

УДК 631.31.37:631.5

## ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНОГО ЦЕОЛИТА НА УСЛОВИЯ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО И ЕГО УРОЖАЙНОСТЬ

*Т.М. Стружкина, к.с.-х.н., Н.Н. Иващенко, Камчатский НИИСХ*

*Рассмотрено взаимодействие цеолита, извести и минеральных удобрений при внесении под козлятник восточный. Дана химическая характеристика цеолита-клиноптилолита Ягоднинского месторождения на Камчатке. Приведены результаты исследований по влиянию цеолита на плодородие охристой вулканической почвы легкого гранулометрического состава и урожайность кормовой культуры.*

**Ключевые слова:** цеолиты, козлятник восточный, урожайность, удобрения, питательные вещества.

Цеолиты - перспективное средство повышения плодородия почвы. Известны их положительные свойства при использовании в земледелии под различные сельскохозяйственные культуры. Внесенные в почву цеолиты предохраняют от вымывания минеральные удобрения, являются пролонгаторами питательных веществ, благодаря своим ионообменным и сорбционным свойствам [2, 6, 7].

Природные цеолиты обладают способностью адсорбировать влагу, катионы различных металлов и аммония, прочно их удерживать и затем десорбировать в обменных реакциях [5]. Эти свойства цеолитов очень важны для легких супесчаных и легкосуглинистых почв с промывным режимом, составляющих основу земельного фонда Камчатки.

На полуострове Камчатка разведано Ягоднинское месторождение природного цеолита. Комплексом различных аналитических исследований по оценке качества камчатского цеолита установлено, что он относится к одной из наиболее высококачественной разновидности цеолитового сырья. По катионообменной способности (1,68 мг-экв/г), как адсорбционное сырье он относится к первой качественной группе - относительно узкопористое, кислотоустойчивое; по минеральному составу - к клиноптилолитовым туфам (70 %).

Химический состав (%):  $\text{SiO}_2$  - 68,4;  $\text{TiO}_2$  - 0,03;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 11,15;  $\text{FeO}$  - 0,04;  $\text{CaO}$  - 2,15;  $\text{MgO}$  - 0,36;  $\text{BaO}$  - 0,07;  $\text{Na}_2\text{O}$  - 0,69;  $\text{K}_2\text{O}$  - 4,25;  $\text{P}_2\text{O}_5$  - 0,03;  $\text{SO}_3$  - 0,08. Содержание токсичных элементов в основном не превышает максимально допустимый уровень кроме кадмия - ( $1,4 \times 10^{-4}$ , МДУ  $0,4 \times 10^{-4}$ ). Состав обменных катионов (мг-экв/г): Na - 0,22; K - 0,067; Ca - 0,69; Mg - 0,07. Селективные свойства: высокая избирательность к  $\text{NH}_4^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ , катионам тяжелых металлов.

Цеолиты испытаны в растениеводстве во многих регионах РФ с положительным результатом по урожайности различных культур [3, 4]. В Республике Саха (Якутия) цеолит испытан на луговых травах: прибавка составила 180 корм. ед. на 1 ц цеолита при рентабельности 168-220% [1]. Его вносили один раз до проведения улучшения травостоя - дискование, подсев трав.

Предпосылкой для использования цеолитосодержащих удобрений в наших условиях была их высокая обменная емкость и селективность к крупным катионам, в том числе к иону аммония, что актуально для почв с низкой поглотительной способностью.

Цель исследований - изучить влияние природного цеолита на условия питания и урожайность козлятника восточного.

**Методика.** Изучение эффективности цеолита проводили на полях Камчатского НИИСХ. Почва - охристая вулканическая

супесчаная,  $\text{pH}_{\text{сол.}}$  6,49, содержание Ca - 6,60, Mg - 0,36, Hg - 3,79 мг-экв/100 г почвы,  $\text{P}_2\text{O}_5$  - 6,8,  $\text{K}_2\text{O}$  - 6,60 мг/100 г.

Цеолит вносили в дозах 1; 2 и 4 т/га до посева козлятника одновременно с удобрением ( $\text{P}_{90}\text{K}_{90}$ ) под предпосевное дискование, в годы пользования в этих же дозах - в подкормке поверхностно. Мелиорант изучали по фону извести (8 т/га) и без известкования.

**Результаты и их обсуждение.** Внесение цеолита под козлятник значительно влияло на концентрацию питательных веществ в почвенном растворе (табл. 1). При совместном применении мелиоранта с минеральными удобрениями ( $\text{P}_{90}\text{K}_{90}$ ) и подкормках в годы пользования содержание  $\text{K}_2\text{O}$ , и  $\text{P}_2\text{O}_5$  в почве в период активной вегетации по дозе 4 т/га в среднем за 3 года было на 34,8 и 35,0 % больше по сравнению с хозяйственным контролем - 11,2 и 13,7 мг/100 г соответственно. При меньших дозах цеолита питательные вещества накапливались менее интенсивно: обменного калия и подвижного фосфора содержалось в почве больше, соответственно, на 19,6 и 16,8 % по сравнению с контролем.

Обеспечение азотным питанием в среднем по вариантам с цеолитом было лучше на 19,7 %. Такие результаты получены на известкованном фоне. На известкованной почве ( $\text{pH}$  6,0-6,2) в отношении улучшения питательного режима от использования цеолита эффекта не получено. На окультуренной почве на второй год после внесения цеолита по всем дозам от 1 до 4 т/га отмечается пониженное содержание всех трех элементов питания (NPK) в сравнении с хозяйственным контролем на 1,6; 43,3 и 31,5 % соответственно. Это связано с усилением сорбции цеолитом, ионообменной реакции в этих условиях, а в последующие годы более слабой десорбции, чем на кислой почве.

Этот факт подтверждается увеличенным выносом питательных элементов с урожаем при внесении цеолита в дозах 2 и 4 т/га (табл. 2).

Из данных табл. 2 за 2006 г. (наиболее благоприятный по метеорологическим условиям) видно, что азота в среднем по вариантам цеолит 2 и 4 т/га +  $\text{P}_{90}\text{K}_{90}$  растениями вынесено на известкованной почве 131,1 кг/га, фосфора - 16,6, калия - 141,8 кг/га по сравнению с 157,6; 22,6 и 202 кг/га, соответственно, на почве без известкования. Следовательно, известь в этом случае выступает как антагонист цеолиту - затрудняет ионно-катионный обмен в почвенном растворе и поглощение питательных элементов растениями. Причем ионов кальция в этот период содержалось в почве 9,7-10,4 мг-экв/100 г, без извести - 7,2-8,6 мг-экв/100 г (на 21,8% меньше).

Лучшее обеспечение посевов питательными веществами при использовании цеолита на слабокислой почве способствовало увеличению урожайности трав (табл. 3).

Прибавки урожая к хозяйственному контролю от действия цеолита в дозах 2 и 4 т/га составили 15-36 ц/га (12,4-27,3%) зеленой массы козлятника, или 2,6 и 9,2 ц/га (9,7-19,0%) сухого вещества. Более стабильными они были во второй и третий годы пользования.

Данные урожая на известкованной почве не приводятся, так как прибавок от внесения цеолита не наблюдалось.

**1. Динамика подвижных питательных веществ в почве при внесении цеолита и минеральных удобрений под козлятник восточный (период активного роста)**

Вариант опыта	pH <sub>сол.</sub>	(период активного роста)								
		K <sub>2</sub> O			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			N-NO <sub>3</sub>		
		мг/100 г почвы								
		2005 г.	2006 г.	2007 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.
Неизвесткованный фон										
Контроль (без цеолита и удобрений)	5,5	6,2	6,5	8,5	5,4	12,1	10,9	0,64	8,4	0,28
P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	5,2	11,0	11,0	11,7	9,4	13,9	17,8	0,64	7,2	0,84
Цеолит, т/га: 1	5,3	6,2	7,4	9,4	6,0	15,7	12,9	0,34	8,4	0,16
2	5,2	9,0	7,4	9,4	7,7	14,1	16,3	0,34	5,6	0,12
4	5,3	7,3	7,4	10,1	6,0	14,3	14,0	0,36	4,0	0,40
1 + P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	5,2	13,2	10,2	16,1	9,9	16,3	22,8	0,40	9,6	0,24
2 + P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	5,3	12,8	11,9	16,1	7,4	18,4	21,2	1,10	10,4	0,36
4 + P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	5,4	10,3	13,9	21,0	8,2	21,2	26,2	0,50	11,2	0,36
Известь, 8 т/га										
Контроль (без цеолита и удобрений)	6,0	5,4	8,6	10,1	7,9	16,1	12,4	1,0	4,8	0,42
P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	5,9	12,4	11,0	15,3	13,4	25,1	19,3	0,64	10,8	0,40
Цеолит, т/га: 1	5,5	6,2	5,5	8,5	6,9	13,7	16,0	0,64	6,0	0,56
2	6,1	7,3	9,3	14,0	5,1	14,3	15,1	0,36	4,8	0,52
4	6,0	10,3	9,3	12,4	10,4	15,9	17,8	1,36	4,0	0,59
1 + P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	6,2	8,3	12,4	15,3	7,7	16,6	22,7	0,76	9,6	0,32
2 + P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	6,0	8,3	11,0	18,2	8,2	17,6	22,7	0,52	11,2	0,40
4 + P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	6,0	9,0	12,4	13,0	6,9	15,6	22,2	0,62	8,8	0,32

**2. Вынос питательных веществ с урожаем козлятника за два укоса, кг/га (2006 г.)**

Сравниваемые варианты	Неизвесткованный фон			Известь - фон, 8 т/га		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль (без удобрений)	75,0	7,9	57,9	78,2	9,1	61,5
P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	145,9	20,9	167,2	134,2	19,8	188
Цеолит, т/га:						
1	80,4	9,4	48,9	77,9	10,5	67,1
2	75,8	9,9	56,9	72,3	8,4	72,0
4	80,4	11,1	100,5	99,2	10,8	72,9
1 + P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	142,8	14,1	111,7	129,0	16,8	173,4
2 + P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	158,2	25,0	198,0	140,2	17,1	154,3
4 + P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	157,0	20,2	210,1	122,0	16,1	129,2

**3. Урожайность козлятника восточного, ц/га, в зависимости от агрофона (среднее за 2005-2007 г.)**

в зависимости от агрофона (среднее за 2005-2007 гг.)						
Вариант опыта	Зеленая масса, ц/га			Сухое вещество, ц/га		
	годы пользования					
	1-й	2-й	3-й	1-й	2-й	3-й
Контроль (без удобрений)	52,5	147,1	79,8	12,9	26,0	15,2
P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> - (хозяйст. контроль)	120,6	264,0	132,0	26,9	48,3	22,8
Цеолит, т/га:						
1	54,0	144,2	85,3	13,6	28,7	16,4
2	54,4	148,5	72,9	13,0	31,0	15,5
4	55,4	156,0	88,6	13,2	30,5	16,9
1 + P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	126,4	264,2	161,0	23,7	42,7	31,4
2 + P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	131,2	290,3	168,0	27,6	57,5	30,2
4 + P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	135,5	286,3	155,6	29,5	54,4	29,6
HCP <sub>05</sub> , ц/га	16,0	25,0	24,1	3,4	5,0	5,0

*Литература*

1. Бараикова Н.В. Агротехнологические основы луговодства на сенокосах и пастбищах Центральной Якутии: Автореф. дис. д-ра с.-х. н. - М., 2003. - 45 с. 2. Байраков В.В., Чичинадзе Т.С., Батиаишвили Т.В. Оценка потенциально полезных свойств клиноптилолитовых пород в растениеводстве // Примен. природ. цеолитов в животноводстве и растениеводстве/ Тр. конф. и симпоз. по примен. природ. цеолитов в животн. и растениевод. -Тбилиси: Мецниереба, 1984. - С. 226-229. 4. Казак Е.И., Сорочинский В.В., Бульо В.С. Влияние цеолитов на урожай и качество зеленой массы // Корма и кормопроизводство. -

3. Горохов В.Н. Цеолиты на Сахалине. - Владивосток, 1982. - С. 16-17. 1986. - Вып. 21. - С.14-16. 5. Крылова А.И., Вислободская М.М. Цеолиты повышают урожай // Земледелие. - 1987. - №8. - С.56-57. 6. Петункин Н.И. Основные направления и проблемы исследования применения цеолитов в сельском хозяйстве // Теоретич. и прикл. проблемы внедрения прир. цеолитов в нар. хозяйстве РФ. / Докл. респуб. конференции. - СО ВАСХНИЛ. Кемерово, 1988. - С.35-43. 7. Цицишвили Г.О. Перспективы применения цеолитов в сельском хозяйстве. - Тбилиси: Мецниереба. 1980. - С. 132-141.

**EFFECT OF NATURAL ZEOLITE ON THE NUTRITION CONDITIONS AND YIELDING CAPACITY OF GALEGA ORIENTALIS**

*T.M. Struzhkina, N.N. Ivashchenko  
Kamchatka Research Institute of Agriculture,*

*Sosnovka, Elizovo raion, Kamchatka oblast, 684033 Russia E-mail: kniishinfo@mail.ru*

*The interaction of zeolite, lime, and mineral fertilizers applied for eastern galega (Galega orientalis) was analyzed. The chemistry of zeolite-clinoptilolite from the Yagodnoe field, Kamchatka, was characterized. The effect of zeolite on the fertility of light-textured ochreous volcanic soil and the yield of fodder crop was studied.*

*Keywords: zeolites, Galega orientalis, crop capacity, fertilizers, nutrients.*