности внесения калийных подкормок для поддержания устойчивого травостоя и ускорения демулационных процессов.

Перед закладкой опыта по изучению минеральных удобрений и биоматов торфяных в зоне лесотундры содержание обменного калия в 0,3 м слое составляло 10,8 мг/кг почвы. За период наблюдений по мере роста и развития многолетних трав на контрольных делянках его количество сократилось практически в два раза (рис. 3).

Снижение содержания обменного калия произошло в 0,3 м слое грунта, т.е. там, где расположена основная масса корневой системы многолетних трав. Вглубь по профилю его содержание изменялось несущественно. На контрольных

ных деланках миграция калия за пределы корнеобитаемого слоя не установлена.

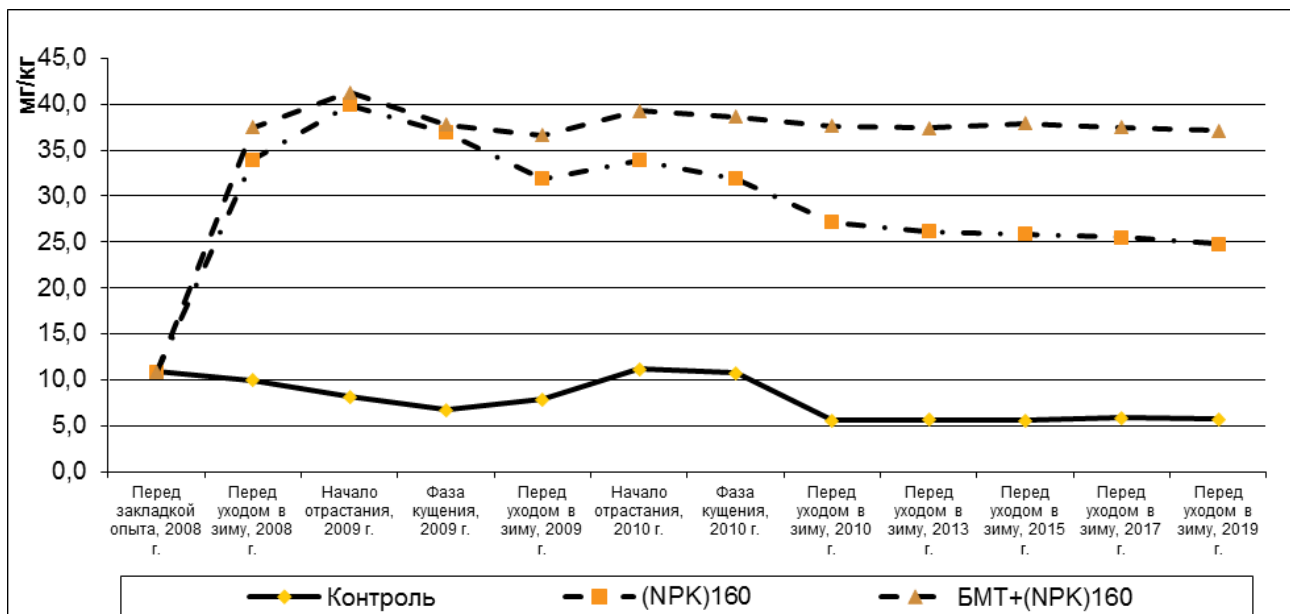
Совсем по-другому складывается калийный режим на варианте с внесением высокой дозы минеральных удобрений. Внесение 160 кг д.в/га калия привело к его существенному увеличению в полуметровом слое.

В среднем за годы исследований количество обменного калия в 0,5 м слое на фоне (NPK)<sub>160</sub> составило 37 мг/кг почвы, в то время как на контроле – только 11 мг/кг почвы. Идет активная миграция калия за пределы корнеобитаемой зоны, которая составляет 0,3 м. Например, содержание подвижного калия в слое 0,3-0,5 м на контрольных деланках было 8 мг/кг почвы. В результате внесения удобрений, содержащих калий, его количество возросло до 39 мг/кг почвы, т.е. в 5 раз. Таким образом, получено еще одно подтверждение, что калий слабо закрепляется в легких по гранулометрическому составу грунтах. Внесение высоких доз калия приводит к непроизводительным его потерям. К концу двенадцатого года жизни трав прослеживается сокращение запасов обменного калия, особенно в корнеобитаемой зоне. При этом содержание подвижного калия на протяжении всех лет иссле-

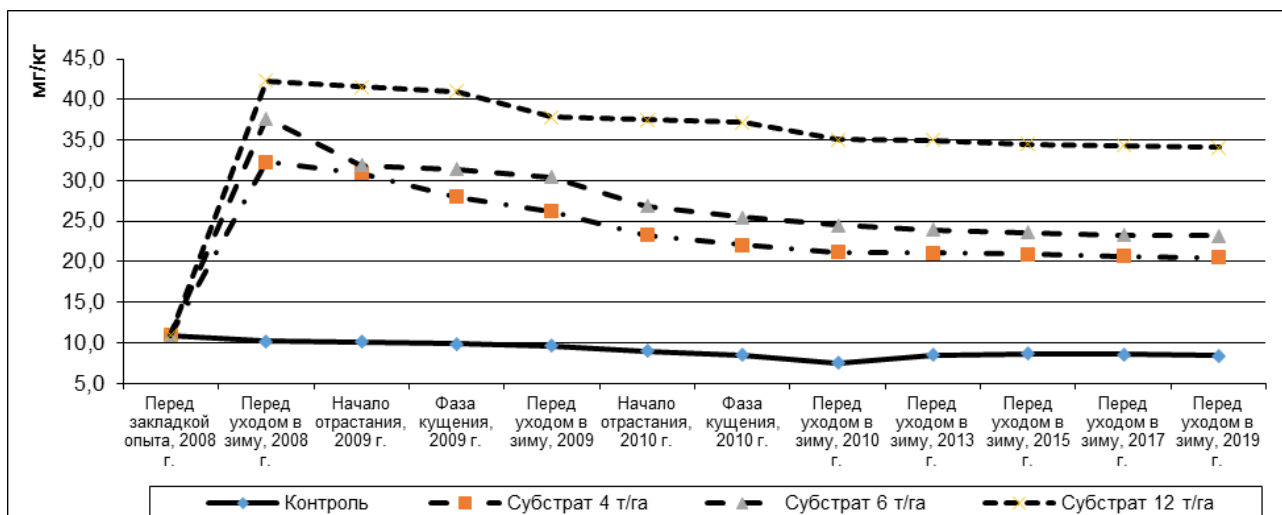
дований на вариантах с его внесением не снижается ниже контроля.

Использование торфяных биоматов совместно с минеральными удобрениями ещё более повысило содержание подвижного калия по всему 0,5 метровому слою грунта. Если при внесении (NPK)<sub>160</sub> в среднем за годы исследований количество обменного калия составило 39 мг/кг почвы, то при использовании БМТ в сочетании с удобрениями его содержание возросло на 14,2%. Основная часть (61%) калия сосредоточена в 0,3 м слое. На глубине 0,3-0,5 м обменного калия содержится 41 мг/кг почвы. Это практически столько же, как и при внесении минеральных удобрений в чистом виде (39 мг/кг почвы). На основании данного факта следует важный вывод о том, что торф слабо закрепляет калий. Основная часть калия в торфе находится в подвижной форме. Поэтому норму удобрений, содержащих калий, следует устанавливать исходя из потребностей многолетних трав.

Между содержанием подвижного калия в 0,3 м слое грунта и минеральными удобрениями, биоматами торфяными имеется тесная связь,  $r =$  от 0,94 до 0,97.



**Рис. 3. Содержание обменного калия в 0,5 м слое при внесении минеральных удобрений и применении биоматов торфяных в зоне лесотундры, мг/кг**



**Рис. 4. Содержание обменного калия в 0,3 м слое при внесении субстрата БИОНА в зоне лесотундры, мг/кг**

Использование субстрата БИОНА кардинально меняет ситуацию с калием. Так, внесение 12 т/га субстрата повышает содержание обменного калия в 0,3 м слое с 10,8 мг до 45 мг/кг почвы, т.е. до средней обеспеченности (40-80 мг/кг почвы, по Чирикову) (рис. 4). В среднем по срокам определения в годы исследований количество обменного калия в слое 0-10 см было выше по отношению к контролю в 5 раз, 10-20 и 20-30 см – в 4,1 раза. На протяжении всех лет исследований после внесения 12 т/га субстрата БИОНА содержание обменного калия снижается в слое 0-10 см на 15%, 10-20 см – на 15,8, 20-30 см – на 21,6%. Более существенное снижение обменного калия ниже 0,3 м слоя может быть связано с его потерями в связи с лег-

ким гранулометрическим составом грунта. Корневая система многолетних трав способствует закреплению калия в 0,2 м слое грунта, там, где сосредоточено свыше 80% её массы.

Аналогичная ситуация складывается на делянках, где норма субстрата БИОНА составляла 4 и 6 т/га. Накопление калия в нижней части корнеобитаемого слоя указывает на то, что вносить субстрат БИОНА следует с учетом потребностей выращиваемых на биологическом этапе рекультивации продуцентов.

Определение выноса калия с урожаем многолетних трав показало, что внесение минеральных удобрений до 160 кг д.в. увеличивало его вынос с 1 т сухой массы с 14,4 до 18,8 кг, т.е. в 1,5 раза.

Таблица

**Вынос и коэффициенты использования калия из удобрений травостоем (среднее за 2017-2019 гг.)**

Вариант	Вынос с 1 т сухой массы, кг	КИУ, %
(NPK) <sub>160</sub>	14,4	28,7
БМТ+(NPK) <sub>160</sub>	13,9	30,8
Субстрат БИОНА 4 т/га	17,1	55,8
Субстрат БИОНА 6 т/га	17,7	68,2
Субстрат БИОНА 12 т/га	18,8	93,7

Под действием минеральных удобрений использование калия травами повышалось с 28,7% (НРК)<sub>160</sub> до 93,7% (БИОНА 12 т/га). Затраты калия на формирование 1 т сухой биомассы у многолетних трав составляли 14,4-18,8 кг. Увеличение уровня вносимых удобрений и норм субстрата приводило к повышению выноса калия с урожаем [10, 11].

Рассматривая использование многолетними травами калия из удобрений, следует отметить, что высокий КИУ калия от 55,8 до 93,7% установлен при использовании субстрата БИОНА во всех дозах внесения.

Таким образом, при внесении минеральных удобрений, применении торфяных биоматов и субстрата БИОНА увеличивались вынос калия с 1 т сухой массы и коэффициент его использования. Агроемелиоративные приемы повышали накопление калия в травостое, следовательно, многолетние травы в большом количестве потребляют калий, укрепляя свою экологическую пластичность.

При определении доз внесения калия в условиях Крайнего Севера необходимо учитывать размер его потребления продуцентами и уровнем его содержания в нарушенной почве. Согласно общеизвестным литературным данным, в условиях достаточного калийного питания наблюдается повышение устойчивости к заморозкам и нестабильным условиям водного режима [13], что является необходимыми условиями в направлении восстановления нарушенных сообществ.

### Выводы

1. Намытые грунты БНГКМ содержат относительно большие запасы валового калия (0,42-0,54%). Основная часть калия находится в доступной растениям форме.

2. Внесение (НРК)<sub>90</sub> увеличивают содержание обменного калия в 0,3 м слое на 76,3%, (НРК)<sub>150</sub> – на 94,7%, (НРК)<sub>210</sub> – на 102,6%. В следующие годы жизни многолетних трав отмечается достоверное снижение содержания обменного калия в связи с его потреблением тра-

вами. При использовании БМТ в сочетании с удобрениями его содержание возросло на 14,2%. Субстрат БИОНА в норме 12 т/га повышает содержание обменного калия в 0,3 м слое с 10,8 мг до 45 мг/кг почвы, или до средней обеспеченности (40-80 мг/кг почвы, по Чирикову).

4. Внесение минеральных удобрений до 160 кг д.в. увеличивало накопление калия и его вынос с урожаем с 14,4 до 18,8 кг, т.е. в 1,5 раза. Высокий КИУ калия от 55,8 до 93,7% установлен при использовании субстрата БИОНА во всех дозах внесения.

5. Решающую роль в обеспечении многолетних трав доступным калием играют агроемелиоративные приемы. Калий потребляется многолетними травами на протяжении всей жизни. Этот факт нужно учитывать при определении норм внесения калийных подкормок для поддержания устойчивого травостоя на биологическом этапе рекультивации и ускорении восстановления естественного покрова.

### Библиографический список

1. Синявский, И. В. Рекультивация нарушенных земель и разработка комплекса работ, направленных на восстановление биогеоценоза / И. В. Синявский, А. В. Истомина. – Текст: непосредственный // Евразийское Научное Объединение. – 2019. – № 1-7 (47). – С. 404-407.

2. Игловиков, А. В. Новые технологии биологической рекультивации нарушенных земель в условиях крайнего севера / А. В. Игловиков. – Текст: непосредственный // Природно-техногенные комплексы: современное состояние и перспективы восстановления: сборник материалов Международной научной конференции. – 2016. – С. 101-107.

3. Игловиков, А. В. Биологическая рекультивация карьеров в условиях крайнего севера / А. В. Игловиков. – Saarbrücken, 2012. – Текст: непосредственный.

4. Гамзиков, Г. П. Изменение агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы при длительном применении удобрений / Г. П. Гамзиков,

П. А. Барсуков, О. Д. Варвайн. – Текст: непосредственный // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2007. – № 5. – С. 28-31.

5. Iglovikov A. Methods of Optimizing the Phosphate Regime of Drained Peat Soils in the Northern Trans-Urals / A. Iglovikov, A. Motorin // E3S Web of Conferences. The Conference Proceedings Innovative Technologies in Environmental Science and Education. Don State Technical University. 2019. S. 01003.

6. Моторин, А. С. Развитие искусственно созданного на биологическом этапе рекультивации фитоценоза в условиях Крайнего Севера / А. С. Моторин, А. В. Игловиков. – Текст: непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 6 (247). – С. 50-56.

7. Игловиков А. В. Биологическая рекультивация карьеров в условиях Крайнего Севера: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Игловиков А. В.; Алтайский государственный аграрный университет. – Барнаул, 2012. – 16 с. – Текст: непосредственный.

8. Германова, С. Е. Инновационные методы рекультивации почв / С. Е. Германова, Т. В. Дрёмова, Н. Б. Самброс [и др.]. – Текст: непосредственный // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2019. – № 3. – С. 10-12.

9. Eremin, D., Eremina, D. (2016). Influence of Granulometric Composition Structure of Anthropogenic-reformed Soil on Ecology of Infrastructure. *Procedia Engineering*. 165. 788-793. 10.1016/j.proeng.2016.11.776.

10. Тихановский, А. Н. Теория и практика применения удобрений на почвах Крайнего Севера / А. Н. Тихановский. – Москва: Научный консультант, 2015. – 273 с. – Текст: непосредственный.

11. Iglovikov, A. (2016). The Development of Artificial Phytocenosis in Environmental Construc-

tion in the Far North. *Procedia Engineering*. 165. 800-805. 10.1016/j.proeng.2016.11.778.

12. Eremin D. (2018). Soils swelling as a regional feature of Western Siberia. *MATEC Web of Conferences*. 170, 02017 (2018).

13. Санникова, Н. В. Особенности восстановления растительного покрова после низовых пожаров в березовых лесах / Н. В. Санникова. – Текст: непосредственный // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 4 (34). – С. 25.

## References

1. Sinyavskiy I.V. Rekul'tivatsiya narushennykh zemel i razrabotka kompleksa rabot, napravlennykh na vosstanovlenie biogeotsenoza. / I.V. Sinyavskiy, A.V. Istomina // Evraziyskoe Nauchnoe Obedinenie. – 2019. – No. 1-7 (47). – S. 404-407.

2. Iglovikov A.V. Novye tekhnologii biologicheskoy rekul'tivatsii narushennykh zemel v usloviyakh kraynego severa. / A.V. Iglovikov // Prirodno-tekhnogennyye komplekсы: sovremennoe sostoyanie i perspektivy vosstanovleniya sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. – 2016. – S. 101-107.

3. Iglovikov A.V. Biologicheskaya rekul'tivatsiya karerov v usloviyakh kraynego severa / Iglovikov A.V. – Saarbrücken, 2012.

4. Gamzikov G.P. Izmenenie agrokhimicheskikh svoystv dernovo-podzolistoy pochvy pri dlitel'nom primeneniі udobreniy / G.P. Gamzikov, P.A. Barsukov, O.D. Varvayn // Doklady Rossiyskoy akademii selskokhozyaystvennykh nauk. – 2007. – No. 5. – S. 28-31.

5. Iglovikov A. Methods of Optimizing the Phosphate Regime of Drained Peat Soils in the Northern Trans-Urals / A. Iglovikov, A. Motorin // E3S Web of Conferences. The Conference Proceedings Innovative Technologies in Environmental Science and Education. Don State Technical University. 2019. S. 01003.

6. Motorin A.S. Razvitie iskusstvenno sozdanogo na biologicheskom etape rekul'tivatsii fitotsenoza v usloviyakh Kraynego Severa / A.S. Motorin, A.V. Iglovikov // Sibirskiy vestnik selskokhozyaystvennoy nauki. – 2015. – No. 6 (247). – S. 50-56.



7. Iglovikov A.V. Biologicheskaya rekultivatsiya karerov v usloviyakh Kraynego Severa / A.V. Iglovikov: avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoy stepeni kandidata selskokhozyaystvennykh nauk // Altayskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. – Barnaul, 2012. – S. 16.

8. Germanova S.E. Innovatsionnye metody rekultivatsii pochv. / S.E. Germanova, T.V. Dremova, N.B. Sambros, N.V. Petukhov, P.A. Petrovskaya // Sovremennaya nauka: aktualnye problemy teorii i praktiki. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki. – 2019. – No. 3. – S. 10-12.

9. Eremin, D., Eremina, D. (2016). Influence of Granulometric Composition Structure of Anthropogenic-reformed Soil on Ecology of Infrastructure. *Procedia Engineering*. 165. 788-793. 10.1016/j.proeng.2016.11.776.

10. Tikhonovskiy A.N. Teoriya i praktika primeneniya udobreniy na pochvakh Kraynego Severa. – Moskva: Izd-vo «Nauchnyy konsultant», 2015. – 273 s.

11. Iglovikov, A. (2016). The Development of Artificial Phytocenosis in Environmental Construction in the Far North. *Procedia Engineering*. 165. 800-805. 10.1016/j.proeng.2016.11.778.

12. Eremin D. (2018). Soils swelling as a regional feature of Western Siberia. *MATEC Web of Conferences*. 170, 02017 (2018).

13. Sannikova N.V. Osobennosti vostanovleniya rastitelnogo pokrova posle nizovykh pozharov v berezovykh lesakh. / N.V. Sannikova // AgroEkolInfo. – 2018. – No. 4 (34). – S. 25.



УДК 626.81:628.3:504.6(571.15)

С.В. Макарычев, К.А. Лимонов  
S.V. Makarychev, K.A. Limonov

## ИРРИГАЦИОННАЯ ОЦЕНКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД (НА ПРИМЕРЕ БОЛЬШЕ-ЧЕРЕМШАНСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПЕРВОМАЙСКОГО РАЙОНА АЛТАЙСКОГО КРАЯ)

### IRRIGATION EVALUATION AND USE OF SURFACE WATER (CASE STUDY OF THE BOLSHE-CHEREMSHANSKAYA IRRIGATION SYSTEM OF THE PERVOMAISKIY DISTRICT OF THE ALTAI REGION)

**Ключевые слова:** поверхностные воды, оценка, качество, железо, нитриты и нитраты, орошение или ирригация, водохранилище, гидроузел.

Качество оросительных вод оценивается с учетом гидрогеологических, ирригационно-хозяйственных и почвенных условий. При этом анализируется влияние поливной воды на рост и развитие растений, а также на процессы вторичного засоления и изменения физико-химических почвенных показателей. Классификационными показателями оценки качества воды для орошения являются ее общая минерализация, химический состав, соотношение натрия, кальция и магния и, наконец, содержание соды. Для анализа пригодности воды в целях орошения с исключением возможности *осолонцевания почв* рассчитывается ирригационный коэффициент (Ки). По значениям коэффициентов определяют качество оросительной воды:  $K_i > 18$  – хорошее;  $K_i$  от 18 до 6 – удовлетворительное. Возможность *содового*

*засоления* выявляется по содержанию в ирригационной воде бикарбонатов натрия и карбонатов Ca и Mg. Если их разность  $\leq 1,25$  мг-экв/л – вода используется для орошения; 1,25-2,5 – можно применять с учетом природных условий. Качество воды в связи с возможным развитием *осолонцевания почв* производится по количеству содержания натрия в воде в зависимости от ее общей минерализации. В этом случае качество воды для орошения определяют по *соотношению хлора к сульфатам и общей минерализации* воды. Одним из элементов, кардинально снижающих качество оросительной воды, особенно в степных районах края, является *железо*. Для его определения спектрофотометром измеряют оптическую плотность окрашенных растворов, используя фиолетовый светофильтр. Измерение концентрации *аммонийного азота, нитритов натрия и нитратов* сводится к приготовлению основного раствора ионов этих веществ. Затем определяется оптическая плотность анализируемой пробы воды и строит-