

Научная статья/Research Article

УДК 631.86:54 (571.56)

DOI: 10.36718/1819-4036-2022-7-46-51

Татьяна Васильевна Слепцова^{1✉}, Алексей Федорович Абрамов²

^{1,2}Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова – обособленное подразделение Федерального исследовательского центра ЯНЦ СО РАН

¹SlepsovaTV@yandex.ru

²abramov_1929@mail.ru

ОЦЕНКА САПРОПЕЛЕВОГО СЫРЬЯ ОЗЕРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КОБЯЙСКОГО УЛУСА РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ) И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Цель исследования – изучить состав сапропелевого сырья озерных месторождений Кобяйского улуса Якутии для использования в сельскохозяйственном производстве. Проведено обследование 8 озер. В каждом водоеме донные отложения отбирали с лодки в нескольких точках при помощи специального сапропелевого бура. Отобранную генеральную пробу разделявали согласно рекомендациям по методике А.Ф. Абрамова (2007). Содержание химического состава, микро- и макроэлементов определяли в лаборатории переработки сельскохозяйственных продуктов и биохимических анализов Якутского НИИСХ методом инфракрасной спектроскопии на инфракрасном анализаторе SpectraStar 2200. Результаты исследования обработаны методом вариационной статистики с учетом контроля Стьюдента при $p \leq 0,05$. Отмечено, что биогенные слои озер богаты органическими веществами, содержание протеина колебалось от $6,91 \pm 0,04$ % (участок Кокуй оз. Халтань) до $20,47 \pm 0,09$ % (участок Чагда оз. Иччилэх). Содержание фосфора варьирует в пределах $0,76$ – $1,07$ г/кг, кальция – $6,50$ – $28,53$ г/кг, кобальта – $5,44$ – $19,58$ мг/кг, йода – $0,32$ – $1,22$ мг/кг. Установлено, что сапропели озер Кобяйского улуса отвечают требованиям ГОСТ 54000-2010 «Удобрения органические. Сапропели». По содержанию меди сапропели участков Сангар оз. Абычча, Ситтэ оз. Тойон куол, Турбаахы оз. Кысыл Кэбээйи, Кобяй оз. Ходусалаах, Кокуй оз. Халтань, Чагда оз. Иччилэх относятся к 1-му классу пригодности (не более 100 мг/кг), а участков Тея оз. Одулда, Алгыма оз. Бэрэ – ко 2-му классу пригодности (100–300 мг/кг). Высокое содержание в биологическом слое сапропелей протеина, других органических веществ и макро- и микроэлементов позволит использовать их для изготовления органических удобрений.

Ключевые слова: сапропель, озера, химический состав, макроэлементы, микроэлементы, сидерально-сапропелевые удобрения, Якутия

Для цитирования: Слепцова Т.В., Абрамов А.Ф. Оценка сапропелевого сырья озерных месторождений Кобяйского улуса Республики Саха (Якутия) и перспективы его использования в сельскохозяйственном производстве // Вестник КрасГАУ. 2022. № 7. С. 46–51. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-7-46-51.

Tatyana Vasilievna Sleptsova^{1✉}, Alexey Fedorovich Abramov²

^{1,2}Yakutsk Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov – a separate subdivision of the Federal Research Center of the YSC SB RAS

¹SlepsovaTV@yandex.ru

²abramov_1929@mail.ru

ASSESSING SAPROPEL RAW MATERIALS FROM LAKE DEPOSITS OF THE SAKHA REPUBLIC KOBYAI ULUS (YAKUTIA) AND ITS PROSPECTS USE IN AGRICULTURAL PRODUCTION

The purpose of research is to study the composition of the sapropel raw materials of lake deposits of the Kobyai ulus of Yakutia for use in agricultural production. Eight lakes were surveyed. Bottom sediments in each water body were taken from a boat in several points using a special sapropel drill. Selected general sample was separated according to recommendations according to methodology of A.F. Abramov (2007). The content of chemical composition, micro- and macroelements was determined in the laboratory of processing of agricultural products and biochemical analyses of the Yakut Research Institute of Agriculture by infrared spectroscopy on a SpectraStar 2200 infrared analyzer. The results of the study were processed by the method of variation statistics, taking into account the Student's control at $p \leq 0.05$. It was noted that the biogenic layers of the lakes were rich in organic matter, the protein content varied from 6.91 ± 0.04 % (Kokuy site of Khaltan Lake) to 20.47 ± 0.09 % (Chagda site of Ichchileh Lake). The content of phosphorus varies in the range of 0.76–1.07 g/kg, calcium – 6.50–28.53 g/kg, cobalt – 5.44–19.58 mg/kg, iodine – 0.32–1.22 mg/kg. It has been established that the sapropel from the lakes of Kobyai ulus meet the requirements of GOST 54000-2010 "Organic fertilizers. Sapropel". The sapropel from the areas of Sangar, Abychcha lake, Sitte, Toiyon Kuol lake, Turbaakhy, Kysyl Kebeyyy lake, Kobyai, Khodusalaah lake, Kokuy, Khaltan lake, Chagda, Ichchil-kh are of the 1st class of fitness (not more than 100 mg/kg) and the areas Teya, Odulda lake, Algyma lake – of the 2nd class of fitness (100–300 mg/kg). The high content of sapropel in the biological layer of protein, other organic substances and macro- and microelements will allow using them for the production of organic fertilizers.

Keywords: Sapropel, lakes, chemical composition, macronutrients, trace elements, sideral-sapropel fertilizers, Yakutia

For citation: Sleptsova T.V., Abramov A.F. Assessing sapropel raw materials from lake deposits of the Sakha Republic Kobyai ulus (Yakutia) and its prospects use in agricultural production // Bulliten KrasSAU. 2022;(7): 46–51. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-7-46-51.

Введение. На территории Якутии сапропель встречается во всех озерах, в том числе в 106 тысячах и более озер Центральной Якутии, где мощность сапропелевых отложений в отдельных озерах составляет до 12,5 м.

В Центральной Якутии по условиям залегания и морфологического строения встречаются два вида сапропелей: сапропели, находящиеся на дне озер, и сапропели, освободившиеся из-под воды при высыхании озер. Такие сапропели различной мощности перекрывают материнские породы и являются фактически почвенными образованиями с хорошо развитой на них травянистой (луговой или бурьянистой) и реже – болотной, кустарниковой или древесной растительностью. Сапропелевые аласы характерны для Вилюйского, Верхневилюйского, Кобяйского, Горного, Усть-Алданского, Среднеколымского, Верхнеколымского и некоторых других улусов Якутии [1].

Территория Кобяйского улуса составляет 107,8 тыс. км², расположена в центральной и северо-восточной части Республики Саха (Якутия) на левобережье реки Лены, выше впадения в нее реки Вилюй и ниже впадения реки Алдан, занимает обширную низменность с многочис-

ленными озерами. В улусе насчитывается около 22 тысяч озер. Среди них самым крупным является озеро Ниджили.

На основе озерных накоплений можно получить комплексные удобрения с микроэлементным составом. Перспективным является использование органических удобрений озер – сапропелей. Сапропели представляют собой типичные органоминеральные донные отложения пресноводных озер. По сравнению с торфами и углями органическая масса сапропелей менее богата углеродом и отличается более высоким содержанием легкогидролизуемых веществ, включающих гемицеллюлозу, азотсодержащие соединения [2].

Сапропели как сырье применяются для получения экологически чистых удобрений различного направления. Подобные удобрения включают совокупность органических и минеральных элементов, соединения азота, фосфора, калия, серы, меди, бора, молибдена и иных микроэлементов. Ключевая оценка сапропеля как удобрения – это высокий уровень зольности, степени кислотности и нахождения кремния, железа, серы, карбонатов, кальция, [3–5].

Запасы сапропеля в республике составляют миллиарды тонн, поэтому при успешном решении вопросов добычи и реализации сапропелевые удобрения могут служить одними из перспективных, дешевых и ценных биологических удобрений в системе сберегающего земледелия в республике для повышения урожайности сельхозкультур во всех формах хозяйств.

Цель исследования – изучить состав сапропелевого сырья озерных месторождений Кобяйского улуса Якутии для использования в сельскохозяйственном производстве.

Материалы и методы. В 2011 г. проведены исследования по качественной оценке сапропелевого сырья 8 озер Кобяйского улуса Республики Саха (Якутия). Озеро Абычча расположено в 2,7 км к востоку от уч. Сангар. Максимальная глубина 2,8 м. Средняя глубина сапропелевой залежи 0,8 м. Озеро Тойон Куол расположено в 4 км к востоку от уч. Ситтэ. Максимальная глубина 3 м. Средняя глубина сапропелевой залежи 1,4 м. Озеро Кысыл Кэбээйи расположено в 1 км к востоку от уч. Турбаахы. Максимальная глубина 3,8 м. Средняя глубина сапропелевой залежи 1,2 м. Озеро Ходусалаах расположено в 5,8 км к западу от уч. Кобяй. Максимальная глубина 5 м. Средняя глубина сапропелевой залежи 1,43 м. Озеро Одунда расположено в 7 км к западу от уч. Тея. Максимальная глубина 4,5 м. Средняя глубина сапропелевой залежи 1,2 м. Озеро Бэрэ расположено в 2 км к югу от уч. Алгыма. Максимальная глубина 2,8 м. Средняя глубина сапропелевой залежи 1,23 м. Озеро Халтань расположено 12 км к западу от уч. Кокуй. Максимальная глубина 2,8 м. Средняя глубина сапропелевой залежи 0,7 м. Озеро Иччи-

лях расположено от 1,8 км к западу от уч. Чагда. Максимальная глубина 3,5 м. Средняя глубина сапропелевой залежи 1,4 м. В каждом водоеме донные отложения отбирали с лодки в нескольких точках при помощи специального сапропелевого бура. Отобранную генеральную пробу разделявали согласно рекомендациям по методике [6]. Содержание химического состава, микро- и макроэлементов определяли в лаборатории переработки сельскохозяйственных продуктов и биохимических анализов ЯНИИСХ методом инфракрасной спектроскопии на инфракрасном анализаторе Spectra Star 2200.

Результаты исследований обработаны методом вариационной статистики с учетом контроля Стьюдента при $p \leq 0,05$ [7].

Результаты и их обсуждение. Сапропель в неограниченных запасах широко распространен в озерах Якутии и в естественном состоянии представляет собой многокомпонентную полидисперсную систему, химический состав которой зависит от природно-климатических условий зон залегания.

В сапропелях, полученных из озер Кобяйского улуса, содержится от $6,91 \pm 0,04$ (уч. Кокуй, оз. Халтань) до $20,47 \pm 0,09$ % (уч. Чагда, оз. Иччилях) протеина, в составе которого находятся незаменимые аминокислоты. Общее содержание органического вещества изменяется от $28,14 \pm 0,19$ (уч. Кокуй, оз. Халтань) до $91,45 \pm 0,42$ % (уч. Чагда, оз. Иччилях). Сапропель оз. Ходусалаах, уч. Кобяй и оз. Одунда уч. Тея характеризуется высокой зольностью ($67,23$ – $76,68$ %), что не позволяет их использовать в качестве удобрений (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав сапропеля озер Кобяйского улуса, %

Участок, озеро	Влажность	Протеин	Органическое вещество	Зола
Сангар, оз. Абычча	$19,27 \pm 0,53$	$11,18 \pm 0,14$	$48,26 \pm 0,83$	$40,01 \pm 0,93$
Ситтэ, оз. Тойон Куол	$12,66 \pm 0,06$	$9,37 \pm 0,02$	$39,64 \pm 0,08$	$28,34 \pm 0,11$
Турбаахы, оз. Кысыл Кэбээйи	$14,63 \pm 0,14$	$7,18 \pm 0,04$	$29,43 \pm 0,17$	$14,17 \pm 0,24$
Кобяй, оз. Ходусалаах	$14,69 \pm 0,10$	$15,39 \pm 0,03$	$67,72 \pm 0,13$	$67,23 \pm 0,18$
Тея, оз. Одунда	$10,05 \pm 0,38$	$16,85 \pm 0,10$	$74,52 \pm 0,49$	$76,68 \pm 0,68^*$
Алгыма, оз. Бэрэ	$7,02 \pm 0,17$	$7,83 \pm 0,05$	$32,46 \pm 0,22$	$18,40 \pm 0,30$
Кокуй, оз. Халтань	$3,62 \pm 0,15$	$6,91 \pm 0,04$	$28,14 \pm 0,19$	$12,38 \pm 0,26$
Чагда, оз. Иччилях	$13,30 \pm 0,31$	$20,47 \pm 0,09^*$	$91,45 \pm 0,42^*$	$60,09 \pm 0,55$

* $p \leq 0,05$.

По содержанию фосфора сапропель исследованных озер не уступает лучшим видам органических удобрений. Если в свежем навозе содержание фосфора достигает 2,4–3,1 г/кг; в перепревшем навозе – 0,8–1,0; в торфе – 0,1–0,5, то в сапропелях озер Кобяйского улуса оно составило 0,83–1,07 г/кг.

Наибольшее содержание кальция отмечено на участке Кобяй оз. Ходусалаах – 28,53±0,13 г/кг. Очевидно, это связано с диатомовым происхождением сапропелей, диатомеи способны аккумулировать в себе кальций (табл. 2).

Таблица 2

Содержание макро- и микроэлементов сапропеля озер Кобяйского улуса

Участок, озеро	P	Ca	Cu	Co	I	Se
	г/кг		мг/кг			
Сангар, оз. Абычча	0,83±0,05	27,67±0,71	20,0±0,01	5,64±0,01	1,18±0,01	0,98±0,01*
Ситтэ, оз. Тойон Куол	1,07±0,01*	18,72±0,09	90,68±0,27	17,10±0,11	0,74±0,01	0,23±0,01
Турбаахы, оз. Кысыл Кэбээйи	1,00±0,02	7,87±0,18	57,84±1,03	14,11±0,41	0,47±0,01	0,34±0,01
Кобяй, оз. Ходусалаах	0,76±0,01	28,53±0,13*	38,55±1,50	16,47±0,59	0,32±0,01	0,29±0,03
Тея, оз. Одунда	0,98±0,03	25,78±0,52	107,91±0,79	13,92±0,31	0,89±0,01	0,46±0,02
Алгыма, оз. Бэрэ	1,00±0,02	11,10±0,23	147,46±0,95*	19,58±0,37*	1,22±0,01*	0,56±0,02
Кокуй, оз. Халтань	1,05±0,03	6,50±0,20	44,20±0,91	18,70±0,36	0,36±0,01	0,30±0,02
Чагда, оз. Иччилях	0,97±0,03	23,72±0,42	86,47±1,59	5,44±0,63	0,72±0,01	0,41±0,03

*p ≤ 0,05.

Кобальт содержится в достаточно высоких концентрациях – от 5,44±0,63 до 19,58±0,37 мг/кг. По содержанию меди сапропели участков Сангар оз. Абычча, Ситтэ оз. Тойон Куол, Турбаахы оз. Кысыл Кэбээйи, Кобяй оз. Ходусалаах, Кокуй оз. Халтань, Чагда оз. Иччилях относятся к 1-му классу пригодности (не более 100 мг/кг), а участков Тея оз. Одунда, Алгыма оз. Бэрэ – ко 2-му классу пригодности (100–300 мг/кг) [8].

В сапропелях, полученных с озер Кобяйского улуса, концентрация селена колеблется от 0,23±0,01 до 0,98±0,01 мг/кг, йода – от 0,32±0,01 до 1,18±0,01 мг/кг, данные сапропели могут быть использованы в качестве минеральной добавки к основному рациону сельскохозяйственных животных.

Внесение сапропелей в почву является не только средством непосредственного обеспечения культурных растений питательными веществами, но и весьма важным фактором коренного улучшения плодородия за счет обогащения почвы органическими веществами, снижения кислотности и улучшения водно-физических свойств пахотного слоя, что в конечном итоге приводит к повышению урожайности сельскохозяйственных культур [9–11].

В республике рекомендуют вносить сапропель как комплексное органо-минеральное удоб-

рение в мерзлотно-палевых серых и супесчаных почвах в дозе 60 т/га весной или осенью, глубокой заделки 10–12 см, что обеспечивает быструю минерализацию сапропеля [12].

А.Ф. Абрамов разработал технологию использования сапропеля в производстве сидерально-сапропелевых удобрений для поддержания и восстановления плодородия почвы, на которую выдан патент № 2350586 РФ от 9.01.2007 г. Сидерально-сапропелевые удобрения получают путем смешивания измельченной зеленой массы естественных трав до цветения размером не более 5 мм с малозольным биогенным типом озерного сапропеля влажностью 60 % и зольностью не более 30 % в объемных отношениях измельченной зеленой массы к сапропелю, равной 4:1.

Использование сидерально-сапропелевых удобрений в мерзлотно-таежных почвах Якутии позволит создавать за 5–7 лет пахотный слой до 20 см с содержанием гумуса до 4,3 %, нормализовать кислотность почвы увеличением содержания подвижных форм фосфора, калия, обогащением другими макро- и микроэлементами, увеличить количество полезных микроорганизмов, дождевых червей в 10 раз по сравнению с минеральными удобрениями. Такое удобрение богато питательными веществами (табл. 3).

Химический состав сидерально-сапропелевого удобрения

Питательное вещество	Содержание в 1 кг сухой массы удобрения
N, г	26,6
Ca, г	12,6
P, г	4,0
K, г	8,3
Mg, г	8,5
Fe, г	6,8
Mn, мг	198,0
Cu, мг	36,5
Co, мг	3,52
Zn, мг	12,2
J, мг	7,5

Заключение. В сапропелевых отложениях выявлено высокое содержание протеина – оз. Иччилах уч. Чагда (20,47 %), оз. Одунда уч. Тея (16,85) и оз. Ходусалаах уч. Кобяй (15,39 %), а также макро- и микроэлементов, что позволяет использовать их как органическое удобрение.

Использование биогенного слоя сапропелей озер Кобяйского улуса Якутии в составе сидерально-сапропелевых удобрений позволит получить экологические натуральные (органические) продукты растениеводства за счет улучшения агрохимических показателей и биологической активности почвы.

Список источников

1. *Иванов К.П.* Сапропель озер Центральной Якутии: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 11.00.11. Якутск, 1988. 15 с.
2. *Шарипова О.А., Шарипова А.В.* Зависимость наполнения микроэлементов в донных отложениях оз. Балхаш от содержания органического вещества в них // *Гидрометеорология и экология*. 2016. № 2. С. 152–159.
3. *Белецкая Н.П., Фомин И.А.* Использование органоминеральных озерных накоплений в качестве удобрений // *Валихановские чтения: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. Кокшетау*, 2011. С. 83–89.
4. *Васильев А.А.* Влияние сапропелей на урожайность картофеля и плодородие щелоченных черноземов // *Пермский аграрный вестник*. 2014. № 1 (5). С. 3–9.
5. *Волошин Е.И.* Эффективность применения органических удобрений в агропромышлен-

- ном комплексе Красноярского края // *Вестник КрасГАУ*. 2016. № 4 (115). С. 138–146.
6. *Абрамов А.Ф.* Методики взятия и подготовки проб к анализу. Якутск, 2007. 47 с.
 7. *Лебедев П.Т., Усович А.Т.* Методы исследования кормов, органов и тканей животных. М.: Россельхозиздат, 1969. 476 с.
 8. ГОСТ Р 54000-2010. Удобрения органические. Сапропели. М.: Стандартинформ, 2011. 20 с.
 9. *Морозов В.В., Савельева Л.Н.* Сапропель – природный ресурс органического сырья для производства сапропеле-минеральных удобрений // *Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии*. 2015. № 1. С. 41–45.
 10. Перспективы применения экстракта сапропеля с целью повышения урожайности сельскохозяйственных культур / *П.С. Дмитриев* // *Гидрометеорология и экология*. 2019. № 3 (94). С. 7–16.
 11. *Успенская О.Н., Борисов В.А., Васючков И.Ю.* Сапропель – перспективное органическое удобрение // *Орошаемое земледелие*. 2019. № 1. С. 50–51.
 12. *Абрамов А.Ф.* Технология сберегающего земледелия в повышении плодородия земель населения и фермерских хозяйств Якутии. Якутск, 2010. 124 с.

References

1. *Ivanov K.P.* Sapropel' ozer Central'noj Yakutii: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 11.00.11. Yakutsk, 1988. 15 s.

2. *Sharipova O.A., Sharipova A.V.* Zavisimocht' napolneniya mikro`elementov v donnyh otlozheniyah oz. Balhash ot sodержaniya organicheskogo veschestva v nih // *Gidrometeorologiya i `ekologiya*. 2016. № 2. S. 152–159.
3. *Beleckaya N.P., Fomin I.A.* Ispol'zovanie organomineral'nyh ozernyh nakoplenij v kachestve udobrenij // *Valihanovskie chteniya: mat-ly Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Kokshetau*, 2011. S. 83–89.
4. *Vasil'ev A.A.* Vliyanie sapropelej na urozhajnost' kartofelya i plodorodie veschelochennyh chernozemov // *Permskij agrarnyj vestnik*. 2014. № 1 (5). S. 3–9.
5. *Voloshin E.I.* `Effektivnost' primeneniya organicheskikh udobrenij v agropromyshlennom komplekse Krasnoyarskogo kraja // *Vestnik KrasGAU*. 2016. № 4 (115). S. 138–146.
6. *Abramov A.F.* Metodiki vzyatiya i podgotovki prob k analizu. Yakutsk, 2007. 47 s.
7. *Lebedev P.T., Usovich A.T.* Metody issledovaniya kormov, organov i tkanej zhivotnyh. M.: Rossel'hozizdat, 1969. 476 s.
8. GOST R 54000-2010. Udobreniya organicheskie. Sapropeli. M.: Standartinform, 2011. 20 s.
9. *Morozov V.V., Savel'eva L.N.* Sapropel' – prirodnyj resurs organicheskogo syr'ya dlya proizvodstva sapropele-mineral'nyh udobrenij // *Izvestiya Velikolukskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. 2015. № 1. S. 41–45.
10. Perspektivy primeneniya `ekstrakta sapropelya s cel'yu povysheniya urozhajnosti sel'skohozyajstvennyh kul'tur / *P.S. Dmitriev // Hidrometeorologiya i `ekologiya*. 2019. № 3 (94). S. 7–16.
11. *Uspenskaya O.N., Borisov V.A., Vasyuchkov I.Yu.* Sapropel' – perspektivnoe organicheskoe udobrenie // *Oroshaemoe zemledelie*. 2019. № 1. S. 50–51.
12. *Abramov A.F.* Tehnologiya sberegayuschego zemledeliya v povyshenii plodorodiya zemel' naseleniya i fermerskikh hozyajstv Yakutii. Yakutsk, 2010. 124 s.

Статья принята к публикации 26.05.2022 / The article accepted for publication 26.05.2022.

Информация об авторах:

Татьяна Васильевна Слепцова¹, научный сотрудник

Алексей Федорович Абрамов², научный консультант, доктор биологических наук, профессор

Information about the authors:

Tatyana Vasilievna Sleptsova¹, Researcher

Alexey Fedorovich Abramov², Scientific Consultant, Doctor of Biological Sciences, Professor

