

12. Чеснокова С. М., Чугай Н. В. Биологические методы оценки качества объектов окружающей среды. Ч. 2. Методы биотестирования. Владимир. 2008. 92. с.

## **ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГЛАУКОНИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА И МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ**

*Н. В. Сырчина, И. А. Потапова, А. В. Малышева*  
*Вятский государственный университет, nvms1956@mail.ru*

Основным отходом, образующимся при переработке цельного молока в такие продукты, как сыр, творог, казеин, является молочная сыворотка. Только небольшая часть этого отхода находит практическое применение, основная доля сыворотки сливается в канализацию, откуда поступает в очистные сооружения. Молочная сыворотка содержит до 7% сухих веществ (преимущественно углеводы, беки, жиры и др.) и широкий спектр микроэлементов, что делает ее хорошей питательной средой для развития микроорганизмов. Из-за высокой биохимической и химической потребности в кислороде (40000–60000 мг/дм<sup>3</sup>) сбрасываемый в канализацию отход приводит к ухудшению седиментационных свойств активного ила и нарушению нормальной работы сооружений биологической очистки [1, 2].

В настоящее время имеются технологии, позволяющие использовать молочную сыворотку для производства продуктов питания, кормов для животных, этанола, органических кислот, биоразлагаемых полимеров, а также выделять из нее лактозу, белок, биологически активные вещества. Большинство технологий переработки молочной сыворотки не получило широкого внедрения, поскольку низкое содержание сухого вещества существенно повышает энергозатраты на переработку этого отхода [2]. Использование молочной сыворотки в качестве вторичного сырья для дальнейшей переработки ограничивает и низкая стабильность отхода при хранении. Согласно ГОСТ Р 53438-2009, срок годности охлажденной до 6 °С молочной сыворотки с момента получения до дальнейшей переработки не должен превышать 24-х часов. Ограниченный срок хранения обусловлен быстрой микробиологической порчей отхода.

По имеющимся оценкам, в нашей стране перерабатывается не более 20% молочной сыворотки, в развитых западных странах – до 50–60%. Технологии переработки молочной сыворотки обычно внедряются на крупных предприятиях, на предприятиях малой мощности переработка молочной сыворотки оказывается экономически нецелесообразной.

Отсутствие простых и дешевых технологий утилизации молочной сыворотки, пригодных для внедрения на небольших молокоперерабатывающих предприятиях, приводит не только к потере ценного натурального продукта, но и к серьезному загрязнению окружающей среды.

**Цель** исследования состояла в подборе сорбента, позволяющего извлечь из молочной сыворотки растворенные компоненты с последующим ис-

пользованием отработанного сорбента в качестве органоминерального удобрения.

Для выполнения исследований использовалась творожная сыворотка, полученная на одном из молочных комбинатов Кировской области (содержание сухого вещества – 6,8%, кислотность – 72 °Т) и глауконитовый концентрат (отход, образующийся при добыче и переработке фосфоритной руды Вятско-Камского месторождения).

Содержание глауконита в концентрате составляло  $46 \pm 5\%$ . Кроме глауконита концентрат содержал фосфориты мелких фракций (в среднем 5% в пересчете на  $P_2O_5$ ), известковые компоненты и диоксид кремния. Содержание калия ( $K_2O$ ) в концентрате находилось в пределах 1,2–1,5%. Концентрат имел однородную зернистую структуру, что делало материал удобным для использования в качестве сорбента.

Выбор глауконитового концентрата для проведения эксперимента был обусловлен следующими причинами:

- способность сорбировать широкий спектр органических и неорганических веществ [3];
- низкая стоимость и доступность;
- благоприятные агрохимические свойства [4, 5];
- простота в использовании.

Для сорбции компонентов молочной сыворотки использовались сорбционные колонки, заполненные глауконитовым концентратом. Последовательное пропускание молочной сыворотки через систему сорбционных колонок позволяло удалить из сыворотки до 95% растворенных веществ. Перед пропусканием через сорбент, органические кислоты, содержащиеся в сыворотке, нейтрализовали известью. рН нейтрализованной сыворотки находился в пределах 6,5–7,2.

Стабилизация отработанного сорбента (ОС) осуществлялась методом высушивания в термостате при температуре 105 °С до остаточной влажности 11–12%.

Для предварительной оценки возможности и целесообразности применения ОС в качестве удобрения применялся метод биотестирования [6]. Исследования проводились в лабораторных условиях.

Грунт (агрозем) для выполнения исследований отбирался с глубины 5–15 см на поле вблизи г. Кирова, высушивался до воздушно-сухого состояния и просеивался через металлическое сито с размером ячеек 4 x 4 мм. Данные о свойствах агрозема представлены в таблице 1.

В высушенный грунт вносились добавки ОС и перемешивались с грунтом с помощью лабораторного смесителя. Подготовленный для выполнения эксперимента агрозем помещался в пластиковые контейнеры и увлажнялся дистиллированной водой до влажности 60%. В качестве тест-культуры использовался овес посевной (*Avena sativa*), высеваемый на глубину 0,5 см.

Таблица 1

**Свойства агрозема, используемого для проведения эксперимента**

№	Показатели	Значение	Метод определения
1	pH <sub>водн.</sub>	5,8±1,0	ГОСТ 26483-85
	pH <sub>KCl</sub>	5,1±1,0	
2	Органическое вещество, %	3,6±0,2	ГОСТ 26213-91
3	Фосфор валовый (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), мг/кг	155±12	ГОСТ 26261-84
4	Фосфор подвижный (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), мг/кг	95±7	ГОСТ Р 54650-2011
5	Калий обменный (K <sub>2</sub> O), мг/кг	11,8±1,2	ГОСТ 26210-91
6	Нитраты, мг/кг	143±9	ГОСТ 26951-86

Во время эксперимента контейнеры с грунтом закрывались микроперфорированной полипропиленовой пленкой и выдерживались при температуре 20±1 °С.

Варианты состава грунта, используемого для проведения эксперимента: 1) контроль (грунт без добавок); 2) грунт + ОС (1% от массы грунта); 3) грунт + ОС (5% от массы грунта); 4) грунт + ОС (10% от массы грунта).

Биотестирование проводилось по таким показателям, как энергия прорастания (за 3 суток), дружность прорастания (доля семян проросших за первые сутки прорастания), скорость прорастания (сумма средних чисел семян, прорастающих ежедневно), интенсивность начального роста проростков [6].

Экспериментальные исследования выполнялись в трех повторностях. Полученные результаты подвергались статистической обработке в программе «Microsoft Excel» по общепринятым методикам.

Полученные в ходе эксперимента результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Показатели фитотоксичности грунта**

Показатели	Варианты состава грунта			
	1	2	3	4
Энергия прорастания (3 суток), %	70,0±4,0	68,0±3,5	84,7±1,1	78,0±5,3
Дружность прорастания, %	28,6±4,2	13,3±3,0	58,7±8,0	14,0±4,0
Скорость прорастания	3,3±0,2	2,6±0,2	4,8±0,9	4,7±0,8
Интенсивность начального роста проростков				
– средняя длина корней, мм;	56,1±6,6	51,2±2,7	44,2±9,4	20,1±4,2
– средняя длина зеленых проростков, мм;	28,2±7,7	23,6±4,7	59,8±17,6	25,6±3,2
– средняя масса проростков, г на 50 растений	6,8±0,8	6,1±0,3	8,8±0,5	5,5±0,7

Анализ полученных результатов показывает, что ОС может быть использован в качестве удобрения под зерновые культуры. В условиях лабораторного эксперимента лучшие результаты получены при добавке в грунт 5% ОС. В этой дозировке дружность прорастания семян овса увеличивается в 2 раза, скорость прорастания – на 40%; энергия прорастания – на 20%, длина проростков – в 2 раза, средняя масса проростков – на 30%. Вероятной причиной положительного воздействия ОС на прорастание семян и рост проростков может быть наличие в этом материале свободных аминокислот, витаминов и

других биологически-активных веществ. Стимулирующее влияние аминокислот на прорастание семян и ростовые показатели растений установлены в исследованиях многих ученых [7].

Следует отметить, что в присутствии ОС наблюдается уменьшение длины корней проростков, причем, чем выше содержание ОС в грунте, тем отчетливее проявляется эта тенденция. Данный факт может быть связан с фунгицидным действием молочной сыворотки. Уменьшение длины корней под влиянием фунгицидов является известным фактом [8]. Данные научных исследований свидетельствуют о том, что микроорганизмы могут генерировать широкий спектр биологически активных веществ, таких как ауксины и цитокинины, способствующие эффективной колонизации корня и трансформации строения корневой системы [9].

**Выводы.** Глауконитовый концентрат может быть использован в качестве перспективного сорбента основных компонентов молочной сыворотки. Снижение содержания органических веществ в молочной сыворотке, перед сбросом отхода в канализацию имеет большое природоохранное и хозяйственное значение.

Отработанный сорбент может быть использован в качестве натурального органоминерального удобрения, содержащего комплекс биологически-активных компонентов. Необходимо проведение дальнейших исследований с целью детального изучения композиции глауконитовый концентрат + молочная сыворотка на развитие растений и свойства почвы.

### Литература

1. Эпоян С., Фомин С., Фомина И. Интенсификация сооружений биологической очистки сточных вод молокозаводов // Motrol. Comission Of Motorization And Energetics In Agriculture. 2013. V. 15. № 6. P. 133–140.
2. Ghaly A. E., Mahmoud N. S., Rushton D. G., Arab F. Potential Environmental and Health Impacts of High Land Application of Cheese Whey // American Journal of Agricultural and Biological Science. 2007. № 2. P. 106–117.
3. Левченко М. Л., Губайдуллина А. М. Глауконитовые пески для экологической защиты и восстановления природных свойств грунтов и водной среды // Бурение и нефть. 2009. № 4. С. 56–57.
4. Сырчина Н. В., Мелентьева И. А. Перспективы применения глауконитовых песков Вятско-Камского месторождения для восстановления плодородия пахотных земель Кировской области // Интеллектуальный и научный потенциал современной науки. Омск, 2017. С. 137–140.
5. Яковлева Е. А., Бакалов А. Н. Глауконит как потенциальное местное удобрение на Кубани // Научный журнал КубГАУ. 2012. № 82. С. 622–631.
6. Чеснокова С. М., Чугай Н. В. Биологические методы оценки качества объектов окружающей среды. Ч. 2. Методы биотестирования. Владимир, 2008. 92 с.
7. Пешкова А. М. Влияние биологически активных веществ на рост и развитие овощного амаранта: Дис. ... канд. с.-х. наук. М. 2004. 139 с.
8. Вихрева В. А. Блинохватов А. А., Клейменова Т. В. Селен в жизни растений: монография. Пенза. 2012. 222 с.
9. Ortiz-Castro R., Contreras-Cornejo H.A., Macias-Rodriguez L., Lopez-Bucio J. The role of microbial signals in plant growth and development // Plant Signal Behav. 2009. № 4 (8). P. 701–712.