

ЖИДКИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

*Н. В. Сырчина, А. В. Сазанов, В. А. Козвонин,
Д. В. Петухов, И. А. Мелентьева*

Вятский государственный университет, nvms1956@mail.ru

В последние годы появилось большое количество исследований, обосновывающих эффективность использования аминокислот (АК) в качестве компонентов удобрений. Включение АК в состав внекорневых подкормок рассматривается как одно из наиболее перспективных направлений оптимизации минерального питания растений и повышения их устойчивости к действию неблагоприятных факторов внешней среды [1, 2]. Кроме экзогенных аминокислот растения способны усваивать такие сложные органические соединения, как витамины, сахара, органические кислоты, ферменты, антибиотики и др. [3]. Относительно дешевым и доступным источником широкого спектра биологически активных веществ, пригодных для использования в качестве удобрений, является молочная сыворотка – основной отход, образующийся при переработке молока в такие продукты, как творог, сыр, казеин. Ресурсы этого отхода в нашей стране превышают 5 млн. т. в год.

Молочная сыворотка в среднем содержит около 6% сухих веществ, в том числе (%) лактозы – 4,5; белков и небелковых азотистых веществ – 0,8; молочной кислоты – 0,14; жиров – 0,06; минеральных веществ – 0,6. В сыворотку переходит основная часть водорастворимых витаминов молока [4]. Органические компоненты молочной сыворотки могут не только подвергаться процессам микробиологической деструкции, но и оказывать стимулирующее влияние на развитие высших растений [5].

Несмотря на ценный химический состав, проблема переработки молочной сыворотки до настоящего времени далека от решения. По разным оценкам от 60 до 97% этого отхода сливается в канализацию [6–8]. Основными причинами отсутствия интереса к переработке сыворотки являются быстрая микробиологическая порча; низкое содержание растворенных веществ; сложный химический состав; ограниченный рынок продуктов переработки; незначительная прибыль по сравнению с затратами на переработку отхода. Отказ от переработки сыворотки приводит не только к потере ценного сырья, но и к масштабному загрязнению окружающей среды.

Одним из возможных направлений переработки молочной сыворотки может стать использование этого отхода для производства органоминеральных удобрений. Возможность и перспективность данного направления обоснована в исследованиях ряда отечественных и зарубежных ученых [5, 9, 10].

Цель исследования состояла в разработке состава и технологии получения жидкого органоминерального удобрения на основе молочной сыворотки, содержащего сбалансированный комплекс основных элементов минерального питания растений и биологически активных веществ.

Для достижения поставленной цели в процессе исследований были решены следующие *задачи*:

- разработана технология низкотемпературного концентрирования молочной сыворотки, позволяющая сохранить биологически активные вещества сырья;

- определены оптимальные условия ферментативного гидролиза белковых компонентов сыворотки;

- подобрана оптимальная композиция источников азота, фосфора, калия и микроэлементов, включаемых в состав удобрения;

- проведено биотестирование полученной формы удобрения;

- определены оптимальные дозы удобрения для подкормки растений.

Для выполнения исследований использовалась творожная сыворотка, полученная на одном из молочных комбинатов Кировской области. Содержание сухих веществ в сыворотке составляло 6,8%; титруемая кислотность находилась в пределах 65–80 °Т.

В качестве источников азота, фосфора, калия, магния и микроэлементов (Cu, Zn) применялись соответствующие соли квалификации х.ч., обычно используемые в качестве минеральных удобрений.

Для повышения содержания сухого вещества в сыворотке использовался метод низкотемпературного концентрирования. Полученный этим методом концентрат содержал 20±2% сухого вещества. Гидролиз белковых компонентов концентрата осуществлялся ферментативным методом. Состав органических компонентов гидролизата устанавливался хроматографическим методом.

В гидролизате растворялись минеральные соли. Содержание основных элементов минерального питания в готовом жидком удобрении (ЖУ) составляло (%): N – 6,2; P₂O₅ – 6,5; K₂O – 6,2; MgO – 1,5. Благодаря высокой концентрации солей достигался эффект консервации органической матрицы удобрения и обеспечивалась стабильность ЖУ при хранении. Приготовленный раствор фильтровался под вакуумом. Готовое ЖУ представляло собой прозрачный раствор бирюзового цвета.

Выполнялось биотестирование удобрения. Тест-культурами служили семена ячменя (сорт «Родник Прикамья») и редиса (сорт «САКСА РС»). Проращивание семян тест-культур выполнялось на субстрате, в качестве которого использовалась искусственно приготовленная почва (artificial soil) [11]. Влажная поверхность субстрата накрывалась фильтровальной бумагой, на которую раскладывались семена тест-культур. Проращивание проводилось при температуре 20 °С в течение 7 дней.

Варианты эксперимента: 1) контроль (проращивание семян на субстрате без добавок); 2) субстрат с добавкой 1,5 мл удобрения на 1 кг субстрата; 3) субстрат с добавкой 7,5 мл удобрения на 1 кг субстрата; 4) субстрат с добавкой 15 мл удобрения на 1 кг субстрата.

Тестирование проводилось по таким показателям, как способность прорастания (за 7 суток), энергия прорастания (за 3 суток), дружность прораста-

ния (доля семян, проросших за первые сутки прорастания), скорость прорастания (сумма средних чисел семян, прорастающих ежедневно), интенсивность начального роста проростков [12]. Экспериментальные исследования выполнялись в трех повторностях. Полученные результаты подвергались статистической обработке в программе «Microsoft Excel» по общепринятым методикам.

В результате эксперимента установлено, что внесение ЖУ в дозировках 7,5 и 15 мл на 1 кг субстрата (варианты 3 и 4), приводит к ингибированию прорастания семян тест-культур. Добавка 1,5 мл ЖУ на 1 кг субстрата (вариант 2) приводит к выраженному стимулированию прорастания семян и активизации развития проростков как двудольных, так и однодольных тест-культур по сравнению с контролем (табл.).

Таблица

Результаты биотестирования удобрения на основе молочной сыворотки

Показатели	ТК	Варианты эксперимента							
		1		2		3		4	
		значение	значение	δ , %*	значение	δ , %*	значение	δ , %*	
Всхожесть (7 суток), %	1	92,2±1,9	97,7±1,9	+5,4	82,2±1,9	-10,8	72,2±1,9	-21,7	
	2	88,8±5,1	96,6±3,3	+8,8	76,6±3,3	-13,7	41,1±5,1	-53,7	
Дружность прорастания, %	1	36,6±3,3	52,2±5,1	+42,6	16,6±6,7	-54,6	5,5±1,9	-85,0	
	2	38,8±5,1	52,2±6,9	+34,5	16,7±6,7	-56,9	1,1±1,9	-97,2	
Энергия прорастания (3 суток), %	1	50,0±3,3	63,3±3,3	+26,6	41,1±1,9	-17,8	33,3±3,3	-33,4	
	2	53,3±3,3	62,2±5,1	+16,7	32,2±3,8	-39,6	14,4±3,8	-73,0	
Скорость прорастания семян	1	3,2±0,1	2,6±0,1	-18,7	3,7±0,2	+15,6	3,9±0,3	+21,8	
	2	3,1±0,1	2,6±0,2	-16,2	3,8±0,3	-22,6	4,3±0,4	-38,7	
Средняя масса проростков, г/30 проростков	1	0,5±0,3	0,9±0,2	+80,0	0,4±0,1	-20,0	0,05±0,01	-90,0	
	2	1,9±0,3	2,5±0,1	+31,6	0,9±0,2	-52,6	0,20±0,01	-89,5	
Средняя длина корней, см	1	1,7±0,3	2,1±0,2	+23,5	1,3±0,4	23,5	0,3±0,1	-82,3	
	2	2,2±0,2	2,6±0,2	+18,2	0,7±0,1	68,2	0,5±0,1	-77,3	
Средняя длина проростков, см	1	2,7±0,1	3,1±0,1	14,8	1,9±0,2	29,6	0,2±0,0	-92,6	
	2	4,5±0,3	5,7±0,2	26,7	0,9±0,1	-80,0	0,4±0,1	-91,1	

Примечание: ТК – тест-культура, 1 – ячмень, 2 – редис, * – по сравнению с контролем.

Стимулирующее влияние ЖУ на прорастание семян и развитие проростков может быть объяснено комплексным воздействием сбалансированной композиции минеральных компонентов и таких биологически активных веществ, как аминокислоты, витамины, сахара, соли органических кислот (например, янтарная кислота), источником которых является молочная сыворотка. Выраженное ингибирующее влияние высоких доз ЖУ на прорастание

и развитие семян тест-культур может быть связано с существенным повышением осмотического давления почвенного раствора под воздействием комплекса минеральных компонентов ЖУ. ЖУ на основе молочной сыворотки характеризуются сложным химическим составом. Для выяснения механизмов влияния этого удобрения на физиологические процессы в растительных объектах требуются дополнительные исследования.

Выводы. В ходе выполненных экспериментов показано, что молочная сыворотка может быть использована в качестве компонента органоминеральных удобрений, содержащих комплекс биологически активных веществ.

Разработанная технология позволяет на основе молочной сыворотки получать сбалансированное по основным элементам питания удобрение. Технология проста, малозатратна и может быть внедрена на молочных комбинатах любой мощности.

Органоминеральное удобрение на основе молочной сыворотки стабильно при хранении и удобно для приготовления растворов для корневой и внекорневой подкормки растений.

Внедрение разработанной технологии в практику позволит не только вывести на рынок новую форму удобрения, но и решить проблему утилизации молочной сыворотки.

Литература

1. Ерлыков С. Б. Российские аминокислотные удобрения серии агролин на капусте белокачанной // Вестник Марийского государственного университета. 2017. Т. 3. № 2 (10) С. 22–28.
2. Бутова Т. Е. Исследование качества картофеля, выращенного с применением белкового стимулятора роста, при холодильной обработке и хранении: Дис. ... канд. техн. наук. СПб. 1999. 168 с.
3. Нам Ким Ден Миксотрофное питание растений // МСХ. 2015. № 3. С. 35–41.
4. Свириденко Ю. Я., Волкова Т. А. Ключевые направления снижения потерь в сыродельной отрасли // Сыроделие и маслоделие. 2014. № 5. С. 30–32.
5. Плющ Е. В. Разработка технологии получения из молочной сыворотки регуляторов роста растений с использованием электроактивированной воды, процессов сорбции и ферментации: Дис. ... канд. техн. наук. Ставрополь. 2005. 162 с.
6. Зипаев Д. В., Зимичев А. В. Молочная сыворотка – ценное сырье для вторичной переработки // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2007. № 2. С. 14–16.
7. Макарова Н. В., Зимичев А. В., Зипаев Д. В., Лугова Т. В. Современные тенденции в переработке молочной сыворотки // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2008. № 4. С. 5–7.
8. 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 (2). P. 106–117.
9. Gagnon B., Berrouard S. Effects of several organic fertilizers on growth of Ereenhouse tomato transplants // Can. J. Flant Sci. 1994. № 74. P. 167–168.
10. Lehrs G. A., Robbins C. W. Cheese whey effects on surface soil hydraulic properties // Soil Use and Management. 1996. № 12. P. 205–208.
11. ГОСТ Р ИСО 22030-2009. Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. М.: Стандартинформ, 2010.

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