

УДК 631.42, 631.48

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ ОБЕССАХАРЕННОЙ МЕЛАССЫ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА «ДАРЬЯ»

Лега К.В., лаборант-исследователь, тел. 8(938)4237183,
netkirill61@gmail.com

Кашенко Г.А., лаборант-исследователь,
grigory.kashchenko@mail.ru

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»

Ключевые слова: мелиоранты, сахарная промышленность, черноземная зона

В вегетационном опыте изучено влияние различных доз обессахаренной мелассы (3–15 т/га) на рост и биомассу яровой мягкой пшеницы сорта «Дарья». Установлено, что оптимальными являются дозы 3–9 т/га, обеспечивающие наибольший прирост вегетативной массы растений. Дозировки в 12 т/га и выше приводят к возникновению фитотоксического эффекта.

Введение. Одними из самых актуальных проблем современного сельского хозяйства являются систематическое снижение естественного плодородия почв и потеря пахотных земель за счет развития эрозионных процессов. Особенно остро данное явление ощущается на южных территориях с интенсивным типом земледелия.

Развитие сахарной промышленности сопровождается прогрессирующим накоплением значительных объемов побочных продуктов на предприятиях по ее переработке. Ежегодно при производстве сахара из сахарной свеклы образуется до 5 % мелассы от массы сырья.

Меласса свекловичная обедненная (обессахаренная) – побочный продукт свеклосахарного производства, представляющий собой густую сиропообразную непрозрачную жидкость темно-коричневого цвета без ярко выраженного постороннего запаха.

В современной практике известны различные подходы к использованию побочных продуктов свеклосахарного производства. Обессахаренная меласса широко применяется в качестве добавки в составе органоминеральных удобрений и мелиорантов (с эффектом раскисления почв), противоэрозионных агентов. При этом стоит учитывать, что прямая утилизация или захоронение данных отходов невозможны, поскольку избыточная концентрация катионов натрия (до 3.2 %) и высокий уровень pH (до 11.23 ед. pH) обедненной мелассы опосредуют процессы вторичного засоления и слитизации почв. Упомянутые процессы оказывают негативное влияние на биологическую активность почв, выведение ее из севооборота и дальнейшего использования под с/х нужды. Не смотря на упомянутые недостатки, обессахаренная меласса на сухое в-во содержит значительное количество легкодоступного для растений калия (до 13.10%), при более низких массовых долях азота (до 1.70%) и фосфора (до 0.03%).

Материалы и методы исследований. Набивка сосудов осуществлялась лугово-черноземной почвой, отобранной из горизонта Апах (глубина отбора ~20см) на территории Мичуринского района Тамбовской области (52.840604, 40.702069). Агрохимический анализ почвенных образцов проведен на базе испытательного центра почвенно-экологических исследований (ИЦПЭИ) РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева. Агрохимическая характеристика используемой в вегетационном опыте почвы до закладки опыта представлена в таблице 1.

Обессахаренная меласса предоставлена некоммерческой организацией “Союз сахаропроизводителей России”. Свойства используемого сырья представлены в таблице 2.

Таблица 1 - Агрохимические показатели почвы до вегетационного опыта

Определяемые показатели	Ед. изм.	Результаты исследований	Характеристика погрешностиΔ	Метод испытаний
pH солевой суспензии	ед. pH	4,61	± 0,2	ГОСТ 26483-85
Фосфор подвижный, P ₂ O ₅	мг/кг	31,2	± 4,7	ГОСТ 26204-91
Калий подвижный, K ₂ O	мг/кг	111	± 11,0	ГОСТ 26204-91
Удельная электрическая проводимость	мСм/см	0,093	± 0,005	ГОСТ 26423-85

**Таблица 2 - Агрофизическая и агрохимическая характеристика
обессахаренной мелассы**

Показатели	Ед. изм.	Значение
Массовая доля влаги	%	32,8
Сухое вещество	%	67,2
Плотность	г/см ³	1,287
Реакция среды(pH)	ед. pH	9,46
Азот общий (N) *	%	1,7
Фосфор общий (P) *	%	0,03
Калий общий (K) *	%	10,1
Кальций общий (Ca) *	%	0,15
Магний общий (Mg) *	%	0,04
Сера (S) *	%	1,02
Натрий (Na) *	%	3,89
Железо (Fe)	мг/л	0,206
Цинк (Zn)	мг/л	1,830
Медь (Cu)	мг/л	0,312
Марганец (Mn)	мг/л	0,584

В качестве тест-культуры для закладки вегетационного опыта по изучению влияния обессахаренной мелассы на начальные этапы роста и развития растений использовалась яровая мягкая пшеница сорта «Дарья» (страна происхождения посевного материала – Республика Беларусь) с нормой высева 20 семян на вегетационный сосуд объемом 5 литров. Схема опыта включала контрольный вариант (без внесения обессахаренной мелассы) и пять опытных вариантов с дозами внесения 3, 6, 9, 12 и 15 т/га (в пересчете на площадь сосуда). Каждый вариант выполнен в четырехкратной повторности.

Результаты исследований и их обсуждение. Сравнение биометрических показателей яровой пшеницы с агрохимическими характеристиками почвы позволяет выявить нелинейный характер реакции растений на возрастающие дозы обессахаренной мелассы.

**Таблица 3 - Показатели почвы на различных вариантах
вегетационного опыта**

Вариант	pH _{KCl} , ед. pH	Реакция	ЕС, мкСм/с м	P ₂ O ₅ , мг/кг	Обеспеченност ь фосфором	K ₂ O, мг/к г	Обеспеченност ь калием
Контрол ь	4.70	Кислая	424.75	39.8	II класс	25.1	II класс
3 т/га	5.05	Кислая	672	42.1	II класс	51.2	III класс

Вариант	pH _{KCl} , ед. pH	Реакция	ЕС, мкСм/см	P ₂ O ₅ , мг/кг	Обеспеченность фосфором	K ₂ O, мг/кг	Обеспеченность калием
6 т/га	5.50	Слабокислая	744	41.3	II класс	93.9	IV класс
9 т/га	5.80	Близкая к нейтральной	857.75	44.1	II класс	140.4	V класс
12 т/га	5.98	Близкая к нейтральной	905.5	46.5	II класс	207.4	VI класс
15 т/га	6.40	Нейтральная	929.5	47.9	II класс	292.4	VI класс

Таблица 4 - Биометрические показатели яровой пшеницы сорта «Дарья», полученные в ходе вегетационного опыта

Вариант	Высота надземной части растений, см	Количество всходов, шт	Масса общая, г	Масса вегетативной части, г
0 т/га (контроль)	18.2	15.3	2.53	2.37
3 т/га	21.2	15.3	3.73	3.39
6 т/га	22.8	14.3	3.95	3.45
9 т/га	24.4	13.8	3.75	3.26
12 т/га	24.5	11.5	3.27	2.85
15 т/га	22.3	8.5	1.79	1.59

На контрольном варианте (без внесения мелассы) pH почвы составил 4.71. Содержание обменного калия находилось на уровне 6.03 мг/кг, доступного фосфора – 49.55 мг/кг, электропроводность равнялась 555 мкСм/см. Медианное количество всходов (округленное до целых) составило 16 штук, медианная высота растений оказалась равной 17.40 см, масса вегетативной части достигла 2.74 г. При внесении 3 т/га обессахаренной мелассы pH повысился до 5.03. Содержание обменного калия увеличилось до 20.97 мг/кг, тогда как доступного фосфора снизилось до 23.03 мг/кг. Электропроводность выросла до 648 мкСм/см. Медианное количество всходов составило 17 штук, медианная высота достигла 17.75 см, а масса вегетативной части оказалась равной 3.50 г. При дозе в 6 т/га pH поднялся до 5.45. Содержание калия повысилось до 36.07 мг/кг, фосфора – до 28.83 мг/кг. Электропроводность снизилась до 435 мкСм/см. Количество всходов сократилось до 15 штук, медианная высота уменьшилась до 14.40 см, масса вегетативной части составила 2.42 г. При дозе в 9 т/га pH достиг 5.84. Содержание калия выросло до 48.74 мг/кг, фосфора – до 34.54 мг/кг. Электропроводность

повысилась до 685 мкСм/см. Медианное количество всходов составило 13 штук, медианная высота оказалась равной 19.0 см, масса вегетативной части достигла 3.43 г. При дозе в 12 т/га рН поднялся до 6.03. Содержание калия увеличилось до 52.49 мг/кг, тогда как фосфор немного снизился – до 29.12 мг/кг. Электропроводность выросла до 793 мкСм/см. Количество всходов составило 14 штук, медианная высота достигла 24.4 см, масса вегетативной части оказалась равной 3.04 г. При максимальной дозе, равной 15 т/га, рН повысился до 6.44. Содержание калия оказалось максимальным на данном варианте – 70.03 мг/кг, фосфора – 37.14 мг/кг. Электропроводность снизилась до 679 мкСм/см. Медианное количество всходов сократилось до 8 штук, медианная высота составила 20.4 см, масса вегетативной части оказалась минимальной – 1.52 г.

Внесение обессахаренной мелассы оказывает дозозависимое влияние на биометрические параметры яровой пшеницы. На вариантах с внесением обессахаренной мелассы в количестве 3 т/га и 6 т/га изменения, связанные с ростом яровой пшеницы незначительны, наблюдается слабовыраженное угнетение, тогда как на вариантах 9 т/га и 12 т/га происходит резкое увеличение количества растений, характеризующихся высокорослостью (наибольшая – при 12 т/га), при умеренном снижении числа всходов. Наибольшая общая масса вегетативной части растений отмечена на варианте с внесением 9 т/га обессахаренной мелассы. При дозе в 15 т/га наступает выраженный фитотоксический эффект (резкое падение всхожести и биомассы).

Наибольшую высоту (24.4–24.5 см) зафиксировали при дозах 9 и 12 т/га – на 34% выше контроля. Однако по общей биомассе лидировал вариант 6 т/га: 3.95 г против 2.53 г в контроле (прирост 56%). Причина расхождения между высотой и массой в том, что при 9–12 т/га растения вытягивались, но становились более тонкими и давали меньше зерновок. Масса корней при 6 т/га превысила контроль в 3.1 раза (0.50 г против 0.16 г), что говорит о мощном стимулирующем действии мелассы на корневую систему в умеренных дозах.

Число всходов начало заметно снижаться при дозе 9 т/га (на 9.8%), а при 15 т/га падение достигло 44%. Это прямое указание на солевой стресс: щелочная меласса в высоких концентрациях подавляет прорастание.

Сдвиг pH с 4.70 до 6.40 при максимальной дозе – ожидаемо, так как сама меласса имеет pH 10.8. Но уже при 6 т/га кислотность снизилась до слабокислой (5.50), что вполне достаточно для большинства культур и позволяет сэкономить на известковании. Содержание калия увеличивалось практически пропорционально дозе: при 6 т/га – в 3.7 раза, при 15 т/га – в 11.6 раза. Такое насыщение калием даже на черноземе может быть избыточным.

Заметен рост электропроводности (ЕС) – с 424 до 929 мкСм/см. Хотя абсолютные значения не превышают порог засоления для тяжелых почв, но тенденция опасна: на легких почвах при 15 т/га растения уже угнетены, и рост ЕС – один из факторов стресса.

Содержание фосфора практически не изменилось (39–48 мг/кг), что логично: в мелассе фосфора всего 0.03%. Значит, при длительном использовании только МО потребуются добавление фосфорных удобрений.

Таблица 5 - Показатели агрегатного состояния почвы

Вариант	Доля агрономически ценных агрегатов (0.25-10 мм), %	Коэффициент структурности почвы
Контроль	73.61	2.55
3 т/га	75.36	3.79
6 т/га	75.46	3.89
9 т/га	64.72	2.16
12 т/га	60.85	1.63
15 т/га	52.64	1.25

В малых дозах (3–6 т/га) меласса выступила как хороший структурообразователь: доля агрономически ценных агрегатов выросла на 2.5%, а коэффициент структурности – с 2.55 до 3.89. Это объясняется склеиванием частиц вязкими органическими коллоидами мелассы. Однако при превышении порога 6 т/га структура резко ухудшилась: при 9 т/га коэффициент упал ниже контроля (2.16), а при 15 т/га – до 1.25. Визуально почва становилась глыбистой, плотной, с признаками «мелассной цементации». Причина, скорее всего, в диспергирующем действии ионов натрия (в мелассе его 3.89%), которые при избытке разрушают почвенные агрегаты.

Анализируя полученные в ходе данного исследования данные, можно заметить общую закономерность: оптимальный диапазон доз обессахаренной мелассы лежит в пределах 6–12 т/га для

структурообразования и калийного питания, но сдвиг в сторону засоления и ухудшения агрегации начинается уже после 9 т/га. На легкой по гранулометрическому составу лугово-черноземной почве этот порог оказался даже ниже – уже при 9 т/га зафиксировано падение доли агрономически ценных агрегатов. Видимо, небольшая доля ила (6.1%) не смогла компенсировать диспергирующий эффект натрия.

Примечательно, что максимальная биомасса была получена не при самой высокой дозе, а при 6 т/га, хотя pH и калий при этом еще далеки от оптимальных (pH 5.5. калий 93.9 мг/кг). То есть растения сигнализируют о стрессе из-за роста солевого фона раньше, чем лабораторные анализы фиксируют опасную электропроводность. Этот факт важен для практики: ориентироваться следует не на полную нейтрализацию кислотности, а на физиологическое состояние культуры.

Закключение. Превышение дозы 9 т/га нецелесообразно из-за фитотоксичности, ухудшения агрегатного состава и риска засоления. Перспективным направлением является комбинирование обессахаренной мелассы с кальцийсодержащими отходами (например, дефекатом) для связывания избыточного натрия и предотвращения разрушения структуры.

Работа выполнена в рамках реализации гранта программы «Студенческий стартап (очередь VI)» АС «Фонд-М» (СмС-519675). Авторы выражают отдельную благодарность председателю Правления Некоммерческой организации «Союз Сахаропроизводителей России» Бодину А.Б. за предоставленное сырье для проведения лабораторных экспериментов.

Библиографический список:

1. Макарова М.П. Исследование влияния обессахаренной мелассы на агрофизические и агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы: бакалаврская работа. – М.: РГАУ-МСХА, 2025. – 52 с.
2. Бенин Д.М., Мочунова Н.А., Широков Ю.А. Технология производства мелиоранта почвы и оценка эффективности его применения // Природообустройство. – 2024. – № 5. – С. 43-48.

3. Сапронов А.Р., Сапронова Л.А., Ермолаев С.В. Технология сахарного производства. – М.: Колос, 2010. – 495 с.

4. Харьковская Э.В., Зубкова М.В. Использование отходов свеклосахарных производств в качестве органоминеральных удобрений в агроценозах центрального черноземья // Проблемы рекультивации отходов. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2017. – С. 529-531.

**ASSESSMENT OF THE EFFECT OF VARIOUS DOSES OF
DESACCHARIFIED MOLASSES ON THE GROWTH AND
DEVELOPMENT OF SPRING WHEAT OF THE DARYA VARIETY**

Lega K.V., Kashchenko G.A.

**Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural
Academy**

Dokuchaev Soil Institute, Federal State Budgetary Educational

Keywords: *meliorants, sugar industry, chernozem zone*

In the vegetation experiment, the effect of various doses of desaccharified molasses (3-15 t/ha) on the growth and biomass of spring soft wheat of the Darya variety was studied. It has been established that doses of 3-9 t/ha are optimal, providing the greatest increase in the vegetative mass of plants. Dosages of 12 t/ha and above lead to a phytotoxic effect.