

БИОЛОГИЯ

УДК 581.6

О. Б. Хохлова, Н. С. Фурса, Я. Д. Мальцева, Е. Д. Кузнецова, Н. Г. Сапожникова

Влияние сапропелевых смесей на продуктивность и качество официального сырья валерианы лекарственной

Проблема снижения себестоимости и повышения качества лекарственного официального сырья может быть решена путем сельскохозяйственного производства лекарственных растений с применением местных органо-минеральных удобрений и мелиорантов, к которым относится сапропель озера Неро Ярославской области Ростовского района. Особенности озерных илов – длительный период минерализации в почве и высокая сорбционная способность – позволяют получить фитопродукцию высокого качества. Удобрительно-мелиорирующие смеси на основе карбонатного сапропеля повысили урожайность официального сырья валерианы лекарственной в 1,7–2 раза.

Ключевые слова: сапропели, удобрительно-мелиорирующие смеси, урожайность, гумус, агрохимические показатели, обменная кислотность, гидролитическая кислотность, биометрические показатели, валериана лекарственная, валепотриаты, эфирные масла, моно- и дисахариды.

O. B. Khokhlova, N. S. Fursa, Ja. D. Maltseva, E. D. Kuznetsova, N. G. Sapozhnikova

Influence of Sapropelic Mixes on Productivity and Quality of Official Raw Materials of Medicinal Valeriana

The problem to decrease prime cost and improvement of quality of medicinal phytora materials can be solved by means of agricultural production of herbs with use of local organo-mineral fertilizers and ameliorants to which sapropel of Lake Nero of the Yaroslavl Region, Rostov area belongs to. Features of lake sludge is a long period of mineralization in the soil and a high sorption ability allow to receive phytoproducts of high quality. Fertilizing and meliorating mixes on the basis of carbonate sapropel increased productivity of official raw materials of Medicinal Valeriana in 1,7–2 times.

Keywords: sapropels, fertilizing and meliorating mixes, productivity, humus, agrochemical indicators, exchange acidity, a hydrolytic acidity, biometric indicators, Medicinal Valeriana, valepotriats, essential oils, mono- and disaccharides.

При сельскохозяйственном использовании пресноводных сапропелей необходимо учитывать две основные особенности озерных илов: длительный период минерализации в почве и высокие сорбционные. Все это снижает сиюминутную эффективность сапропелевых удобрений, но позволяет использовать их в качестве мелиоранта и удобрения длительного действия. Однако оба эти качества могут быть актуальными при сельскохозяйственном производстве лекарственных растений, которые до настоящего времени получают в основном путем сбора. Несмотря на это, при сборе лекарственных растений в промышленных масштабах возможно нарушение целостности и биоразнообразия биоценозов, что может привести к уменьшению их урожая и удорожанию официального сырья.

Требования фармацевтической промышленности диктуют необходимость получения достаточного количества фитопродукции высокого качества. Поэтому необходимо создавать новые технологии для современного, рентабельного сельскохозяйственного производства экологически чистой фармацевтической фитопродукции, что позволит заменить сбор лекарственных растений их сельскохозяйственным производством. Однако рентабельное сельскохозяйственное производство в нашей стране невозможно без удобрений, а минеральные и традиционные органические удобрения не всегда положительно влияют на качество урожая, что недопустимо при производстве фармацевтического сырья. Для данной цели более безопасным является применение пресноводных сапропелей с длительным периодом ми-

нерализации и высокими сорбционными свойствами или удобрительно-мелиорирующих смесей (УМС) на их основе. Технология производства таких смесей разработана во Всероссийском институте гидротехники и мелиорации (ВНИИ-ГиМ), г. Москва [3, 4, 6]. С целью изучить влияние сапропелей и УМС на их основе, на продуктивность и качество фармацевтического официального сырья на учебной базе Ярославской государственной медицинской академии (ЯГМА) в 2009 г. был заложен многолетний полевой опыт.

Характеристика изучаемых объектов

В качестве объекта изучения влияния УМС на основе карбонатных сапропелей на урожайность и качество фармацевтического сырья использовалась валериана лекарственная (*Valerianaceae officinalis*) – многолетнее травянистое растение семейства валериановых. В качестве официаль-

ного сырья используют корневища, которые убирают осенью на второй или третий год вегетации. В составе фармацевтического сырья важную роль играет качественный и количественный состав эфирных масел (преимущественно смесь различных терпеноидов) и валепотриатов (сложные эфиры карбоновых кислот и спиртов группы терпеноидов) [5]. Фактором, влияющим на качество и количество фармацевтического сырья валерианы лекарственной, являлся УМС на основе карбонатного сапропеля оз. Неро. Как показали исследования, сапрпель оз. Неро наиболее эффективно повышает содержание терпеноидов в растениях [2, 7].

Почва участка – дерново-подзолистая, легкий суглинок. Содержание гумуса в ней среднее для данного типа почв (2,06 %). Почва слабокислая, отличается высоким содержанием подвижных форм фосфора и калия (табл. 1).

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почвы

Наименование характеристики	Наименование НД на метод испытаний	Единицы физич. величин	Значение характеристики
Кислотность	ГОСТ 26483-85	pH	6,0
Подвижный фосфор	ГОСТ 26207-91	мг/кг	480
Подвижный калий	ГОСТ 2620791	мг/кг	121
Органическое вещество (гумус)	ГОСТ 2621391	%	2,06
Гидролитическая кислотность	ГОСТ 2621291	ммоль/100 г	1,70
Сумма поглощенных оснований	ГОСТ 2782188	ммоль/100 г	11,8

Сапрпель высокозольный, карбонатного типа, содержание органического вещества (ОВ) не более 30 %, кальция – не менее 15 %, карбонатов – не менее 15 %, общего азота – 1,7 %, валовое содержащее фосфора – 0,35 %, калия – 0,23 %, магния – 1,4 % [2, 3, 6].

Методика проведения опыта

Влияние УМС на качество урожая и продуктивность валерианы лекарственной изучалась в ходе натурного эксперимента. Агрохимические свойства почвы были исследованы с применением гостированных общепринятых методик, органическое вещество (ОВ) сапропеля рассчитывалось через определение содержания органического углерода по методу Тюрина и карбонатной

углекислоты, валовое содержание основных элементов определялось по методике агрохимического анализа [1]. Измерение сухого вещества, белков, крахмала проводилось по гостированным методикам (ГОСТ Р 52838-2007, ГОСТ 13496.4 - 93, ГОСТ 26176-91). Схема опыта следующая. Контроль по фону минеральных удобрений $N_{90}P_{60}K_{30}$. Вариант 1. УМС₁, состав: карбонатный сапрпель оз. Неро и минеральные удобрения

$N_{90}P_{60}K_{30}$. Доза аккордного внесения смеси 150т/га при 60 % влажности. Вариант 2. УМС₂, состав: карбонатный сапропель, навоз и минеральные удобрения $N_{90}P_{60}K_{30}$. Доза аккордного внесения смеси 100т/га 60 % влажности. Таким образом, все варианты опыта были обеспечены одинаковым количеством минеральных удобрений,

а варианты 1 и 2 – одинаковым количеством ОВ. Повторность опыта четырехкратная.

Обсуждение результатов

В первый же год УМС оказали благоприятное действие на агрохимические свойства почвы (табл. 2).

Таблица 2
Результаты влияния карбонатного сапропеля и УМС на агрохимические показатели почвы, 2010 г.

Схема опыта	pH	Фосфор, P ₂ O ₅ мг/кг	Калий, K ₂ O, мг/кг	Гумус, %	Гидролитическая кислотность, ммоль/100 г	Сумма поглощенных оснований, ммоль/100г
Контроль	5,8	552(±83)	114 (±11)	2,15(±0,32)	1,86(±0,22)	14,1(±2,1)
Вариант 1	7,2	456(±68)	105 (±11)	2,16(±0,32)	0,37(±0,04)	34,5(±5,2)
	7,0	552(±83)	139 (±14)	2,21(±0,33)	0,54(±0,06)	22,7(±3,4)
Вариант 2						

Произошло заметное снижение гидролитической и обменной кислотности, увеличилась емкость катионного обмена за счет увеличения суммы поглощенных оснований. УМС₁ снизила гидролитическую кислотность почвы почти на 80 %, УМС₂ – на 70 %, что соответствует доле карбонатного сапропеля в мелиоранте. Обменная кислотность также в большей степени снизилась в варианте 1. Наиболее эффективным оказалось влияние карбонатного сапропеля на сумму поглощенных оснований в почве, которая увеличилась соответственно в 3 раза в варианте УМС₁ и в 2 раза в варианте УМС₂. Внесение УМС оказало незначительное влияние на содержание гумуса в почве, увеличение гумуса по сравнению с вариантом минеральных удобрений составило не более 3–4 % по отношению к исходному состоянию почвы, это в пределах ошибки опыта. Неоднозначным было действие УМС на содержание подвижных форм элементов питания растений в почве. Высокая емкость катионного обмена, наличие прочных органоминеральных комплексов карбонатных сапропелей способствуют иммобилизации в почве калия и фосфора, однако наличие в составе УМС более мобильного ОВ навоза нивелирует это влияние. Так, под воздействием карбонатного сапропеля (УМС₁) содержание подвижных форм калия в почве снизилось на 13 %, но в присутствии навоза (УМС₂) содержа-

ние подвижного калия не только не снизилось, а наоборот увеличилось на 15 %. В варианте с минеральными удобрениями произошло также снижение калия на 6 %, что может быть следствием выноса этого элемента большой фитомассой урожая валерианы. Следовательно, иммобилизация подвижного калия при данной дозе карбонатного сапропеля составляет не более 7 % и содержание калия в составе УМС без навоза целесообразно увеличить. Изменение содержания подвижных форм фосфора в опыте было аналогично изменению содержания калия. Внесение в почву УМС₁ привело к снижению этого показателя на 5 %, а использование смеси навоза и сапропеля способствовало увеличению содержания подвижного фосфора в почве на 15 %. Таким образом, можно утверждать, что для оптимизации фосфорного питания растений при выращивании валерианы лекарственной на данном типе почвы целесообразно применение УМС на основе смеси сапропеля и навоза, а доза внесения минерального фосфора в УМС₂ может быть снижена. При использовании УМС на основе карбонатного сапропеля без навоза необходимо увеличить дозу фосфорных и калийных минеральных удобрений соответственно на 5 и 13 %. Результаты биометрических измерений и урожайность валерианы лекарственной представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3

Биометрические показатели надземной части растений валерианы лекарственной 2009–2010 гг.

Схема опыта	2009 г.	2010 г.			
	Высота цветоносов, см	Длина листовых пластин, см	Высота цветоносов, см	Фитомасса цветоносов, ц/га	Средняя фитомасса одного цветоноса, г
Контроль	81	57	223	126	718
Вариант 1	86	53	221	112	950
Вариант 2	72	57	225	103	679
НСР ₀₉₅	23	12	29	62	386

Можно утверждать, что внесение УМС не снижает количественных показателей состояния надземных частей валерианы лекарственной. Все наблюдаемые изменения были в пределах ошиб-

ки опыта. В первый год наблюдалась тенденция наибольшего увеличения высоты стебля цветоносов в варианте с сапропелем, на второй год – с сапропеле-навозной смесью.

Таблица 4

Урожайность валерианы лекарственной (корневища) ц/га

повторности / варианты	1	2	3	4	среднее
Контроль	2,0	6,0	16,0	16,0	10,0
Вариант 1	8,0	12,0	17,2	44,0	20,3
Вариант 2	8,0	8,0	38,0	16,0	17,5
НСР ₀₉₅ = 2,4					

Преимущество применения УМС на основе карбонатного сапропеля при выращивании валерианы лекарственной обнаруживается при анализе урожайности ее основного фармацевтического сырья – корневой части растений. В обоих вариантах наблюдалось статистически достоверное увеличение урожайности, однако УМС₁ оказалась более эффективной. Так, при внесении одинакового количества ОВ в варианте 1 увеличение урожая составило 175 %, а в варианте 2 – 203 %, следовательно, карбонатные сапропели оказывают более эффективное влияние на урожайность валерианы лекарственной.

Сапропелевые смеси также оказали влияние на качество урожая валерианы (табл. 5). Под воздействием смесей на основе карбонатного сапропеля увеличилось содержание сухого вещества в корневищах валерианы лекарственной, особенно эффективно в варианте 1 (на 2 %). Неоднозначным было влияние смесей на содержание белка и крахмала в корневищах валерианы. Содержание белка в варианте 2 несколько возросло (0,2 %), а в варианте 1 снизилось на 10 % в пересчете на сухое вещество. Очевидно, что в сапропеле азот находится в труднодоступной для растений форме и минерализация требует длительного времени.

Таблица 5

Влияние УМС на основе карбонатного сапропеля на состав подземной части растений валерианы лекарственной

Показатели	Единицы измерений	Контроль		УМС ₁ Сапропель		УМС ₂ Сапропель+ навоз	
		н. в.*	а. с. в.**	н. в.	а. с. в.	н. в.	а. с. в.
Влага	%	7,1	-	5,5	-	6,9	-
Сухое вещество	%	92,9	-	94,5	-	93,1	-
Белок	%	5,51	5,93	3,94	4,17	5,91	6,35
Сахара	%	9,1	9,80	9,14	9,67	10,80	11,60
Крахмал	%	11,14	11,99	9,9	10,18	7,24	7,78

Примечания: * – нативная влажность, ** – абсолютно сухое вещество.

Содержание крахмала под воздействием УМС также уменьшилось на 12 % в варианте 1 и до 35 % в варианте 2. Такое снижение содержания запасных углеводов указывает на серьезные изменения гомеостаза растений, в частности, на использование энергии на активизацию синтеза других веществ, в том числе и липидов. Влияние УМС на активизацию метаболизма растений

подтверждает и увеличение содержания растворимых сахаров в корневищах растений. Под воздействием УМС₂ содержание сахаров возросло более чем на 18 %. Под воздействием УМС в корневищах валерианы возросла фракция, содержащая липиды, в которую входят эфирные масла и валепотриаты (рисунок).

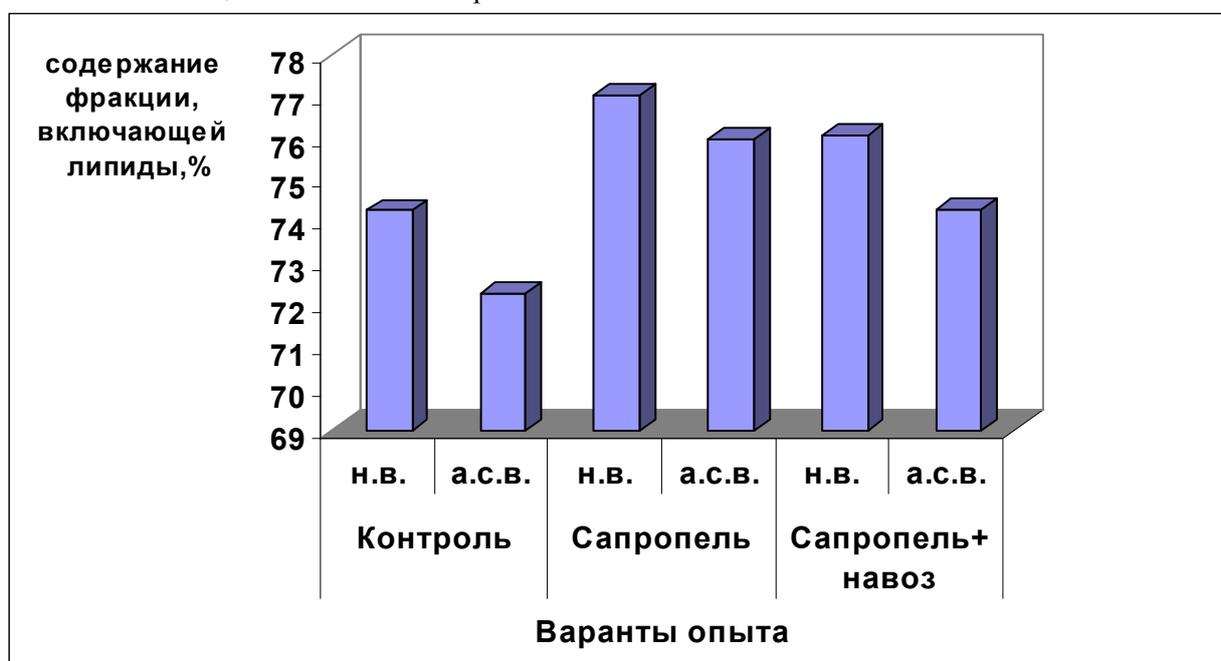


Рис. Влияние УМС на основе карбонатного сапропеля на содержание фракции, включающей липиды в урожае валерианы лекарственной

Таким образом, сапропелевые смеси оказали влияние на качество урожая подземной части растений, изменив ее состав в сторону увеличения доли продуктов вторичного синтеза и снижения доли продуктов первичного синтеза. Однако даже такое снижение содержания белков и крахмала нивелируется за счет увеличения урожайности корневищ валерианы. С учетом повышения урожайности количество белка в варианте 1 возрастает почти в 1,5, а в варианте 2 – почти в 2 раза. Увеличение выхода крахмала составило 70 % в варианте 1 и 13 % в варианте 2.

Опыт также показал влияние УМС на содержание в корневой части растений свободных моно- и дисахаридов как продуктов первичного синтеза и углеводной части гликозидов как продуктов вторичного синтеза растений (табл. 6). Сапропелевые смеси наибольшее влияние оказали

на содержание свободных сахаров. Особенно эффективной оказалась УМС₂ сапропеля и навоза. Так, содержание фруктозы увеличилось почти в 10 раз, глюкозы – в 5, сахарозы – почти в 6 раз. Под воздействием УМС₁ содержание фруктозы увеличилось в 7,5 раз, глюкозы – в 3,5, сахарозы – в 2 раза.

На содержание связанных сахаров УМС влияют в меньшей степени. Здесь наиболее заметное воздействие оказала УМС₁, содержание связанных форм глюкозы увеличилось на 15 %. В остальных случаях произошло снижение этого показателя. Таким образом, предварительный анализ углеводного состава урожая валерианы лекарственной показал активизацию анаболических процессов биосинтеза свободных растворимых углеводов под воздействием УМС.

Таблица 6

Содержание свободных и связанных моно- и дисахаридов в урожае валерианы лекарственной (% на а. с. в.)

Варианты опыта	Свободные моно- и дисахариды			Связанные формы моносахаридов				
	фруктоза	глюкоза	сахароза	альдогексозы			альдопентозы	
				манноза	глюкоза	галактоза	ксилоза	арабиноза
Контроль	0,25	0,59	0,69	2,1	8,3	0,4	0,4	0,6
Вариант 1	1,87	2,03	1,30	2,0	9,6	0,3	0,2	0,5
Вариант 2	2,35	2,41	3,98	1,9	8,0	0,3	0,4	0,5

Основные выводы

1. Проведенные исследования показали возможность применения УМС на основе карбонатного сапропеля при выращивании валерианы лекарственной. Внесение УМС оказало положительное влияние на агрохимические свойства почвы, повысив сумму поглощенных оснований, снизив обменную и гидролитическую кислотность почвы.

2. Применение УМС в 1,7–2 раза увеличило урожайность валерианы лекарственной и изменило состав подземной части растений.

УМС₁ оказала наиболее существенное влияние на состав подземной части валерианы лекарственной, максимально увеличив содержание фракции, включающей эфирные масла. Содержание свободных моно- и дисахаридов также возросло в этом варианте в несколько раз.

Библиографический список

1. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв [Текст] / Е. В. Аринушкина. – М. : Изд-во МГУ, 1962. – 492 с.
 2. Кирейчева, Л. Н., Хохлова, О. Б. Сапропели : состав, свойства, применение [Текст] / Л. Н. Кирейчева, О. Б. Хохлова. – М. : ВНИИГиМ изд-во «Рома»,

1998. – 120 с.
 3. Кирейчева, Л. Н., Хохлова, О. Б. Повышение плодородия почв на основе внесения сапропелей [Текст] / Л. Н. Кирейчева, О. Б. Хохлова // Вестник РАСХН. – 2005. – №5. – С. 37–40.
 4. Кирейчева, Л. Н., Хохлова, О. Б. Использо-

ние сапропелей и продуктов на их основе для восстановления плодородия почв [Текст] / Л. Н. Кирейчева, О. Б. Хохлова. – Межд. научно-практическая конференция БТСХТА г. Горки. – Беларусь, 2003.

5. Фурса, Н. С., Соленникова, С. Н., Парфенов, А. А. Валерианотерапия болезней сосудов и сердца [Текст] / Н. С. Фурса, С. Н. Соленникова, А. А. Парфенов. – Ярославль, ЯГМА, 2006. – 510 с.

6. Хохлова, О. Б. Восстановление деградированных почв сапропелевыми отложениями. Тр. конф. Современные проблемы мелиорации и пути их решения [Текст] / О. Б. Хохлова. – М. : ВНИИГиМ, 2000.

6. Хохлов, Б. Н. Использование сапропеля на удобрение [Текст] / Б. Н. Хохлов. – Ярославль : Верхнее-Волжское изд-во, 1988. – С. 112–171.