

УДК 631.45 (470.621)

ББК 40.3

И-66

*Городецкий Владимир Олегович*, кандидат технических наук, заведующий отделом технологии сахара и сахаристых продуктов Краснодарского научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» (КНИИХП – филиал СКФНЦСВВ); тел.: 8(861)252 19 83, e-mail: agataskniis@mail.ru;

*Семенухин Семен Олегович*, кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела технологии сахара и сахаристых продуктов КНИИХП – филиала СКФНЦСВВ;

*Даишева Наиля Мидхатовна*, кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела технологии сахара и сахаристых продуктов КНИИХП – филиала СКФНЦСВВ;

*Котляревская Наталья Ивановна*, научный сотрудник отдела технологии сахара и сахаристых продуктов КНИИХП – филиала СКФНЦСВВ;

*Усманов Мирсабир Мирабзалович*, научный сотрудник отдела технологии сахара и сахаристых продуктов КНИИХП – филиала СКФНЦСВВ

**ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ПОВЫШЕНИЮ ПЛОДОРОДИЯ И  
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОМУ ОЗДОРОВЛЕНИЮ ПОЧВ  
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ И РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ**

(рецензирована)

В статье приведены результаты двухлетних исследований по конкурсу У.М.Н.И.К., направленных на разработку органоминерального микробиологического препарата на основе фильтрационного осадка, кислого жома и транспортерно-моечного осадка и грибов рода *Trichoderma* с целью повышения урожайности и микробиологического оздоровления почв. Приведены показатели урожайности культур в зерносвекловичных севооборотах, а также результаты микробиологического исследования почв.

**Ключевые слова:** сахарная свекла, пшеница, урожайность, отходы свеклосахарного производства, жом, фильтрационный осадок, транспортерно-моечный осадок, *Trichoderma*, удобрения.

*Gorodetsky Vladimir Olegovich*, Candidate of Technical Sciences, head of the Department of Technology of Sugars and Sugar Products of the Krasnodar Scientific Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products - a branch of the Federal State Budget Scientific Institution “North-Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Wine-Making” (KSRICHI- branch of the NCFSCHVWM); tel.: 8 (861) 252 19 83, e-mail: agataskniis@mail.ru

*Semenikhin Semen Olegovich*, Candidate of Technical Sciences, a senior researcher of the Department of Sugar and Sugar Products Technology of KSRICHI - branch of the NCFSCHVWM;

*Daisheva Naila Midkhatovna, Candidate of Technical Sciences, a senior researcher of the Department of Technology of Sugar and Sugar Products of KSRICHI - branch of the NCFSCHVWM;*

*Kotlyarevskaya Natalia Ivanovna, a researcher of the Department of Technology of Sugar and Sugar Products of KSRICHI - branch of the NCFSCHVWM;*

*Usmanov Mirsabir Mirabasalovich, a researcher of the Department of Technology of Sugar and Sugar Products of KSRICHI - branch of the NCFSCHVWM;*

**INNOVATIVE APPROACH TO INCREASING FERTILITY  
AND MICROBIOLOGICAL IMPROVEMENT OF SOILS  
OF THE KRASNODAR TERRITORY AND THE REPUBLIC OF ADYGEYA**

(reviewed)

*The article presents the results of two-year research on U.M.N.I.K. competition aimed at developing an organomineral microbiological preparation based on the filtration sediment, acid pulp and transporter-washing sludge and fungi of Trichoderma genus in order to increase yield and microbiological sanitation of soils. The yields of crops in grain-crop rotations, as well as the results of microbiological study of soils are given.*

**Keywords:** *sugar beet, wheat, yield, wastes of sugar beet production, pulp, filter cake, transporter-washing sludge, Trichoderma, fertilizers.*

Сахарная промышленность входит в число крупных отраслей пищевой промышленности, перерабатывающих многотоннажное сельскохозяйственное сырье с целью извлечения из него сравнительно небольшой части содержимого, являющегося конечным продуктом производства, то есть сахара. Расход основного сырья и вспомогательных материалов в несколько раз превышает выход готовой продукции, что обуславливает получение больших объемов побочных продуктов – свекловичного жома, мелассы, а также отходов – фильтрационного осадка и осадка транспортерно-моечной воды [1].

В связи с наращиванием производственной мощности свеклосахарных заводов происходит резкое увеличение площади посевов сахарной свеклы в трехпольных специализированных зерносвекловичных севооборотах, используемых в свеклосеющих хозяйствах [2]. Это создает реальную угрозу не только интенсивной деградации плодородия почвы в зонах свеклосеяния, но и дальнейшей утраты ее оптимального микоценоза с вытеснением полезной микрофлоры наиболее активными грибами-патогенами рода *Fusarium* – возбудителями гнилей как в процессе вегетации растений, но и при хранении корнеплодов сахарной свеклы.

Проблема повышения плодородия и микробиологического оздоровления почв в специализированном зерносвекловичном севообороте может быть решена целенаправленным использованием многотоннажных отходов свеклосахарного производства, а именно, фильтрационного и транспортерно-моечного осадков, а также не востребованного в кормопроизводстве и утратившего потребительские свойства свекловичного жома в качестве высокопродуктивного субстрата для роста и развития грибов-супрессоров рода *Trichoderma*, являющихся антагонистами по отношению к грибам-патогенам рода *Fusarium*.

Свекловичный жом – ценный высокоуглеродистый продукт, по энергетической ценности сухого вещества он не уступает зерну злаковых культур, а также является концентратом полезных минеральных и органических веществ (кальция, калия, натрия, фосфатов и азотистых соединений), что обуславливает его использование в качестве основной питательной среды в органоминеральном субстрате.

Транспортерно-мочный осадок, образующийся в количестве 5-8 % к массе сахарной свеклы, состоит в основном из верхнего слоя почвы и соответствует ежегодному уносу плодородного слоя почвы в количестве 2-3 т с 1 га уборочной площади. В 1 тонне транспортерно-мочного содержится до 10 кг азота, 5 кг фосфора и 44 кг калия.

Фильтрационный осадок также богат органическими (в сухой массе до 40-60 %) и минеральными (кальций, магний, сера и др.) веществами. Кроме того, высокое значение рН фильтрационного осадка позволяет сбалансировать низкое значение рН кислого жома и, в конечном итоге, получить субстрат с оптимальным для роста сельскохозяйственных культур значением рН.

Согласно «Гигиеническим требованиям к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения» (СанПиН 2.1.7.573-96) транспортерно-мочный и фильтрационный осадки, могут быть использованы в качестве удобрений.

Средняя урожайность сахарной свеклы в Краснодарском крае в 2014-2015 годах составила от 30 до 35 т/га. При этом нормы вносимых удобрений под посевы сахарной свеклы составляли в среднем: азотных удобрений (в пересчете на N) – 240 кг/га, фосфорных (в пересчете на P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 80 кг/га и калийных (в пересчете на K<sub>2</sub>O) – 350 кг/га. В ходе анализа химического состава кислого жома было установлено, что содержание азотных, фосфорных и калийных соединений в 1 тонне кислого жома составляет около 8 кг, 2 кг и 5 кг соответственно.

Известно, что для выращивания зерновых культур на послесвекловичных площадях в Краснодарском крае норма внесения азотных, фосфорных и калийных удобрений составляет: 40-60 кг/га, 40-60 кг/га и 60-80 кг/га соответственно.

Исходя из этого, было установлено, что нормы внесения кислого жома в качестве носителя азотно-фосфорно-калийных удобрений и питательных веществ для грибов-супрессоров рода *Trichoderma* должны составлять около 8 т/га. Эта норма была получена расчетным путём, а именно, делением нормы внесения азотно-фосфорно-калийных удобрений на содержание азотных, фосфорных и калийных соединений в кислом жоме.

Далее были проведены исследования по определению зависимости соотношения компонентов смеси фильтрационный осадок : кислый жом : транспортерно-мочный осадок и значения рН среды. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость значения рН смеси фильтрационного осадка, кислого жома и транспортерно-мочного осадка от их соотношения

Соотношение фильтрационный осадок : кислый жом : транспортерно-мочный осадок	Исходное значение рН смеси	рН смеси через неделю	рН смеси через 2 недели	рН смеси через 3 недели
1 : 1 : 1	8,19	7,53	6,93	6,38
<b>1 : 2 : 1</b>	7,80	7,18	<b>6,60</b>	6,07
1 : 3 : 1	7,32	6,73	6,20	5,70

1 : 4 : 1	6,98	6,42	5,91	5,44
1 : 1 : 2	8,23	7,57	6,97	6,41
1 : 2 : 2	7,87	7,24	6,66	6,13
1 : 3 : 2	7,39	6,80	6,25	5,75
1 : 4 : 2	7,05	6,49	5,97	5,49

В результате проведенных исследований было установлено, что оптимальное соотношение компонентов составляет 1:2:1, так как это соотношение обеспечивает наибольшее содержание кислого жома в смеси, являющегося основным источником питательных веществ, необходимых для деятельности грибов-супрессоров рода *Trichoderma*. При этом требуемое время компостирования до достижения оптимального значения рН для роста сельскохозяйственных культур составляет 2 недели.

Для проведения полевых испытаний опытно-полевая делянка была разделена на восемь равных участков – по три опытных и один контрольный для посева озимой и яровой пшеницы.

С целью определения оптимальных норм внесения субстрата 1 октября 2014 г на шесть опытных участков были внесены фильтрационный осадок, кислый жом и транспортерно-мочный осадок в соотношении 1:2:1 в количествах 3:6:3 т/га (Опытный №1), 4:8:4 т/га (Опытный №2) и 5:10:5 т/га (Опытный №3). После требуемых двух недель компостирования на эти шесть участков был внесен рабочий раствор основанного на спорах грибов рода *Trichoderma* микробиологического удобрения «Геостим» при норме 5 литров исходного раствора на гектар. В это же время на контрольные участки вносились гранулированные NPK-удобрения при нормах 60:60:80 кг/га соответственно. Далее 29 октября на три опытных и один контрольный участок была высеяна озимая пшеница сорта «Гарант-1» при норме семян 600 млн. штук/га с шириной междурядий 10 см и глубиной посева 6 см. При тех же условиях 1 апреля оставшиеся 4 участка были засеяны яровой пшеницей сорта «Лига-1».

Показатели урожайности озимой и яровой пшеницы приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели урожайности озимой и яровой пшеницы

Наименование показателя	Тип участка			
	Контрольный	Опытный №1	Опытный №2	Опытный №3
Озимая пшеница				
Урожайность, т/га	3,27	3,61	3,75	3,52
Изменение урожайности, %	–	+10,40	+14,68	+7,65
Яровая пшеница				
Урожайность, т/га	4,02	4,57	4,46	4,26
Изменение урожайности, %	–	+13,68	+10,94	+5,97

Установлено, что максимальное увеличение урожайности как озимой, так и яровой пшеницы наблюдается при нормах внесения компонентов (фильтрационного осадка, кислого жома и осадка транспортерно-мочной воды) 3-4, 6-8 и 3-4 т/га для озимой пшеницы и 3, 6 и 3 т/га для яровой.

Известно, что для выращивания корнеплодов сахарной свеклы норма внесения азотных, фосфорных и калийных удобрений до посева составляет: 100-150, 90-150 и 90-150 кг/га соответственно. Исходя из этого, нами была выбрана норма внесения, соответствующая средней величине, а именно 120 кг/га.

В ходе роста корнеплодов сахарной свеклы норма внесения основных NPK-удобрений для черноземов Краснодарского края и Республики Адыгея составляет: азотных – 45 кг/га, фосфорных – 60 кг/га и калийных – 45 кг/га.

Также, учитывая, что в связи с требуемым двухнедельным компостированием в почве перед внесением грибов-супрессоров рода *Trichoderma*, а также последующей двухнедельной выдержкой для обеспечения их роста, развития и разложения сложных азотных, фосфорных и калийных соединений до более простых – способных к усвоению сельскохозяйственными культурами, замещение минеральных удобрений представляется возможным осуществить только на стадии допосевной обработки почвы. Недостаток фосфорных удобрений в компонентах субстрата компенсировали добавлением гранулированных фосфорных удобрений.

Таким образом, требуемое для допосевной обработки почвы количество компонентов субстрата фильтрационный осадок : кислый жом : осадок транспортерно-моечной воды теоретически должно составлять около 12:24:12 т/га. Для более точного определения оптимального соотношения азотно-фосфорно-калийных удобрений в составе органоминерального микробиологического препарата нами были выбраны нормы внесения 10:20:10, 12,5:25:12,5 и 15:30:15 т/га, внесение проводили 21 апреля 2015 года. По прошествии двух недель на эти шесть участков был внесен рабочий раствор микробиологического удобрения "Геостим" в количестве 5 литров исходного раствора на гектар. В это же время на контрольный участок были внесены гранулированные минеральные удобрения в соответствии с нормами допосевной обработки почвы. Посев корнеплодов сахарной свеклы сорта Кубанский МС 91 осуществляли 19 мая при норме высева 1,3 п.е./га с шириной междурядий 45 см. Сбор урожая сахарной свеклы проводили 16 октября – через 150 суток после посева.

Немаловажную роль в технологии сахара также оказывают азотные вещества, а именно,  $\alpha$ -аминный ("вредный") азот, так как повышенное значение этого показателя приводит к снижению выхода сахара в производстве за счет значительных его потерь, снижения термоустойчивости соков и увеличения их цветности за счет реакции Майяра – образования меланоидинов – высокомолекулярных интенсивно-окрашенных соединений. Поэтому, помимо урожайности контролировали показатели технологического качества корнеплодов, выраженные содержанием азотных веществ, так как вносимое с компонентами субстрата количество азотных удобрений превосходило рекомендуемые нормы.

Показатели урожайности и технологического качества корнеплодов сахарной свеклы после сбора урожая приведены в таблице 3.

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод о том, что замена допосевных гранулированных минеральных удобрений на органоминеральный микробиологический препарат на основе многотоннажных отходов свеклосахарного производства и грибов-супрессоров рода *Trichoderma* оказывает положительное влияние на корнеплоды сахарной свеклы. Так, внесение компонентов субстрата

органоминерального микробиологического препарата в количествах 10:20:10-12,5:25:12,5 т/га способствует увеличению сбора сахара с 1 га на 15 %. Однако, при увеличении доли вносимых с компонентами субстрата органоминерального микробиологического препарата азотных удобрений наблюдается снижение сахаристости корнеплодов сахарной свеклы. Кроме того, избыточное количество внесенных азотных удобрений на опытный участок №3 привело к стимуляции роста листовой части корнеплодов, что в конечном итоге, привело к снижению урожайности и сбора сахара с 1 га.

Таблица 3 – Показатели урожайности и технологического качества корнеплодов сахарной свеклы

Наименование показателя	Тип участка			
	Контрольный	Опытный №1	Опытный №2	Опытный №3
Сахаристость, %	14,60	14,80	14,00	14,50
Урожайность, т/га	317,57	359,97	378,97	271,27
Изменение урожайности, %	–	+13,35	+19,33	–14,58
Сбор сахара, т/га	46,36	53,28	53,06	39,33
Изменение сбора сахара, %	–	+14,90	+14,43	–15,16
Общего азота, в том числе, % к массе свеклы:				
Белкового азота	0,188	0,195	0,219	0,200
Белкового азота	0,088	0,069	0,099	0,100
Небелкового азота, в том числе:				
Амидо-аммиачного азота	0,100	0,126	0,120	0,100
Амидо-аммиачного азота	0,017	0,018	0,018	0,024
А-аминного азота	0,083	0,108	0,102	0,076

Установлено, что в корнеплодах сахарной свеклы, выращенных на опытных участках наблюдается незначительное превышение содержания α-аминного азота, чем у выращенных на контрольном участке, однако, это не будет оказывать заметного негативного эффекта на последующие технологические процессы переработки корнеплодов сахарной свеклы ввиду более высокой урожайности первых.

Исходя из полученных результатов, при выращивании сахарной свеклы оптимальное количество компонентов субстрата органоминерального микробиологического препарата, содержащего многотоннажные отходы свеклосахарного производства, составляет: фильтрационного осадка – 10 т/га, кислого жома – 20 т/га, транспортерно-моечного осадка – 10 т/га.

В таблице 4 приведены данные, характеризующие количество микроорганизмов, содержащихся в почве.

Таблица 4 – Количество микроорганизмов, содержащихся в почве

Время отбора проб	Количество колониеобразующих единиц в грамме (КОЕ/г)	
	Бактерии	Плесени
Выращивание пшеницы		
Перед внесением субстрата	$18 \times 10^5$	$5 \times 10^3$
На 20-е сутки после появления	$10 \times 10^4$	$1 \times 10^3$

всходов озимой пшеницы		
На 20-е сутки после появления всходов яровой пшеницы	$50 \times 10^4$	$2 \times 10^3$
Выращивание сахарной свеклы		
Перед внесением субстрата	$12 \times 10^5$	$1,2 \times 10^3$
На 20-е сутки после появления всходов сахарной свеклы	$9 \times 10^4$	$0,8 \times 10^3$
После сбора урожая	$5 \times 10^4$	$0,5 \times 10^3$

Из полученных данных, следует, что на органоминеральном субстрате, состоящем из фильтрационного осадка, кислого жома и транспортерно-моечного осадка, грибы-супрессоры рода *Trichoderma* способствуют заметному снижению обсемененности почвы патогенными микроорганизмами.

Полученные результаты позволяют сделать ряд выводов:

1. Оптимальное соотношение компонентов составляет 1:2:1, так как это соотношение обеспечивает наибольшее содержание кислого жома в смеси, являющегося основным источником питательных веществ. Требуемое время компостирования субстрата до достижения оптимального значения pH для роста сельскохозяйственных культур составляет 2 недели.

2. Для озимой и яровой пшеницы оптимальные нормы внесения компонентов субстрата (фильтрационного осадка, кислого жома и осадка транспортерно-моечной воды), способствующие повышению урожайности, составляют 3-4, 6-8 и 3-4 т/га и 3, 6 и 3 т/га соответственно. Для сахарной свеклы оптимальные нормы внесения компонентов составляют 10, 20, 10 т/га.

3. Применение органоминерального микробиологического препарата позволяет повысить урожайность культур в зерно-свекловичных севооборотах на 10-15 %. Также, при выращивании сахарной свеклы замена допосевных удобрений на органоминеральный микробиологический препарат увеличивает сбора сахара с 1 га на 14,90 %.

4. При применении органоминерального микробиологического препарата для выращивания корнеплодов сахарной свеклы наблюдается незначительное превышение содержания  $\alpha$ -аминного азота в корнеплодах, однако, это не будет оказывать заметного негативного эффекта за счет более высокой их урожайности.

5. При двухлетней обработке почв органоминеральным микробиологическим препаратом происходит значительное (на порядок) снижение обсемененности почвы патогенными микроорганизмами.

#### *Литература:*

1. Особенности возделывания и переработки сахарной свеклы на Северном Кавказе. Часть I / А.Г. Шевченко [и др.]. Краснодар: ПросвещениеЮГ, 2007. 259 с.
2. Особенности возделывания и переработки сахарной свеклы на Северном Кавказе. Часть 2 / Ю.И. Молотилин [и др.]. Краснодар: ПросвещениеЮГ, 2008. 337 с.

***Literature:***

1. *Features of cultivation and processing of sugar beet in the North Caucasus. Part 1 / A.G. Shevchenko [and others]. Krasnodar: ProsveshcheniyeYug, 2007. 259 p.*

2. *Features of cultivation and processing of sugar beet in the North Caucasus. Part 2 / Yu.I. Molotilin [and others]. Krasnodar: ProsveshchenieYUg, 2008. 337 p.*