

В.З. Межаков, В.С. Онищук, Т.В. Артеменко

РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРИРОДНЫХ ЦЕОЛИТОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В АГРАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРИАМУРЬЯ

Охарактеризованы ресурсный потенциал и особенности природных цеолитов; обоснованы актуальность их освоения и использования в земледелии; приводятся результаты опытных исследований в экосистеме «цеолиты – почва – растения»; отмечается перспективность применения цеолитов в улучшении плодородия почв и повышении урожайности сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: цеолиты, месторождения, земельные ресурсы, почвы, агроземлепользование, полевые опытные исследования.

Перспективным направлением современной государственной политики является развитие восточных районов страны. Принята федеральная программа «Социально-экономическое развитие Дальнего Востока и Байкальского региона до 2025 года» [5]. Генеральной целью развития определено закрепление позиций России в Азиатско-Тихоокеанском регионе. В числе стратегических ставятся задачи закрепления и приумножения численности населения, повышения уровня жизни.

Современная демографическая ситуация остается одной из наиболее сложных проблем Дальневосточного федерального округа, наблюдается тенденция убывания населения. Социологические опросы свидетельствуют, что одним из серьезных барьеров на пути закрепления населения в этих краях является неудовлетворительное продовольственное обеспечение экологически чистой сельскохозяйственной продукцией. На продовольственном рынке преобладают импортные продукты, мясоперерабатывающая промышленность использует в основном (до 80%) импортное сырье (китайская свинина, австралийская говядина и др.). Потребности населения в

основных местных продуктах питания удовлетворяются в среднем на 60%.

Поэтому надо признать развитие агропродовольственного комплекса одним из необходимых условий успешной реализации долгосрочной программы развития Дальнего Востока. При всей сложности природных условий макрорегион располагает значительными земельными ресурсами для ведения эффективного сельского хозяйства.

Наибольшие площади сельхозугодий, пригодные для интенсивного сельскохозяйственного производства сосредоточены в западной части Дальневосточного федерального округа – Западном Приамурье, занимающем обширные земельные равнины в бассейне Верхнего и частично Среднего Амура. Данный регион является объектом наших исследований. В современных границах это территория субъекта РФ – Амурской области. Здесь сосредоточено 2,5 млн га сельскохозяйственных угодий, из них – 1,7 млн га пашни – 58% всех пахотных земель Дальнего Востока.

Область по праву считается житницей дальневосточного региона. Однако за годы аграрной реформы, после 1990 г., она значительно утратила

свои позиции, в дальневосточном продовольственном балансе ее доля не превышает 30% (при доле пахотных земель 58%). Поэтому считаем, что основные резервы наращивания объемов сельскохозяйственной продукции, решения продовольственной проблемы заключаются в существенном повышении эффективности использования потенциала земельных ресурсов

Западного Приамурья. Анализ современного состояния свидетельствует о неблагоприятной ситуации в агроземлепользовании этой территории, нарастают процессы качественной деградации земель. Особенно тревожит тот факт, что подавляющая часть почв (до 70%) имеет сильно и среднекислую реакцию (рН 4,5–5,0), низка их поглощательная способность. Между тем ра-

**Разведанные запасы и прогнозные ресурсы цеолитов Амурской области (млн т)
[1, 2, 8]**

№	Минерагенические области, зоны, районы, узлы, объекты	Ранг объекта	Содержание цеолитов,%	Категории запасов и прогнозов						Всего по объекту
				A+B	C1	C2	P1	P2	P3	
	Буреискская область, Долдыкано-Буреинский узел									
1.	Куликовская	месторож.	40	2,4	11,7	75,1	–	–	–	89,2
2.	Самсонское-2	прояв.	52	–	–	0,6	2,1	4,0	–	6,7
3.	Боновское	прояв.	48	–	–	–	3,1	–	–	3,1
4.	Иркунское	прояв.	60	–	–	–	–	2,0	–	2,0
5.	Пасечное Южное	прояв.	34	–	–	–	–	29,0	–	29,0
6.	Пасечное Северное	прояв.	30	–	–	–	–	14,0	–	14,0
7.	Самсонское-1	прояв.	49	–	–	–	11,8	–	–	11,8
8.	Далдыканское-1	точ.мин.	45	–	–	–	–	–	3,0	3,0
	Прочие ореолы узла	ореол	10–23	–	–	–	–	–	–	7,0
	Нижнезейская минерагеническая зона, Корсаковский узел									
9.	Халанское	точ.мин.	60	–	–	–	–	–	5,0	5,0
10.	Симоновское	прояв.	40	–	–	–	–	5,0	5,0	10,0
11.	Малашиха	точ.мин.	–	–	–	–	–	–	5,0	5,0
	Умлеканская минерагеническая зона, Коврижский узел									
12.	Г. Коврижка	точ.мин.	70	–	–	–	–	–	30,0	30,0
	Хингано-Олонойский минерагенический район, Кундурская зона									
13.	Кундурская	точ.мин.	50	–	–	–	–	–	20,0	20,0
	Кимканская зона									
14.	Ядринское	точ.мин.	55	–	–	–	–	–	10,0	10,0
	Становая область, Вангинский узел									
15.	Вангинское	месторож.	51	–	0,9	1,8	6,0	–	–	6,7
	Урканский узел									
16.	Резниковское	точ.мин.	47	–	–	–	–	–	37,0	37,0
17.	Белый Утес	точ.мин.	46	–	–	–	–	–	7,0	7,0
18.	Правобережная	точ.мин.	–	–	–	–	–	–	5,0	5,0
	Итого по Амур. области:			2,4	12,6	77,5	23,0	61,0	127,0	303,5

боты по нейтрализации и обогащению почв путем известкования и фосфоритования практически прекращены.

Положение в землепользовании значительно осложнилось после катастрофического наводнения, произошедшего в Амурской области в 2013 г., когда было затоплено и переувлажнено около 300 тыс. га пахотных земель.

Требуется срочные меры по химической мелиорации почв. Трудности возрастают в связи с тем, что необходимые агромелиоранты в основном завозятся из-за пределов области.

В настоящее время, когда цены на промышленную продукцию высоки, а подавляющая часть сельхозтоваропроизводителей финансово не самостоятельны, задача по развороту масштабных работ восстановления плодородия сельхозземель трудно выполнима, но она чрезвычайно актуальна, поскольку связана с решением проблемы продовольственной безопасности дальневосточного региона.

Считаем, что в сложившихся условиях в качестве первоочередного мероприятия должно быть хозяйственное освоение местных месторождений минерального агрохимического сырья путем организации частных предприятий по выпуску необходимых агро-мелиорантов с государственной поддержкой регионального бюджета, в том числе по линии предоставления налогового кредита. Для создания таких производств в области имеется достаточная база различных агрорудных ресурсов, особенно перспективным среди которых являются цеолиты.

Здесь имеется три разведанных месторождения, обнаружено шестнадцать перспективных проявлений и точек минерализации. Суммарные запасы ресурсов оцениваются в 300 млн т (таблица).

Государственным балансом учтены запасы Куликовского и Вангинского месторождений [8].

Куликовское месторождение расположено в южной части области в Бурейском районе, в 10 км от Трансиба. Среднее содержание цеолитов 37–43%. Гидрогеологические и горно-технические условия месторождения весьма благоприятны для открытой отработки. Балансовые запасы по состоянию на 01.01.2000 г. составляют по категории $A + B + C_1$ – 14 176 тыс. т, забалансовые – 75 148 тыс. т [8].

Вангинское месторождение размещается в северном Зейском районе. Среднее содержание цеолитов в руде 56%. Около половины запасов составляют руды с содержанием 50–70% [8].

Цеолиты – это большое семейство (около 40 типов) алюмосиликатов, с катионами кальция, натрия, калия, магния и др. Их специфической особенностью является наличие в структуре однородных пор.

Как самостоятельная группа природных минералов, цеолиты были выделены шведским ученым – минералогохимиком А.Ф. Кронстедтом, после открытия им в 1756 г. стильбита – одного из этих минералов. Из-за способности минерала вспучиваться при нагревании он назвал его цеолитом, что в переводе с греческого означает «кипящий камень» [1, 6, 3, 7].

Цеолиты обладают целым рядом общих и своеобразных свойств. Рентгенометрические исследования показывают, что их кристаллические структуры состоят из каркасов алюмо-кремне-кислородных тетраэдров, отличающихся от других типов каркасных структур тем, что полости в них представлены более широкими «каналами». Такая более открытая кристаллическая жесткая основа содержит в себе слабо связанные с ней молекулы воды. При осторожном нагревании вода может быть постепенно удалена без разрушения кристаллической структуры в целом. Важно, что удаленная этим путем вода вслед за тем снова может

быть поглощена до прежних пределов или заменена молекулами других веществ, причем кристаллическая среда сохраняет однородность.

Другой характерной особенностью, ярко выраженной у большинства цеолитов, является та легкость, с какой происходит обмен между катионами, в окружающем водном растворе (K, Mg, Fe²⁺). Те или иные катионы раствора способны вытеснить катионы, располагающиеся в «пустотах» среди каркаса цеолитов, без разрушения их структуры. Это свойство используется в практике.

В решетках цеолитов свободные пространства использованы не полностью и они имеют какой-то «запас» пространства.

По прочности связей между тетраэдрами в каркасе минералов все цеолиты делятся на три группы: одномерные (волоконистые), двухмерные (листовые или пластинчатые), трехмерные (изометрические), в составе которых выделяются различные типы минералов. Соответственно, в первую группу входят минералы: натролит (цеолит игольчатый) – $\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot \text{H}_2\text{O}$; мезолит (цеолит мучнистый) – $\text{Na}_2\text{Ca}_2[\text{Al}_5\text{Si}_5\text{O}_{20}]_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$; томсонит – $\text{Na}_2\text{Ca}_2[\text{Al}_5\text{Si}_5\text{O}_{20}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; и др.

Во вторую группу входят минералы:

- стилбит – $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_7\text{O}_{18}] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$,
- гейландит (цеолит листовый) – $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_7\text{O}_{18}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

В третью группу входят минералы: шабазит – $(\text{Ca}, \text{Na}_2)[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; филлипсит – $\text{KCa}[\text{Al}_3\text{Si}_5\text{O}_{16}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; гармотом – $(\text{Ba}, \text{K}) 1-2[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; анальцим – $\text{Na}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$ и др.

Разнообразие типов, особенности внутренней структуры, специфика химического состава обусловили значительный интерес к цеолитам как научных работников, так и практиков.

В силу своей многофункциональности цеолиты нашли применение в таких сферах экономики как строительная индустрия, сельское хозяйство, ЖКХ, бумажная промышленность, вы-

пуск огнезащитных покрытий, очистка газовых выбросов и др.

Первые результаты использования цеолитов в сельском хозяйстве были получены в Японии, затем в других странах. Зарубежные и отечественные исследования показали агроэкологическую и экономическую эффективность их применения в земледелии и растениеводстве [1, 2, 6].

При внесении цеолитов в почву увеличивается ее общая поглотительная способность и влагоемкость. Цеолиты способны длительное время удерживать влагу, пролонгировать действие удобрений, уменьшать их потери, нейтрализовать кислотность почвы, улучшать ее структуру, поглощать тяжелые элементы, пестициды.

Как результат повышается плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур. Опытные вегетационные и полевые исследования цеолитов в экосистеме «почвы – растения» в условиях Приамурья впервые были проведены в 90-е годы Амурским филиалом ВНИИПТИМ и Зейской станцией ВИРА. Изучались цеолиты Вангинского, Куликовского и Симоновского месторождений.

В результате научно-исследовательских работ была установлена эффективность внесения в почву руды амурских цеолитов в зависимости от типа земель, вида сельхоз культуры и параметров технологического процесса – нормы и способа внесения цеолита, а также тонины помола руды.

В условиях северного Зейского района на пойменных аллювиальных почвах применение цеолитов Вангинского месторождения с нормой внесения от 2,5 до 10 т/га, наибольшая прибавка урожая кукурузы была получена при дозе 5 т/га, а картофеля – 7,5 т/га. Эффективность по сравнению с контролем составила соответственно 32% и 24%.

Цеолиты Куликовского месторождения изучались в условиях южного

Ивановского района на лугово-черноземовидных почвах. В опытах наибольшая прибавка урожая картофеля составила 37 ц/га с внесением 7 т/га цеолита. По сое максимальная прибавка урожая (2,3 ц/га) была получена при внесении 5 т/га цеолитовой руды. Эффективность цеолитов увеличивается при внесении их с минеральными удобрениями. Опытным установлено, что цеолиты Куликовского месторождения оказывают влияние на накопление в почве подвижного фосфора.

Серия вегетационных опытов проведенных Амурским филиалом ВНИИПТИМ показала, что при использовании помола руды цеолитов Куликовского месторождения более эффективной оказалась тонина размером 1–3 мм – на 25% эффективнее фракции 0,25–1 мм. Эффективность цеолитов выше на менее плодородных и легких пойменно-аллювиальных и бурых лесных почвах.

В 2000-е гг. после реорганизации филиала ВНИИПТИМ дальнейшие исследования цеолитов были продолжены в лаборатории химической мелиорации почв Всероссийского НИИ сои РАСХН. Проведены варианты определения химического состава руд, их сорбционной емкости, технологические способы использования цеолитов при возделывании сои, являющейся фирменной сельскохозяйственной культурой региона.

В системе севооборота цеолит рекомендуется вносить под сою в виде

помола 1–3 мм под весеннюю культивацию в дозе 6 т/га. Сорбция элементов питания (из почвы и удобрений) цеолитом продолжается длительное время, что способствует лучшему питанию сельскохозяйственных культур в севообороте [9].

Таким образом, опытные исследования показали перспективность практического использования природных цеолитов Приамурья для повышения плодородия почв и роста эффективности растениеводческих отраслей. Научные работы с цеолитами следует продолжить, обратив особое внимание на разработку технологий подготовки минерального сырья, и способов его внесения в почву, в том числе при совместном применении с традиционными агроメリорантами с учетом особенностей химического состава осваиваемого месторождения.

С позиции практического использования цеолитов наиболее подготовленным является Куликовское месторождение, расположенное в благоприятных природных и транспортных условиях. Перспективность и ценность данного месторождения заключается и в качественном составе руд содержащих кроме кальция, магний, фосфор, калий. Реализацию инвестиционного проекта освоения цеолитового месторождения целесообразно осуществить путем создания акционерного общества с участием областного министерства сельского хозяйства, районных администраций и заинтересованных хозяйств товаропроизводителей.

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Межаков Василий Захарович¹ – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, Валентин Степанович Онишук – кандидат сельскохозяйственных наук, инженер исследователь, Амурский научный центр ДВО РАН, e-mail: onishchuk.41@mail.ru,

Артеменко Татьяна Васильевна¹ – старший научный сотрудник, e-mail: art@ignm.ru,

¹ Институт геологии и природопользования ДВО РАН.

1. Беляев Р.А. Цеолиты – «минерал XXI века» // Экология и промышленность России. – 1996. – № 7. – С. 34–35.
2. Беляев Р.А., Юрков В.В. Цеолиты – экологически и экономически эффективное природное сырье / На рубеже веков. Материалы региональной научно-практической конференции 10–11 декабря 1998 г. – Благовещенск, 1999. – С. 185–187.
3. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. – М.: Госгеолтехиздат, 1961. – 540 с.
4. Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX–XXI веков. Том II. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 558 с.
5. Государственная Программа Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Дальнего Востока и Байкальского региона». Официальный сайт Администрации Приморского края. Режим доступа: <http://primorsky.ru/authorities/executive-agencies/departments/economics/program-social-economic-development-of-the-far-east-and-the-baikal-region-for-the-period-till-2025.php/> (дата обращения: 05.06.2014).
6. Градусов Б.П., Чижикина Н.П. Минералогия почв: Толковый словарь по почвоведению. – М.: Наука, 1975. – 286 с.
7. Лазаренко Е.К. Курс минералогии. – М.: Высшая школа, 1971. – 607 с.
8. Васильев И.А. и др. Минерально-сырьевая база Амурской области на рубеже веков. – Благовещенск, 2000. – 168 с.
9. Технологии возделывания сои. РАСХН, ДВРНЦ. – М., 2010. – 46 с. **ГИАС**

UDC 330.15

THE RESOURCE POTENTIAL OF NATURAL ZEOLITES AND PROSPECTS FOR THEIR USE IN THE AGRICULTURAL PRODUCTION OF THE AMUR REGION

Mezhakov V.Z.¹, Candidate of Economical Sciences, Senior Researcher, Onishchuk V.S., Candidate Of Agricultural Sciences, Engineer Researcher, e-mail: onishchuk.41@mail.ru, Amur Scientific Centre Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, 675000, Blagoveshchensk, Russia.

Artyomenko T.V.¹, Senior Researcher, e-mail: art@ignm.ru,

¹ Institute of Geology and Nature Management, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, 675000, Blagoveshchensk, Russia.

The resource potential of natural zeolites and prospects of their use in agricultural production of the Amur Region. The paper features characteristics of the resource potential and peculiarities of natural zeolites. The relevance of natural zeolites development and use in agriculture is substantiated. Given are the results of experimental studies in the ecosystem "zeolites-soil-plants". The prospects of zeolites application for improvement of soil fertility and increase of crop yields are considered.

Key words: zeolites, deposits, land resources, soils, agricultural land use, experimental field studies.

REFERENCES

1. Belyaev R.A. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 1996, no 7, pp. 34–35.
2. Belyaev R.A., Yurkov V.V. *Na rubezhe vekov. Materialy regional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii 10–11 dekabrya 1998 g.* (At the turn of the century. Proceedings of the regional scientific-practical conference, December 10–11, 1998), Blagoveshchensk, 1999, pp. 185–187.
3. Betekhtin A.G. *Kurs mineralogii* (Mineralogy course), Moscow, Gosgeoltekhizdat, 1961, 540 p.
4. *Geosistemy Dal'nego Vostoka Rossii na rubezhe XX–XXI vekov. Tom II* (Geosystems of the Far East of Russia at a turn of the XX–XXI centuries, vol. II), Vladivostok, Dal'nauka, 2010, 558 p.
5. *Gosudarstvennaya Programma Rossiiskoi Federatsii «Sotsial'no-ekonomicheskoe razvitiye Dal'nego Vostoka i Baikalskogo regiona»* (Russian Federation state program «Far East and Baikal region social and economic development»), available at: <http://primorsky.ru/authorities/executive-agencies/departments/economics/program-social-economic-development-of-the-far-east-and-the-baikal-region-for-the-period-till-2025.php/> (accessed 05.06.2014).
6. Gradusov B.P., Chizhikova N.P. *Mineralogiya pochv: Tolkovyy slovar' po pochvovedeniyu* (Mineralogy of soils: The explanatory dictionary on soil science), Moscow, Nauka, 1975, 286 p.
7. Lazarenko E.K. *Kurs mineralogii* (Mineralogy course), Moscow, Vysshaya shkola, 1971, 607 p.
8. Vasil'ev I.A. *Mineral'no-syr'evaya baza Amurskoi oblasti na rubezhe vekov* (Mineral resources of the Amur region at the turn of the century), Blagoveshchensk, 2000, 168 p.
9. *Tekhnologii vozdel'vaniya soi* (Soybean cultivation technology), RASKhN, DVRNTs, Moscow, 2010, 46 p.