

УДК 631.811:633.812:551.5(470.345)

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ МЕЛИССЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ

© 2020 г. И. А. Хапугин¹, А. В. Ивойлов^{1,*}

¹ Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева
430005 Саранск, ул. Большевикская, 68, Россия

*E-mail: ivoilov.av@mail.ru

Поступила в редакцию 22.03.2019 г.

После доработки 13.04.2019 г.

Принята к публикации 10.11.2019 г.

В полевом мелкоделяночном опыте на черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом в условиях неустойчивого увлажнения Республики Мордовия изучено влияние минеральных удобрений на продуктивность мелиссы лекарственной (*Melissa officinalis* L.). Установлено, что урожайность листостебельной массы и семян, выход эфирного масла различались по годам и зависели как от метеорологических условий периода вегетации, так и от внесения минеральных удобрений. Показано, что наибольший сбор воздушно-сухой массы мелиссы (1.14 кг/м^2) отмечен в 2014 г. в условиях благоприятного гидротермического режима в период формирования листостебельной массы растений, наименьший (0.38 кг/м^2) – в 2018 г. (ГТК = 0.33). Внесение удобрений увеличивало урожайность листостебельной массы мелиссы лекарственной в среднем за 2 года с 3.10 до 3.24–3.98 кг/м^2 . При внесении Р60К90 получен максимальный сбор семян (60.0 г/м^2) и выход эфирного масла (9.90 кг/га). Изменения компонентного состава масла определяли погодные условия и применение удобрения.

Ключевые слова: минеральные удобрения, мелисса лекарственная (*Melissa officinalis* L.), продуктивность, выход эфирного масла, качество эфирного масла.

DOI: 10.31857/S0002188120020076

ВВЕДЕНИЕ

Мелисса лекарственная (*Melissa officinalis* L.) – ценное многолетнее травянистое растение семейства Яснотковые (Губоцветные) – Lamiaceae, известное в культуре с конца XVII века, занимает одно из ведущих мест в производстве эфирных масел, которое широко используется в медицинской, пищевой, парфюмерно-косметической, ликероводочной отраслях народного хозяйства, как медонос [1–3].

Потребность страны в масле мелиссы весьма велика: по экспертным оценкам для всех нужд его ежегодно требуется порядка 500 т. Различные отрасли хозяйства России обеспечиваются отечественным сырьем незначительно; большая часть эфирного масла импортируется из-за рубежа, затрачивая на это десятки миллионов долларов США [4]. В связи с этим весьма актуально увеличение урожайности за счет улучшения приемов агротехники и расширение посевных площадей этой ценной культуры, в том числе посредством

интродукции в новые районы, пригодные для ее возделывания [4–6].

В настоящее время накоплен большой материал, свидетельствующий о высокой эффективности применения минеральных и органических удобрений под традиционные сельскохозяйственные культуры. В отношении эфиромасличных растений, особенно в новых районах их возделывания, таких публикаций исключительно мало [7, 8].

Цель работы – изучение влияния минеральных удобрений на урожайность листостебельной массы и семян мелиссы лекарственной в условиях неустойчивого увлажнения лесостепи Среднего Поволжья, на выход и показатели качества эфирного масла.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили в 2014–2018 гг. в мелкоделяночном полевом опыте, заложенном в 2013 г. в Ромодановском р-не Республики Мордовия на черноземе выщелоченном тяжелосуглини-

Таблица 1. Метеорологические условия вегетационных периодов 2013–2018 гг.

Год	Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
	декады														
	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я
Среднесуточная температура воздуха, °С															
2014	10.9	18.6	19.7	27.0	13.6	14.3	19.6	21.0	18.9	21.2	21.3	16.5	14.1	11.0	11.0
2015	13.1	12.5	21.7	17.6	19.4	23.4	19.2	16.7	19.8	17.9	15.4	15.0	13.8	13.7	18.9
2016	12.6	13.0	17.8	13.5	19.9	20.4	19.0	22.3	20.8	23.0	22.1	20.1	13.4	9.6	9.0
2017	13.2	10.3	13.0	12.4	15.8	16.5	16.1	19.5	20.2	20.5	19.1	17.6	13.7	16.0	7.2
2018	15.5	16.5	14.1	12.3	15.3	22.5	22.9	21.7	21.4	20.9	19.4	18.7	18.1	15.9	11.4
Норма	11.8	13.2	14.8	16.6	17.8	18.4	18.6	19.2	19.1	18.7	16.7	15.6	14.0	11.3	8.6
Осадки, мм															
2014	9	10	7	7	8	34	2	2	2	10	5	31	2	2	3
2015	2	10	0	10	0	33	13	28	5	22	11	8	0	1	0
2016	9	7	20	14	7	10	16	1	45	1	21	0	10	9	30
2017	8	6	22	23	19	10	89	16	15	5	0	9	35	9	5
2018	9	4	6	17	3	0	13	7	23	5	0	2	0	0	24
Норма	10	13	14	15	23	20	30	19	23	19	20	13	13	17	19
Гидротермический коэффициент по Селянинову (ГТК)															
2014	0.51			0.89			0.10			0.76			0.19		
2015	0.26			0.71			0.80			0.78			0.02		
2016	0.85			0.58			0.97			0.33			2.29		
2017	1.13			1.20			2.07			0.24			1.59		
2018	0.46			0.40			0.63			0.12			0.53		
Норма	0.92			1.09			1.20			0.95			2.26		

стом со следующими агрохимическими показателями пахотного (0–27 см) слоя: pH_{KCl} (ГОСТ 26483-85) 6.1 ± 0.5 , pH_{H_2O} (ГОСТ 26423-85) 6.9 ± 0.4 , гидролитическая кислотность (ГОСТ 26212-91) — 2.8 ± 0.6 смоль/кг почвы, сумма поглощенных оснований (ГОСТ 27821-88) — 41.8 ± 2.2 смоль/кг, содержание гумуса (ГОСТ 26213-91) — $10.9 \pm 1.0\%$, подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову, ГОСТ 26207-91) 320 ± 32 и 120 ± 12 мг/кг соответственно. По агрохимическим свойствам участок под опытом отличался от типичных в республике показателей для данной разновидности почв более высоким содержанием гумуса и подвижных форм фосфора [9, 10], но вполне оптимальными по своим параметрам для выращивания Melissa лекарственной [11].

В 2014–2016 гг. проводили учеты продуктивности Melissa на удобренном фоне, затем в 2017 г. был развернут опыт по диагностической схеме Пауля Вагнера, варианты: 1 — без удобрений (контроль), 2 — N45P60, 3 — N45K90, 4 — P60K90, 5 — N45P60K90. Размещение вариантов в опыте

случайное (рендомизированное), повторность четырехкратная.

Удобрения в форме N_{aa} , $P_{сг}$ и $K_{мг}$ вносили вручную весной под обработку почвы незадолго перед посадкой рассады культуры согласно схеме опыта, впоследствии — в начале периода вегетации растений.

Площадь элементарной делянки составляла 3.3 м^2 ($2.2 \times 1.5 \text{ м}$). На делянке высаживали 15 растений по схеме $50 \times 30 \text{ см}$. Выращивание рассады, посадка растений и уход за ними осуществлялись в соответствии с рекомендациями [12].

Погодные условия в годы проведения исследований были различными, но типичными для региона с неустойчивым гидротермическим режимом в период вегетации растений (табл. 1).

Учет урожая проводили в соответствии с [13] с некоторыми изменениями и дополнениями применительно к культуре: листостебельной массы в 2 укоса в начале цветения по 10 растениям с делянки, оценку семенной продуктивности — по 5 растениям, убраным в фазу технической спе-

Таблица 2. Продуктивность мелиссы лекарственной

Год	Урожайность			Сбор эфирного масла, кг/га
	листочестебельной массы	воздушно-сухой массы	семян	
	кг/м ²		г/м ²	
Без удобрений (контроль)				
2014	5.30 ± 1.24	1.14 ± 0.55	34.8 ± 11.5	Не определяли
2015	4.75 ± 1.82	0.90 ± 0.44	32.1 ± 12.2	
2016	4.29 ± 1.40	0.88 ± 0.38	34.1 ± 9.1	
2017	4.55 ± 1.84	1.10 ± 0.63	41.0 ± 18.3	
2018	1.65 ± 0.52	0.38 ± 0.11	25.5 ± 8.1	
N45P60				
2017	4.75 ± 2.75	1.04 ± 0.37	55.2 ± 41.5	9.5 ± 5.5
2018	1.74 ± 0.99	0.32 ± 0.06	8.4 ± 11.1	3.5 ± 2.0
N45K90				
2017	5.14 ± 2.55	1.15 ± 0.54	64.2 ± 85.8	12.9 ± 5.6
2018	2.29 ± 1.38	0.49 ± 0.24	26.3 ± 13.0	5.7 ± 3.5
P60K90				
2017	5.04 ± 1.11	1.05 ± 0.15	71.2 ± 77.5	14.6 ± 3.2
2018	1.78 ± 0.75	0.45 ± 0.18	48.8 ± 4.3	5.2 ± 2.1
N45P60K90				
2017	5.21 ± 2.11	1.11 ± 0.38	54.0 ± 22.0	11.5 ± 4.7
2018	2.74 ± 1.34	0.68 ± 0.30	25.4 ± 15.7	6.0 ± 2.9

лости (при молочно-восковой спелости семян в соцветиях у 75% растений). Расчеты урожая и сбор эфирного масла с единицы площади осуществляли по общепринятой методике [14]. Массовую долю эфирного масла определяли гидроdistилляцией по [15, 16], качественный анализ эфирного масла — в Испытательной лаборатории Саратовского национального исследовательского госуниверситета им. Н.Г. Чернышевского (аттестат аккредитации № SSAQ 000.10.1.0306 от 16.10.2018 г.). Полученные результаты обработаны методом вариационной статистики [17] с применением программ “Stat 3” и Excel 2003.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Показано, что продуктивность мелиссы лекарственной в условиях Республики Мордовия различалась по годам и зависела как от метеорологических условий периода вегетации, так и от реакции растений на внесение удобрений (табл. 2). В варианте без применения удобрений наивысший сбор сырья был получен в 2014 г. с благоприятным гидротермическим режимом в период формирования листостебельной массы растений. Наименьшая продуктивность была зафиксирована в 2018 г. в условиях недостаточного увлажне-

ния, когда с мая по 2-ю декаду сентября включительно выпало 89 мм осадков, или 37% от климатической нормы, а ГТК за период вегетации составил 0.33, что свидетельствовало об очень сильной засухе [18].

Внесение удобрений увеличивало урожайность мелиссы лекарственной. Например, если в среднем за 2017–2018 гг. в варианте без применения удобрений сбор листостебельной массы составил 3.10 кг/м², то при внесении N45P60 — 3.24, N45K90 — 3.72, P60K90 — 3.41 и N45P60K90 — 3.98 кг/м². Анализ полученных результатов с использованием алгоритма Ф. Йетса [14] свидетельствовал, что наибольшее долевое участие в повышении прибавки урожайности листостебельной массы мелиссы приходилось на калийное удобрение (47%), наименьшее — на фосфорное (17%). Аналогичная закономерность отмечена и для выхода воздушно-сухой массы растений: 49% в суммарной прибавке урожая обеспечивало внесение калийного удобрения, 33% — азотного и 18% — фосфорного.

Наибольший сбор семян отмечен при внесении P60K90. В среднем за 2 года исследования прибавка в этом варианте составила 26.8 г/м², или 81% к неудобренному контролю. Внесение

Таблица 3. Компонентный состав эфирного масла мелиссы лекарственной, %

Компонент эфирного масла	Варианты				
	контроль	NP	NK	PK	NPK
2017 г.					
Линалоол (3,7-диметил-1,6-октадиен-3-ол)	8	12	11	9	14
Цитронеллаль (3,7-диметил-6-октеналь)	15	15	13	10	16
Цитронеллол (3,7-диметил-6-октен-1-ол)	4	5	5	4	3
Нерол [α -(<i>цис</i> -3,7-диметил-2,7-октадиен-1-ол), β -(<i>цис</i> -3,7-диметил-2,6-октадиен-1-ол)]	2	3	3	1	4
Нераль (3,7-диметил-2,6-октадиеналь, Z-изомер)	17	9	8	12	14
Гераниол [α -(<i>транс</i> -3,7-диметил-2,7-октадиен-1-ол), β -(<i>транс</i> -3,7-диметил-2,6-октадиен-1-ол)]	19	13	16	18	11
Гераниаль (E-3,7-диметил-2,6-октадиеналь)	11	17	16	18	18
β -карнофиллен	13	7	8	12	7
Прочие	11	19	20	16	13
2018 г.					
Линалоол (3,7-диметил-1,6-октадиен-3-ол)	15	16	14	11	19
Цитронеллаль (3,7-диметил-6-октеналь)	14	14	15	11	13
Цитронеллол (3,7-диметил-6-октен-1-ол)	7	8	11	9	9
Нерол [α -(<i>цис</i> -3,7-диметил-2,7-октадиен-1-ол), β -(<i>цис</i> -3,7-диметил-2,6-октадиен-1-ол)]	3	2	3	2	1
Нераль (3,7-диметил-2,6-октадиеналь, Z-изомер)	10	7	7	9	10
Гераниол [α -(<i>транс</i> -3,7-диметил-2,7-октадиен-1-ол), β -(<i>транс</i> -3,7-диметил-2,6-октадиен-1-ол)]	16	13	13	15	8
Гераниаль (E-3,7-диметил-2,6-октадиеналь)	10	15	16	17	15
β -карнофиллен	10	8	9	10	7
Прочие	15	17	12	16	18

P60K90 также увеличивало в среднем за 2 года сбор эфирного масла с 7.45 кг/га (контроль без удобрений) до 9.90 кг/га. Близкую результативность обеспечивало внесение дозы N45K90.

Отзывчивость мелиссы на внесение удобрений определялась и условиями увлажнения. Более весомые прибавки урожайности листостебельной и воздушно-сухой массы мелиссы получены в 2017 г., когда в период активного роста растений выпало достаточное количество осадков (141 мм при климатической норме 88 мм).

Определение компонентного состава эфирного масла мелиссы лекарственной позволило идентифицировать около 10 компонентов, основными среди которых были монотерпеновые соединения: линалоол (8–19%), цитронеллаль (10–16%), цитронеллол (3–11%), нерол (1–4%), нераль (8–17%), гераниол (11–19%), гераниаль (10–18%), β -карнофиллен (7–13%); на прочие химические соединения приходилось от 11 до 20% (табл. 3).

Отмечены значительные изменения в составе эфирного масла как по годам, так и в вариантах опыта, что свидетельствовало о том, что почвенно-климатические условия произрастания растений влияют на количественное содержание отдельных химических соединений [19, 20]. Например, в эфирном масле мелиссы лекарственной в 2018 г. в условиях засухи увеличивалось по сравнению с 2017 г. долевое содержание линалоола, цитронеллала, цитронеллола и уменьшалось — нерала, гераниола и гераниаля.

В условиях 2017 г. внесение минеральных удобрений во всех сочетаниях приводило к снижению в эфирном масле мелиссы долевого участия нерала и гераниола и к увеличению гераниаля и β -карнофиллена, но не влияло на долевое содержание в нем цитронеллола; увеличение массовой доли линалоола и цитронеллала наблюдали в основном при внесении азота в составе минеральных удобрений. В условиях 2018 г. внесение удобрений увеличивало долевое содержание в эфирном масле мелиссы гераниаля и цитронел-

лола и снижение нерола и β-карнофиллена. При этом не выявлено значительных изменений в содержании основных компонентов, приводящих к ухудшению качества эфирного масла.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, урожайность листостебельной массы и семян Melissa лекарственной, выход эфирного масла из растительного сырья различались по годам и зависели как от метеорологических условий периода вегетации, так и от внесения минеральных удобрений.

Наибольший сбор воздушно-сухой массы Melissa в варианте без удобрений (1.14 кг/м^2) был получен в 2014 г. с благоприятным гидротермическим режимом в период формирования листостебельной массы растений, наименьший (0.38 кг/м^2) — в условиях засухи 2018 г. (ГТК = 0.33).

Внесение удобрений увеличивало урожайность листостебельной массы Melissa лекарственной в среднем за 2 года с 3.10 до 3.24–3.98 кг/м^2 . При этом наибольшее долевое участие в повышении прибавки урожайности листостебельной и воздушно-сухой массы Melissa приходилось на калийное удобрение, наименьшее — на фосфорное.

Максимальный сбор семян отмечен при внесении Р60К90 (в среднем за 2 года исследования прибавка в этом варианте составила 26.8 г/м^2 , или 81% к неудобренному контролю — 33.2 г/м^2). Применение фосфорно-калийных удобрений также увеличивало в среднем за 2 года сбор эфирного масла с 7.45 кг/га (контроль без удобрений) до 9.90 кг/га . Компонентный состав эфирного масла варьировал как по годам, так и в вариантах опыта: в условиях засухи 2018 года увеличивалось по сравнению с 2017 г. долевое содержание линалола, цитронеллаля, цитронеллола, и уменьшалось — нерола, гераниола и гераниала.

Авторы благодарят канд. биол. наук Алексея Владимировича Панина (Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского) за предоставленные семена сортосмеси Melissa лекарственной и оказание помощи с проведением компонентного анализа эфирного масла и ст. лаборанту Наталье Александровне Санягиной (Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева) за методическую помощь при проведении агрохимических анализов почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Машанов В.И. Новые эфиромасличные культуры. Симферополь: Таврия, 1988. 215 с.
2. Полуденный Л.В. Эфиромасличные и лекарственные растения. М.: Колос, 1989. 282 с.
3. Назаренко Л.Г. Эфиромасличные, пряно-ароматические и лекарственные растения. Симферополь: Таврия, 2003. 217 с.
4. Черкашина Е.В. Экономика и организация рационального использования и охраны земель эфиромасличной и лекарственной отрасли в Российской Федерации: Автореф. дис. ... д-ра экон. наук. М., 2014. 40 с.
5. Баханова М.В., Намзалов Б.Б. Интродукция растений. Улан-Удэ: Изд-во Бурят. ун-та, 2009. 207 с.
6. Викторов В.П., Черняева Е.В. Интродукция растений: уч. пособ. М.: Прометей, 2013. 207 с.
7. Аутко А.А., Рупасова Ж.А., Аутко А.А. Влияние минерального питания и погодных условий на элементный состав надземной массы пряно-ароматических лекарственных растений сем. Яснотковых в Беларуси // Весці Акадэміі аграрных навук Рэспублікі Беларусь. 2002. № 2. С. 55–58.
8. Аутко А.А., Позняк О.В., Аутко А.А. Эффективность применения минеральных и органических удобрений при возделывании пряно-ароматических и лекарственных растений // Почвовед. и агрохим. 2005. № 1 (34). С. 157–160.
9. Ключков А.М. Почвы Мордовии, их использование и улучшение. Саранск: Мордов. кн. изд-во, 1978. 324 с.
10. Щетинина А.С. Почвенный покров и почвы Мордовии / Под ред. Ахтырцева Б.П. Саранск: Изд-во Сарат. ун-та, Саран. филиал, 1988. 200 с.
11. Полуденный Л.В. Эфиромасличные и лекарственные растения. М.: Колос, 1989. 282 с.
12. Шаламова Е.Л. Технология возделывания лекарственных растений. Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2009. 54 с.
13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 3. Масличные, эфиромасличные, лекарственные и технические культуры, шелковица, тутовый шелкопряд / Под ред. Федина М.А. М., 1983. 184 с.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
15. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Смирнова-Иконникова М.И., Ярош Н.П., Луковникова Г.А. Методы биохимических исследований растений. Л.: Колос, 1972. 456 с.
16. Сидоров И.И., Турышева Н.А., Фалеева Л.П., Ясюкевич Е.И. Технология натуральных эфирных масел и синтетических душистых веществ. М.: Легкая и пищ. пром-ть, 1984. 368 с.
17. Зайцев Г.Н. Математический анализ биологических данных. М.: Наука, 1991. 184 с.
18. Справочник агронома по сельскохозяйственной метеорологии: Нечерноземная зона Европейской

- части РСФСР / Под ред. Грингофа И.Г. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 526 с.
19. Володарский Л.И. Практическое руководство по сбору и заготовке дикорастущих лекарственных растений. М., 1989. 112 с.
20. Ефремов А.А., Зыкова И.Д., Горбачев А.Е. Компонентный состав эфирного масла надземной части мелиссы лекарственной окрестностей Красноярска по данным хромато-масс-спектрометрии // Химия раст. сырья. 2015. № 1. С. 77–81.

Effect of Mineral Fertilizers and Weather Conditions on the Lemon Balm Productivity in Republic of Mordovia

I. A. Khapugin^a and A. V. Ivoilov^{a, #}

^a Ogarev Mordovia State University
Bolshevistskaya ul. 68, Saransk 430005, Russia

[#] E-mail: ivoilov.av@mail.ru

Under conditions of unstable moisture of the Republic of Mordovia, we studied the effect of mineral fertilizers and weather conditions on the *Melissa officinalis* L. productivity during the small-plot field experiment on leached heavy loamy chernozem. We found that the yield of leafy mass and seeds, the essential oil yield differed by year and depended on the meteorological conditions of the growing season and on the mineral fertilizers treatment. The highest yield of *M. officinalis* air-dry weight (1.14 kg/m²) has been occurred in 2014 under conditions of favorable hydrothermal regime during the formation of leafy-stem mass of plants, the lowest yield (0.38 kg/m²) has been found in 2018 (hydrothermal index: 0.33). The fertilizers treatment increased the leafy-stem mass of *M. officinalis* in average from 3.10 kg/m² to 3.24–3.98 kg/m². The maximal seed yield (60.0 g/m²) and essential oil yield (9.90 kg/ha) was found after treatment of P60K90 fertilizer. The weather conditions and applied fertilizers were determining the changes in essential oil contents.

Key words: mineral fertilizers, lemon balm (*Melissa officinalis* L.), productivity, essential oil yield, quality of essential oil.