

На правах рукописи

Хапугин Илья Александрович

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА ПРОДУКТИВНОСТЬ МЕЛИССЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ
В УСЛОВИЯХ ЮГА НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ**

Специальность 06.01.04 – Агрохимия

Автореферат
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов 2020

Диссертационная работа выполнена в ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва».

Научный руководитель – доктор сельскохозяйственных наук профессор
Ивойлов Александр Васильевич

Официальные оппоненты – **Пронько Виктор Васильевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий отделом науки и развития Научно-производственного объединения «Сила жизни»;
Полетаев Илья Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, старший преподаватель кафедры земледелия, мелиорации и агрохимии.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»

Защита состоится «__» _____ 2020 г. в __ часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.05 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова» по адресу 410012, г. Саратов, Театральная пл., д. 1.

E-mail: dissovet01@sgau.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова» и на сайте www.sgau.ru

Автореферат разослан «__» _____ 2020 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Нарушев Виктор Бисенгалиевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Мелисса лекарственная (*Melissa officinalis* L.) – ценная эфиромасличная культура семейства Яснотковые (Губоцветные) – *Lamiaceae* (*Labiatae*), которая занимает одно из ведущих мест в производстве эфирных масел. Она широко используется в медицинской, пищевой, парфюмерно-косметической, ликероводочной и других отраслях народного хозяйства (Машанов и др., 1988; Аутко и др., 2002; Назаренко, 2003; Efremov et al., 2016; Паштецкий и др., 2018).

Агропромышленный комплекс России испытывает значительный дефицит в сырье для производства эфирного масла мелиссы лекарственной. По экспертным данным потребность в ее масле составляет порядка 500 т в год. При этом различные отрасли народного хозяйства обеспечиваются отечественным сырьем незначительно, и большая его часть импортируется из-за рубежа (Черкашина, 2014; Шпичка и др., 2016). В связи с этим велика актуальность увеличения урожайности листостебельной массы и выхода эфирного масла за счет приемов агротехники (в частности – применения удобрений) и расширения посевных площадей этой ценной культуры, в том числе посредством интродукции в новые районы, пригодные для ее возделывания.

Степень разработанности темы. Анализ источников литературы показывает, что мелисса лекарственная является важной эфиромасличной культурой, которая обеспечивает сырьем многие народно-хозяйственные отрасли (Котуков, 1984; Кривенко и др., 1984; Бурмистров, 1990; Анищенко, 2001; Ломакина, 2002; Канаев, 2008; Ткаченко, 2011; Паштецкий и др., 2018; Пучкова и др., 2020). Успешное возделывание ее возможно только лишь при соблюдении всех элементов агротехники, важное место среди которых занимает система удобрений (Терехин и др., 2008; Черкашина, 2014). Однако аналитический разбор имеющегося научного материала свидетельствует, что в условиях южной части Нечерноземной зоны Российской Федерации исследования по возделыванию мелиссы лекарственной (в том числе по оценке ее реакции на внесение удобрений) не проводились, что и явилось обоснованием данной работы.

Цель и задачи исследований. Целью исследований стало изучение влияния минеральных удобрений на урожайность и качество листостебельной массы, сбор семян, а также выход и качество эфирного масла мелиссы лекарственной в условиях неустойчивого увлажнения лесостепи юга Нечерноземья.

В задачи исследования входили:

- изучить влияние минеральных удобрений на урожайность листостебельной массы в условиях юга Нечерноземья;
- дать оценку действия минеральных удобрений на семенную продуктивность и качество полученных семян мелиссы лекарственной в условиях юга Нечерноземья;
- изучить биологические особенности и морфометрические показатели мелиссы лекарственной в зависимости от условий выращивания и способа использования;
- оценить влияние минеральных удобрений на химические и качественные показатели листостебельной массы мелиссы лекарственной;

- определить баланс основных элементов питания при возделывании мелиссы лекарственной на выщелоченных черноземах юга Нечерноземья;
- выявить наилучший срок и способ стратификации семян мелиссы лекарственной, а также возможности применения регуляторов роста для повышения их всхожести;
- рассчитать экономическую эффективность применения удобрений при возделывании мелиссы лекарственной в условиях юга Нечерноземья.

Научная новизна. Впервые в условиях юга Нечерноземья выявлены основные закономерности роста и развития мелиссы лекарственной, установлены сроки прохождения основных фенологических фаз, определены суммы активных температур выше 0, +5 и +10 °С, необходимые для их наступления. Установлена возможность и целесообразность ее возделывания в регионе через рассадку в двухлетней культуре с двуукосным использованием на листостебельную массу.

Оценена реакция мелиссы лекарственной на внесение минеральных удобрений в различных сочетаниях при ее возделывании на листостебельную массу и семена. Установлено, что в зависимости от погодных условий наибольший сбор листостебельной массы мелиссы при одноукосном способе уборки был при внесении $N_{45}K_{90}$ и $N_{45}P_{60}K_{90}$. Максимальная урожайность семян была на варианте с применением $P_{60}K_{90}$.

Доказано, что в условиях юга Нечерноземья возможно получение эфирного масла в пределах 6–14 кг/га. При этом содержание его в расчете на листостебельную массу составляло 0,018–0,030 %. Определен компонентный состав эфирного масла мелиссы лекарственной, основными составляющими которого выступают монотерпеновые соединения.

Определено содержание N, P_2O_5 и K_2O в листостебельной массе мелиссы лекарственной в зависимости от применения минеральных удобрений, рассчитаны показатели абсолютного и относительного выноса N, P_2O_5 и K_2O с урожаем мелиссы, баланс элементов питания.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в определении закономерностей роста и развития мелиссы лекарственной в условиях юга Нечерноземной зоны России.

В ходе работы были установлены оптимальные сочетания минеральных удобрений для получения семян и листостебельной массы мелиссы, определено качество продукции, параметры выносов основных элементов питания. Материалы работы могут быть использованы при промышленном производстве мелиссы лекарственной в условиях юга Нечерноземья.

Методология и методы исследования: теоретические – изучение и анализ научной литературы отечественных и зарубежных авторов, статистическая обработка результатов исследований; эмпирические – лабораторные и полевые исследования, графическое и табличное отображение полученных результатов.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Характер влияния минеральных удобрений на урожайность листостебельной массы и семенную продуктивность мелиссы лекарственной.
2. Особенности взаимосвязей продуктивности мелиссы лекарственной с агрометеорологическими показателями периода вегетации.

3. Особенности роста и развития Melissa в зависимости от условий выращивания.

4. Химические и качественные показатели листостебельной массы Melissa лекарственной в зависимости от условий выращивания и вносимых удобрений.

5. Баланс основных элементов питания при возделывании Melissa лекарственной.

6. Экономическая эффективность применения минеральных удобрений при возделывании Melissa лекарственной на различные цели использования.

Степень достоверности и апробация результатов исследований. Объективность и достоверность полученных результатов подтверждена достаточным объемом полученных в полевых и лабораторных опытах экспериментальных данных и их статистической обработкой. Диссертация выполнена и обсуждена на кафедре агрономии и ландшафтной архитектуры Аграрного института ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва». Ее научные положения были обсуждены на VIII и XI Международной научно-практической конференции «Лапшинские чтения» (Саранск, 2014, 2016), XLV и XLVI научной конференции «Огарёвские чтения» (Саранск, 2017, 2018).

Публикации. Результаты исследований опубликованы в 8 работах, в том числе 4 – в журналах, рекомендованных ВАК.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и 57 приложений. Она изложена на 222 страницах, включает 50 таблиц, 2 рисунка. Список литературы содержит 380 использованных источников, из них 146 иностранных авторов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении приведена актуальность проблемы, общая характеристика работы, цель и задачи исследований, научная новизна и практическая значимость работы, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, представлены результаты апробации работы.

Глава 1. Обзор литературы. На основании опубликованных работ российских и зарубежных авторов рассмотрен ряд вопросов, связанных с народно-хозяйственным значением Melissa лекарственной, ее ботанической характеристикой и некоторыми биологическими особенностями; влиянием удобрений на ее продуктивность и содержание эфирных масел; со способами повышения всхожести покоящихся семян. Показано, что подавляющее большинство публикаций по вопросам возделывания и удобрения Melissa лекарственной выполнены за рубежом либо в регионах, не схожих по почвенно-климатическим условиям югом Нечерноземной зоны России.

Глава 2. Методы исследований. Исследования проводились в 2014–2019 гг. на территории ботанического сада им. В. Н. Ржавитина МГУ им. Н. П. Огарёва в мелкоделяночных полевых опытах и в научной лаборатории Аграрного института МГУ им. Н. П. Огарёва. Всего было проведено два полевых мелкоделяночных опыта и два лабораторных.

Опыт 1 (полевой) по изучению возможности интродукции мелиссы лекарственной в условиях южной части Нечерноземной зоны России был заложен и проведен в 2014–2016 гг. В опыте изучались биологические особенности культуры, основные морфометрические показатели, урожайность листостебельной массы и семян, сохранность растений при прохождении зимнего периода.

Опыт 2 (полевой) по оценке отзывчивости мелиссы лекарственной на внесение минеральных удобрений был заложен и проведен 2017–2019 гг. Эксперимент проводился по пятерной диагностической схеме Пауля Вагнера (сокращенный вариант классической схемы Жоржа Вилля) и включал следующие варианты: 1 – без удобрений (контроль), 2 – $N_{45}P_{60}$, 3 – $N_{45}K_{90}$, 4 – $P_{60}K_{90}$, 5 – $N_{45}P_{60}K_{90}$.

Опыт 3 по выявлению оптимальных условий стратификации семян мелиссы лекарственной для повышения их всхожести проводился в лабораторных условиях при температурах 0, 4, 8, 12 °С и сроках выдержки от 30 до 120 сут.

Опыт 4 (лабораторный) был выполнен для оценки влияния обработки семян мелиссы лекарственной регуляторами роста Гетероауксин, Циркон и Эпин на повышение их лабораторной всхожести.

Полевые опыты закладывали с использованием рассадного способа. Площадь элементарной делянки составляла 3,3 м² (2,2 м × 1,5 м). На делянке высаживали 15 растений по схеме 50 см × 30 см. Размещение вариантов – случайное, повторность – четырехкратная. Выращивание рассады, посадка растений и уход за ними осуществляли в соответствии с общепринятыми рекомендациями.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый. В пахотном слое почвы перед закладкой опытов содержалось гумуса 10,9±1,0 %, общего азота (по Кьельдалю) – 0,52±0,03 %, подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову) – соответственно 320±32 и 120±12 мг/кг почвы. Гидролитическая кислотность (по Каппену) равнялась 2,8±0,6 смоль/кг почвы, сумма поглощенных оснований (по Каппену – Гильковицу) – 41,8±2,2 смоль/кг почвы, степень насыщенности основаниями – 93,7±3,8 %, рН_{сол} (потенциометрически) – 6,1±0,5.

Минеральные удобрения в опыте 2 вносили вручную поделяночно в соответствии со схемой опыта в период весеннего отрастания растений 2-го года жизни в форме аммиачной селитры (N_{aa}), гранулированного суперфосфата ($P_{сг}$) и калимагнезии ($K_{мг}$). Дозы внесения удобрений были выбраны в соответствии с рекомендациями (Аутко и др., 2002; Carlen et al., 2006; Терехин и др., 2008).

Закладка полевых опытов проводилась в соответствии с общепринятыми руководствами (Опытное дело в полеводстве, 1982; Методика исследований при интродукции лекарственных растений, 1984; Доспехов, 2011).

Учет урожайности растений 2-го года вегетации выполнялся по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1983) применительно к культуре, согласно которой уборку листостебельной массы проводили в один либо два укоса в начале цветения культуры, оценку семенной продуктивности – в фазу технической спелости семян.

Отбор проб почв для определения исходных агрохимических показателей проводили в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83 из слоя почвы 0–25 см перед закладкой опыта. Отобранные образцы доводили до воздушно-сухого состояния в лабораторном помещении. При агрохимическом анализе почв использовали со-

ответствующие ГОСТы. Зольность листостебельной массы определяли методом сухого озоления при температуре 600 С, а содержание N – по Кьельдалю (ГОСТ 13496.4-93), P₂O₅ – колориметрически методом Дениже в модификации Левицкого, K₂O – на пламенном фотометре с предварительным мокрым озолением растительного материала по Гинзбург (Практикум по агрохимии, 2001). Массовую долю эфирного масла определяли гидродистилляцией (ГОСТ ISO 6571-2016, ГОСТ 34213-2017), качественный анализ эфирного масла – методом газовой хроматографии на капиллярных колонках (ГОСТ ISO 7609-2014).

Агрохимические анализы почв и растений выполнены в научной лаборатории Аграрного института Мордовского госуниверситета им. Н. П. Огарёва, 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.).

Вынос основных элементов питания (N, P₂O₅ и K₂O) определяли расчетным способом по сбору сухого вещества листостебельной массы с учетом содержания в ней основных элементов питания (Михайлов и др., 1971). Определение коэффициентов использования элементов питания из удобрений (КИУ) рассчитывали по разности между выносами азота, фосфора и калия урожаем на удобренных делянках и на контроле без удобрений с последующим расчетом процентного показателя по отношению к количеству питательных веществ, внесенных в почву с удобрениями; из почвы (КИП) – как долю элемента в урожае от общего количества подвижных форм в пахотном слое 1 га (Юдин, 1980).

Метеорологические условия в годы исследований были различными, но типичными для зоны неустойчивого увлажнения. Лучшими для роста и развития растений Melissa лекарственной они сложились в 2017 г., наихудшими – в 2018 г., что было связано в большей степени с условиями увлажнения возделываемой культуры.

Экспериментальный материал обработан методами вариационной статистики (дисперсионный и корреляционно-регрессионный анализы) с применением программ прикладной статистики “Stat 3” и Excel 2003. Для оценки результатов экспериментов использовали многокритериальный анализ данных полевых опытов (Савченко, 2019).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Продуктивность Melissa лекарственной в зависимости от поставленных условий и способов выращивания и использования. Урожайность листостебельной массы в условиях юга Нечерноземной зоны России различалась по годам и зависела как от метеорологических условий периода вегетации, так и от реакции растений на внесение удобрений. На неудобренных вариантах наивысшей она была в благоприятном по условиям увлажнения 2017 г. – 45,6 т/га в сумме за 2 укоса, наименьшей – в острозасушливом 2018 г. – 16,5 т/га, когда с мая по 2-ю декаду сентября включительно выпало 89 мм осадков, или 37 % от климатической нормы, а ГТК за период вегетации был равен 0,33.

Внесение удобрений увеличивало урожайность мелиссы лекарственной (табл. 1). Наибольшую прибавку обеспечивало внесение полного минерального удобрения ($N_{45}P_{60}K_{90}$) с окупаемостью 1 кг д.в. удобрений, равной 56,4 кг листостебельной массы. На первый укос приходилось в среднем 74 % от суммарного урожая листостебельной массы (с колебаниями от 68 до 78 %).

Таблица 1 – Влияние минеральных удобрений на урожайность листостебельной массы мелиссы лекарственной за 2 укоса, т/га натуральной влажности (опыт 2)

Вариант	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Средняя за 3 года	Прибавка к контролю
Без удобрений (контроль)	45,6	16,5	39,0	33,7	–
$N_{45}P_{60}$	47,5	17,4	41,2	35,4	1,7
$N_{45}K_{90}$	51,1	22,9	46,1	40,0	6,3
$P_{60}K_{90}$	50,4	17,8	49,5	39,2	5,5
$N_{45}P_{60}K_{90}$	52,4	27,4	54,3	44,7	11,0
Средняя по вариантам	49,4	20,4	46,0	38,6	–
<i>HCP</i> ₀₅	1,0	0,2	0,6	–	–

Анализ полученных результатов с использованием алгоритма Ф. Йетса показал, что наибольшее долевое участие в повышении прибавки урожайности листостебельной массы мелиссы лекарственной приходилось на калийное удобрение – 48% от суммарной прибавки продуктивности, на долю азота – 28 %, фосфора – 24 %.

Оценка урожайности семян мелиссы лекарственной при возделывании ее в опыте 1 показала, что биологический сбор их может составлять около 400 кг/га, или 40 г/м² (~ 2,6–2,7 г/растение). При этом он незначительно варьирует по годам. Внесение минеральных удобрений достоверно увеличивало семенную продуктивность мелиссы лекарственной (табл. 2). Оптимальные варианты применения минеральных удобрений при возделывании мелиссы на семена – внесение $P_{60}K_{90}$ и $N_{45}P_{60}K_{90}$. Масса 1 000 семян равнялась $0,63 \pm 0,2$ г ($P = 99$ %). Применение удобрений не влияло на их крупность: отмеченные различия находились в пределах ошибки эксперимента ($F_{\Phi} < F_T$).

Таблица 2 – Урожайность семян мелиссы лекарственной под влиянием минеральных удобрений (опыт 2)

Вариант	Сбор семян, кг/га			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	средняя за 2017–2019 гг.
Без удобрений (контроль)	410	255	389	351
$N_{45}P_{60}$	552	84	354	330
$N_{45}K_{90}$	642	263	418	441
$P_{60}K_{90}$	712	488	668	623
$N_{45}P_{60}K_{90}$	540	254	523	439
<i>HCP</i> ₀₅	112	55	115	–

На основании сопряженных данных была выявлена зависимость сбора листостебельной массы (опыты 1 и 2, варианты без применения удобрений) от количества выпавших атмосферных осадков и ГТК в период вегетации растений Melissa (табл. 3). Полученные уравнения регрессии свидетельствуют в пользу более высоких значений количества выпадающих осадков (кроме августа) и ГТК, чем их климатическая норма для территории исследований. Так, например, для достижения высокого урожая Melissa ГТК июня должен равняться 1,26 (климатическая норма 1,09), ГТК июня – июля – 1,43 (климатическая норма 1,16); количество осадков за май – август требуется 296 мм при климатической норме 219 мм.

Таблица 3 – Зависимость урожайности листостебельной массы Melissa лекарственной (Y) от метеорологических показателей (x)

Независимая переменная (x)	Уравнение регрессии	Экстремум функции	R	R ²
Осадки				
майские	$Y = 3,44 + 1,88x - 2,23 \cdot 10^{-2}x^2$	42 мм	0,846	0,716
июньские	$Y = 1,40x - 1,09 \cdot 10^{-2}x^2 - 1,03$	64 мм	0,958	0,918
июльские	$Y = 0,85x - 3,79 \cdot 10^{-3}x^2 - 1,04$	уравнение незначимо		
августовские	$Y = 1,50 + 3,02x - 4,86 \cdot 10^{-2}x^2$	31 мм	0,929	0,862
за май – июнь	$Y = 0,67x - 1,58 \cdot 10^{-3}x^2 - 0,98$	212 мм	0,969	0,939
за май – июль	$Y = 0,44x - 1,08 \cdot 10^{-3}x^2 - 0,25$	206 мм	0,918	0,842
за май – август	$Y = 0,34x - 5,78 \cdot 10^{-4}x^2 - 1,46$	296 мм	0,964	0,930
за июнь – июль	$Y = 0,81 + 0,56x - 1,73 \cdot 10^{-3}x^2$	161 мм	0,902	0,813
за июнь – август	$Y = 0,43x - 9,94 \cdot 10^{-4}x^2 - 1,35$	218 мм	0,961	0,924
за июль – август	$Y = 0,11 + 0,65x - 2,38 \cdot 10^{-3}x^2$	136 мм	0,880	0,774
ГТК				
за май	$Y = 5,13 + 76,16x - 37,27x^2$	1,02	0,817	0,667
за июнь	$Y = 73,56x - 29,26x^2 - 1,07$	1,26	0,958	0,917
за июль	$Y = 11,59 + 35,39x - 9,23x^2$	уравнение незначимо		
за август	$Y = 5,87 + 130,22x - 102,99x^2$	0,63	0,858	0,737
за май – июнь	$Y = 80,86x - 33,77x^2 - 1,36$	1,20	0,956	0,914
за май – июль	$Y = 78,37x - 32,12x^2 - 0,13$	1,22	0,903	0,816
за май – август	$Y = 80,11x - 33,83x^2 - 1,54$	1,18	0,963	0,928
за июнь – июль	$Y = 0,98 + 63,90x - 22,37x^2$	1,43	0,903	0,815
за июнь – август	$Y = 78,93x - 34,35x^2 - 1,22$	1,15	0,956	0,913
за июль – август	$Y = 0,14 + 82,48x - 39,87x^2$	1,03	0,922	0,850

Урожайность листостебельной массы Melissa лекарственной формируется в основном за счет майских и июньских осадков. На их долю приходится до 75 % суммарного участия в формировании продуктивности растений.

3.2 Биологические особенности и морфометрические показатели Melissa лекарственной в зависимости от агроклиматических условий выращивания и способа использования (опыты 1 и 2). Фенологические наблюдения свидетельствуют, что в условиях юга Нечерноземной зоны России весеннее отрастание Melissa лекарственной начинается в 1-й половине апреля. Фаза стеблевания отмечается в 3-й декаде мая, фаза бутонизации – в конце 1-й – начале 2-й декады

июня, фаза цветения – в 3-й декаде июня, технической спелости и уборки семян – во 2-й и 3-й декадах сентября соответственно. Наши данные по срокам прохождения фаз развития Melissa officinalis отличаются в сторону их более раннего прохождения от сведений, приводимых А. Е. Жидковой с соавт. (2018) для Чувашии, Е. П. Вороновой с соавт. (2001) – для г. Москвы, Н. М. Найда (2019) – для Ленинградской обл. Выявлено, что удобрения в меньшей мере, чем термический фактор периода вегетации, влияют на прохождение фенофаз. В то же время внесение $N_{45}P_{60}K_{90}$ на 1 сут., а применение $N_{45}K_{90}$ – на 2 сут. ускоряло начало весеннего отрастания Melissa лекарственной по сравнению с неудобренным вариантом. Также применение удобрений в среднем на 1–3 сут. убыстряло вступление растений в фазу ветвления (стеблевания), но на 2 сут. задерживало приход фазы технической спелости семян.

Для того чтобы растения Melissa лекарственной вступили в фазу стеблевания необходима сумма активных температур выше $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, равная $418\pm 92\text{ }^{\circ}\text{C}$., выше $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $216\pm 70\text{ }^{\circ}\text{C}$., выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $79\pm 41\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для наступления фазы бутонизации необходимая сумма активных температур выше $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ должна приближаться к значениям $670\text{--}920\text{ }^{\circ}\text{C}$., массового цветения – $960\text{--}1290\text{ }^{\circ}\text{C}$., начала технической спелости семян – $2410\text{--}2620\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для наступления начала технической спелости семян Melissa достаточно суммы активных температур выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Высота растений в основном зависела от метеорологических условий периода вегетации. Наиболее высокорослыми растения Melissa лекарственной были в благоприятном для ее возделывания 2017 г., когда за май-июль выпало 208 мм атмосферных осадков, что на 44 мм больше климатической нормы, а самыми низкорослыми растения были в 2018 г. (недобор атмосферных осадков в период вегетации Melissa составил 58 % от нормы). Об этом же свидетельствует анализ рассеивания экспериментальных данных, согласно которому на фактор погоды приходится от 91,1 до 97,5 % долевого участия в варьировании высоты растений по фазам роста. Случайные факторы имели большее участие в колебании высоты растений Melissa лекарственной по годам и вариантам опыта (η^2 от 1,3 до 7,7 %), чем внесение удобрений (η^2 1,2–2,2 %).

Применение минеральных удобрений неоднозначно влияло на высоту растений Melissa, и это зависело от складывающихся погодных условий периода вегетации растений. Так, в 2017 г. растения 1-го укоса были более рослыми при внесении $P_{60}K_{90}$ и на неудобренном контроле, в 2018 г. – на варианте без внесения удобрений, в 2019 г. – при использовании полного минерального удобрения – $N_{45}P_{60}K_{90}$. В среднем за три года опыта самые высокорослые растения были на вариантах с применением $P_{60}K_{90}$ и $N_{45}P_{60}K_{90}$, а также без внесения удобрений.

Между урожайностью листостебельной массы Melissa лекарственной (Y) и высотой растений (x) наличествует тесная связь ($n = 18$, для интервала высоты растений от 40 до 90 см), которая выражается уравнениями регрессии:

$$Y = 2,87 + 0,5465x \quad (r = 0,776; r^2 = 0,602),$$

$$Y = 0,885x - 0,31 \cdot 10^{-2}x^2 - 4,75 \quad (R = 0,868; R^2 = 0,754).$$

Коэффициент уравнения линейной регрессии свидетельствует, что при оптимальной густоте стояния растений увеличение высоты посевов мяты перечной всего на 1 см приводит (с вероятностью 75 %) к увеличению сбора листостебельной продукции на 0,55 т/га.

Наблюдения за динамикой побегообразования показали, что их количество увеличивается по мере роста и развития растений. Так, например, количество побегов 1-го и последующих порядков на одном растении в среднем за 3 года в фазу ветвления насчитывалось 29 шт., то в фазу бутонизации было на 10–26 побегов больше, в фазу массового цветения – на 28–38, в момент технической спелости – на 38–43 побега.

Общее количество побегов у мяты перечной определялось номером укоса и погодными условиями периода вегетации. На долю погоды в период вегетации приходилось 50,9 % долевого варьирования количества побегов на растении, на характер использования (номер укоса и вид учета продуктивности) – 33,2 %, на удобрения – 1,5 %, на взаимодействие «характер использования × удобрения» – 0,3 %, на случайные факторы – 14,1 %.

При использовании мяты перечной на семена наиболее интенсивно побегообразование происходит в межфазный период «бутонизация – массовое цветение», медленнее – в период «массовое цветение – техническая спелость семян», при уборке ее на листостебельную массу – после 1-го укоса в межфазный период «ветвление (стеблевание) – бутонизация».

Существенное влияние на формирование листового аппарата и величину индекса листовой поверхности (ИЛП) оказывали погодные условия в период роста и развития растений. Так, максимальное значение ИЛП отмечалось в наиболее благоприятном за годы исследований 2017 г., минимальное – в засушливом в период вегетации растений 2018 г.

Применение минеральных удобрений также оказывало влияние на формирование листового аппарата мяты перечной, но действие их было весьма неоднозначным по годам. Так, в 2017 г. при использовании растений на семена и листостебельную массу в 1-м укосе самым результативным по показателю ИЛП был вариант с внесением $N_{45}K_{90}$, при использовании на листостебельную массу во 2-м укосе – $N_{45}P_{60}$. В 2018 г. лучшими оказались варианты без применения удобрений и с внесением $N_{45}K_{90}$, во 2-м укосе – вариант с полным минеральным удобрением ($N_{45}P_{60}K_{90}$). В 2019 г. при использовании растений на семена и листостебельную массу в 1-м укосе самыми результативными по показателю ИЛП были варианты с внесением $N_{45}P_{60}$ и $N_{45}K_{90}$, при использовании растений на листостебельную массу в 2-м укосе – $N_{45}P_{60}$ и $N_{45}P_{60}K_{90}$.

Оценка перезимовки мяты перечной после 1-го года пользования (на 3-й год жизни) показала, что она зависит как от условий возделывания и характера использования растений, так и от погодных условий осенне-зимне-весеннего сезона. Лучшая перезимовка в опытах была при возделывании мяты перечной на семена. Двухукосный способ уборки оказывает максимально негативное влияние на перезимовку растений: практически во все годы проведения опытов растения мяты перечной при двухукосном ее использовании погибали на 3-й год жизни. Применение удобрений не улучшало условий перезимовки растений.

3.3 Качественный и химический состав растений Melissa лекарственной в зависимости от агрохимических условий выращивания и способа использования (опыт 2). Исследованиями установлено, что в условиях юга Нечерноземной зоны России массовая доля эфирного масла в растительном сырье Melissa лекарственной составляла от 0,018 до 0,030 % в пересчете на натуральную влажность (табл. 4). В среднем за 3 года исследований максимальное его содержание зафиксировано при внесении под Melissa P₆₀K₉₀, а наименьшее – при использовании полного минерального удобрения. При этом не наблюдалось четко выраженной закономерности по годам исследований по влиянию внесения удобрений на массовую долю эфирного масла в растительное сырье Melissa лекарственной.

Таблица 4 – Массовая доля эфирного масла в листостебельной массе Melissa лекарственной, % на натуральную влажность

Вариант	Год			Средняя за 2017–2019 гг.
	2017	2018	2019	
Без удобрений (контроль)	0,024	0,024	0,025	0,024
N ₄₅ P ₆₀	0,020	0,021	0,030	0,024
N ₄₅ K ₉₀	0,025	0,020	0,023	0,023
P ₆₀ K ₉₀	0,029	0,030	0,028	0,029
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	0,022	0,018	0,023	0,021
HCP ₀₅	0,007	0,007	0,002	0,005
Среднее по опыту за год	0,024	0,023	0,026	0,024

Анализ рассеивания экспериментальных данных показал, что варьирование доли эфирного масла в листостебельной массе Melissa лекарственной в большей мере зависело от применения минеральных удобрений ($\eta^2 = 54,5\%$), в меньшей степени – от погодных условий периода вегетации растений ($\eta^2 = 13,0\%$). На случайные факторы приходилось 32,5 % общего варьирования содержания эфирного масла в растениях Melissa.

Сбор эфирного масла с единицы площади посадок Melissa лекарственной был примерно одинаковым в 2017 и 2019 гг. и равнялся 11,3–11,9 кг/га. Наименьшим он был в неблагоприятном по характеру увлажнения периода вегетации растений 2018 г. В среднем за 3 года исследований наибольший сбор эфирного масла отмечался при внесении P₆₀K₉₀, наименьшее его количество – при использовании N₄₅P₆₀. Порядок эффективности удобрений по влиянию на сбор эфирного масла имел следующий вид: P₆₀K₉₀ > N₄₅P₆₀K₉₀ > N₄₅K₉₀ > без удобрений > N₄₅P₆₀.

Определение компонентного состава эфирного масла Melissa лекарственной позволило идентифицировать в нем около 10 компонентов, относящиеся к терпеноидам: спирты – линалоол (C₁₀H₁₈O) – 8–19 %, цитронеллол (C₁₀H₂₀O) –

3–11 %, нерол ($C_{10}H_{18}O$) – 1–4 % и гераниол ($C_{10}H_{18}O$) – 8–19 %, альдегиды – цитронеллаль ($C_{10}H_{18}O$) – 10–16 %, нераль ($C_{10}H_{16}O$) – 8–17 % и гераниаль ($C_{10}H_{16}O$) – 10–18 %, бициклический сесквитерпеноид – β -кариофиллен ($C_{15}H_{24}$) – 7–13 %; на прочие химические соединения приходилось от 9 до 20 %. Основную долю эфирного масла составляют цитронеллаль, гераниол и гераниаль, на которые приходится свыше 40 % от общего количества терпеноидов. Внесение минеральных удобрений неоднозначно влияло на компонентный состав эфирного масла. Это, по-видимому, связано с присущему терпеноидам свойству изомерии и их способностью трансформироваться в процессе химического соединения в другое в процессе извлечения из растительного сырья (Овчинников, 1987; Ткачѳв, 2008).

В растительной массе Melissa лекарственной содержится $1,08 \pm 0,18$ % N, $0,45 \pm 0,03$ P_2O_5 и $2,92 \pm 0,20$ % K_2O на воздушно-сухое вещество. Основное влияние на их массовую долю оказывает внесение минеральных удобрений. Об этом свидетельствует анализ рассеивания экспериментальных данных. Так, вклад удобрений (η^2) в варьирование концентрации азота в растениях Melissa лекарственной приходится 95,3 % общей изменчивости показателя, на долю погоды – 2,4, на случайные факторы – 2,3 %. Аналогичная закономерность отмечалась и по содержанию в фитомассе фосфора, калия и золы. На долю удобрений выпадало 70,9 %, 88,1 и 85,1 % соответственно от суммарного варьирования экспериментальных данных, на долю погоды – 1,1 %, 0,6 и 5,5 %, на остаточное варьирование, обусловленное неучтенными факторами, – 28,0 %, 11,3 и 9,4 %.

3.5 Параметры хозяйственного выноса основных элементов питания мелиссой лекарственной и коэффициенты их использования из почвы и удобрений. Вынос элементов определялся в основном величиной урожая. При этом внесение удобрений в среднем за 3 года исследований повышало в 1,2–2,5 раза хозяйственный вынос азота, в 1,1–1,3 раза – фосфора и в 1,1–1,7 раза – калия.

В среднем по опыту относительный вынос азота (N) составил $9,2 \pm 1,5$ кг/т ($V = 29,1$ %), фосфора (P_2O_5) – $3,8 \pm 0,2$ кг/т ($V = 10,0$ %), калия (K_2O) – $24,8 \pm 1,7$ кг/т ($V = 12,5$ %). Эти средние показатели расхода питательных веществ на формирование единицы урожая необходимо учитывать в балансовых расчетах при возделывании Melissa лекарственной в сходных почвенно-климатических условиях.

Таблица 5 – Вынос основных питательных веществ мелиссой лекарственной

Вариант	Вынос					
	абсолютный, кг/га			относительный, кг/т*		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2017 г.						
Без удобрений (контроль)	78	41	214	7,1	3,7	19,4
N ₄₅ P ₆₀	82	42	232	7,9	4,0	22,3
N ₄₅ K ₉₀	130	40	318	11,3	3,5	27,6
P ₆₀ K ₉₀	93	41	286	8,9	3,9	27,2
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	144	47	321	13,0	4,2	28,9
В среднем по вариантам	105	42	274	9,6	3,9	25,1
2018 г.						
Без удобрений (контроль)	23	14	83	6,0	3,7	21,8
N ₄₅ P ₆₀	22	12	69	6,9	3,8	21,6
N ₄₅ K ₉₀	50	17	115	10,2	3,5	23,5
P ₆₀ K ₉₀	31	18	119	6,9	4,0	26,4
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	89	30	200	13,1	4,4	29,4
В среднем по вариантам	43	18	117	8,6	3,9	24,5
2019						
Без удобрений (контроль)	49	34	187	5,6	3,9	21,2
N ₄₅ P ₆₀	70	37	210	7,8	4,1	23,3
N ₄₅ K ₉₀	108	27	252	11,0	2,8	25,7
P ₆₀ K ₉₀	88	43	270	8,5	4,2	26,2
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	145	42	292	13,6	3,9	27,3
В среднем по вариантам	92	37	242	9,3	3,8	24,7
В среднем за 2017–2019 гг.						
Без удобрений (контроль)	50	30	161	6,2	3,8	20,8
N ₄₅ P ₆₀	58	30	170	7,5	4,0	22,4
N ₄₅ K ₉₀	96	33	228	10,8	3,3	25,6
P ₆₀ K ₉₀	71	34	225	8,1	4,0	26,6
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	126	40	271	13,2	4,2	28,5
В среднем по опыту	80	33	211	9,2	3,9	24,8

Примечание. * – воздушно-сухая листостебельная масса.

Нами также подсчитан хозяйственный баланс основных элементов питания при возделывании мелиссы лекарственной с различным уровнем ее удобрённости (таблица 6). Расчеты показывают, что без внесения удобрений он отрицательный. На тех вариантах опыта, где вносились соответствующие формы удобрений, он складывался по-разному: по азоту и калию – отрицательно, по фосфору – положительно. Интенсивность баланса по азоту составляла 36–78 %, по фосфору – 150–200, по калию – 33–40 %.

Таблица 6 – Хозяйственный баланс азота (N), фосфора (P₂O₅) и калия (K₂O) при разных сочетаниях удобрений (опыт 2, средний за 2017–2019 гг.)

Вариант	Внесено с удобрениями	Вывос с урожаем	Баланс	Интенсивность баланса, %	КИУ, %
	кг/га				
N					
Без удобрений (контроль)	0	50	–50	0	–
N ₄₅ P ₆₀	45	58	–13	78	18
N ₄₅ K ₉₀	45	96	–51	47	113
P ₆₀ K ₉₀	0	71	–71	0	–
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	45	126	–81	36	169
P ₂ O ₅					
Без удобрений (контроль)	0	30	–30	0	–
N ₄₅ P ₆₀	60	30	+30	200	0
N ₄₅ K ₉₀	0	33	–33	0	–
P ₆₀ K ₉₀	60	34	+26	176	7
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	60	40	+20	150	17
K ₂ O					
Без удобрений (контроль)	0	161	–161	0	–
N ₄₅ P ₆₀	0	170	–170	0	–
N ₄₅ K ₉₀	90	228	–138	39	74
P ₆₀ K ₉₀	90	225	–135	40	71
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	90	271	–181	33	122

Определение коэффициентов использования удобрений растениями (КИУ) разностным методом свидетельствует о полученных, казалось бы, нелогичных с позиции формальной логики его величинах по отдельным вариантам опыта. В то же время такой разброс данных может быть объяснен. Во-первых, недостатками разностного метода определения КИУ по сравнению с изотопным. Во-вторых, использованием растениями «экстра-азота» в результате усиления минерализации почвенного азота под действием азотных удобрений. В-третьих, синергетическим взаимодействием азота, фосфора и калия в процессе питания растений.

В ходе выполнения работы были также рассчитаны коэффициенты использования P₂O₅ и K₂O из почвы (КИП_р и КИП_к). Расчеты свидетельствуют, что КИП фосфора в среднем по опыту был равен 4 % (5 % в 2017 г., 2 – в засушливом 2018 г. и 4 % – в 2019 г.), калия – в среднем 48 % (68 % в 2017 г., 24 – в 2018 г. и 52 % – в 2019 г.).

3.6 Результаты изучения способов повышения всхожести покоящихся семян Melissa лекарственной. Оптимальным режимом стратификации семян Melissa лекарственной с пониженной всхожестью была температура 12 °С сроком 90–120 сут., которая увеличивала лабораторную всхожесть практически втрое по сравнению с нестратифицированными семенами, с 22 до 57–60 %. Лучшим из регуляторов роста оказался препарат Эпин (0,01 %), применение которого позволило повысить по сравнению с контрольным вариантом всхожесть семян с 32 до 52 %, или на 60 отн. %.

3.7 Экономическая эффективность применения минеральных удобрений (опыт 2). Расчеты экономической эффективности показали, что возделывание Melissa лекарственной в первый год убыточно (табл. 7). На второй год затраты на ее выращивание окупаются стоимостью произведенной продукции – листостебельной

массы и семян. При сложившихся ценах на удобрения и сырьё Melissa лекарственной при выращивании ее на листостебельную массу выгоднее применять $N_{45}P_{60}K_{90}$ и $N_{45}K_{90}$, при возделывании на семена – $P_{60}K_{90}$. В этом случае условный чистый доход составлял от 191 тыс. до 376 тыс. руб./га при уровне рентабельности от 77 до 152 %.

Таблица 7 – Экономическая эффективность применения минеральных удобрений при возделывании Melissa лекарственной (2017–2019 гг.)

Вариант	Сбор продукции, кг/га	Стоимость дополнительной продукции	Прямые затраты на производство		Условный чистый доход	Себестоимость продукции, руб./кг	Уровень рентабельности, %
			всего	в т.ч. на применение удобрений			
тыс. руб./га							
<i>Растения 1-го года жизни</i>							
	нет	нет	237,8	0	нет	нет	убыток
<i>Растения 2-го года жизни</i>							
Возделывание Melissa на листостебельную массу*							
Без удобрений	7 900	395,0	242,6**	0	152,4	30,7	63
$N_{45}P_{60}$	7 500	375,0	246,6**	4,1	128,4	32,9	52
$N_{45}K_{90}$	8 800	440,0	248,8**	6,1	191,2	28,3	77
$P_{60}K_{90}$	8 400	420,0	249,2**	6,5	170,8	29,7	68
$N_{45}P_{60}K_{90}$	9 500	475,0	251,2**	8,3	223,8	26,4	89
Возделывание Melissa на семена							
Без удобрений	351	351,0	240,1**	0	110,9	684,0	46
$N_{45}P_{60}$	330	330,0	244,2**	4,1	85,8	740,0	35
$N_{45}K_{90}$	441	441,0	246,3**	6,1	194,7	558,5	79
$P_{60}K_{90}$	623	623,0	247,1**	6,5	375,9	396,6	152
$N_{45}P_{60}K_{90}$	439	439,0	248,6**	8,3	190,4	566,3	77

Примечание. * – воздушно-сухая масса; ** – с учетом затрат 1-го года жизни (выращивание рассады, высаживание и уход за растениями Melissa).

Максимальный показатель условного чистого дохода приходился на возделывание Melissa лекарственной на листостебельную массу с применением полного минерального удобрения ($N_{45}P_{60}K_{90}$). При выращивании Melissa лекарственной на семена максимальный условный чистый доход был на варианте с применением $P_{60}K_{90}$. Применению удобрений в структуре прямых затрат на соответствующих вариантах принадлежало от 1,7 до 3,4 %. Они хоть и удорожали себестоимость производимой продукции, однако при возделывании Melissa на листостебельную массу внесение $N_{45}K_{90}$, $P_{60}K_{90}$ и $N_{45}P_{60}K_{90}$ обеспечивало больший условный чистый доход с единицы площади, чем без их применения. При выращивании Melissa лекарственной на семена отмечалась аналогичная закономерность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что на юге Нечерноземной зоны России при благоприятном сочетании почвенно-климатических факторов и приемлемой агротехнике возможно получение урожая листостебельной массы Melissa лекарственной до 50–54 т/га и до 600 кг/га семян. При этом продуктивность культуры зависит как от метеорологических условий периода вегетации, так и от ее реакции на внесение удобрений. За два укоса наибольшая урожайность листостебельной массы формируется на варианте с применением $N_{45}P_{60}K_{90}$. На 1-й укос приходится около 70 % суммарного урожая сухого вещества. Оптимальный вариант применения удобрений при возделывании Melissa на семена – внесение $P_{60}K_{90}$.

Урожайность листостебельной массы Melissa лекарственной формируется в основном за счет майских и июньских осадков. На их долю приходится до 75 % суммарного участия в формировании продуктивности растений.

Начало весеннего отрастания растений Melissa лекарственной приходится на 1-ю декаду апреля, стеблевание (ветвление) отмечается во 2-й декаде мая, фаза бутонизации – в 1-й – начале 2-й декады июня, массовое цветение – в конце июня – первых числах июля, техническая спелость семян – в 1-й половине сентября. Внесение минеральных удобрений в незначительной степени оказывают влияние на прохождение фаз роста и развития Melissa лекарственной. Большее воздействие на прохождение фенофаз проявляют погодные условия конкретного года.

Для того чтобы растения Melissa лекарственной вступили в фазу стеблевания им необходимо набрать сумму активных среднесуточных температур выше $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, равную $418\pm 92\text{ }^{\circ}\text{C}$, выше $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $216\pm 70\text{ }^{\circ}\text{C}$, выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $79\pm 41\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для наступления фазы бутонизации необходимая сумма активных температур выше $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ должна приближаться к значениям $670\text{--}920\text{ }^{\circ}\text{C}$, массового цветения – $960\text{--}1\ 290\text{ }^{\circ}\text{C}$, начала технической спелости семян – $2\ 410\text{--}2\ 620\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для наступления начала технической спелости семян Melissa достаточно набора суммы активных температур выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в $1\ 000\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Морфометрические показатели растений Melissa лекарственной (высота растений, общее число побегов, индекс листовой поверхности) в основном зависят от погодных условий периода вегетации растений. На долю погоды выпадает от 51 до 98 % от их общего варьирования.

Перезимовка растений зависит как от условий возделывания и характера использования Melissa лекарственной, так и от погодных условий осенне-зимне-весеннего сезона. Лучшая перезимовка растений в опытах отмечалась при возделывании Melissa лекарственной на семена. Двукосный способ уборки оказывает максимально негативное влияние на перезимовку растений: практически во все годы проведения опытов растения Melissa 2-го года жизни при двукосном ее использовании погибали после перезимовки. Применение удобрений не улучшало условий перезимовки растений.

Массовая доля эфирного масла в растительном сырье Melissa лекарственной в условиях юга Нечерноземья составляет от 0,018 до 0,030 % в пересчете на натуральную влажность. Возделывание Melissa лекарственной позволяет собирать в зависимости от складывающихся погодных условий и приемов агро-

техники от 3,5 до 14,6 кг/га эфирного масла. Максимальное содержание эфирного масла в листостебельной массе Melissa лекарственной зафиксировано при внесении под нее $P_{60}K_{90}$, а наименьшее – при использовании полного минерального удобрения. Однако, несмотря на меньшую концентрацию эфирного масла в растениях, применение $N_{45}P_{60}K_{90}$ обеспечивает примерно равный с фосфорно-калийным вариантом его сбор. Основную долю компонентного состава эфирного масла Melissa лекарственной составляют цитронеллаль, гераниол и гераниаль, на которые приходится свыше 40 % от общего количества терпеноидов.

Средние показатели затрат на создание 1 т листостебельной массы в условиях юга Нечерноземной зоны России составляют по азоту (N) $9,2 \pm 1,5$ кг/т, фосфору (P_2O_5) – $3,8 \pm 0,2$ кг/т, калию (K_2O) – $24,8 \pm 1,7$ кг/т, что необходимо учитывать при расчете доз удобрений в сходных почвенно-климатических условиях. Вынос основных элементов определялся как правило величиной урожая. При этом внесение удобрений в среднем за 3 года исследований повышалось в 1,2–2,5 раза хозяйственный вынос азота, в 1,1–1,3 раза – фосфора и в 1,1–1,7 раза – калия.

Без применения удобрений баланс основных элементов питания складывался отрицательно. На тех вариантах опыта, где вносились соответствующие формы удобрений, он формировался по-разному: по азоту и калию был отрицательным, по фосфору – положительным. Интенсивность баланса по азоту составляла на соответствующих вариантах 36–78 %, по фосфору – 150–200, по калию – 33–40 %.

Оптимальным режимом стратификации семян Melissa лекарственной с пониженной всхожестью была температура 12 °C сроком 90–120 сут., которая увеличивала лабораторную всхожесть практически втрое по сравнению с нестратифицированными семенами, с 22 до 57–60 %. Лучшим из регуляторов роста оказался препарат Эпин (0,01 %), применение которого позволило повысить по сравнению с контрольным вариантом всхожесть семян с 32 до 52 %, или на 60 отн. %.

Максимальный условный чистый доход складывался при выращивании Melissa лекарственной на листостебельную массу с применением $N_{45}P_{60}K_{90}$. При возделывании Melissa лекарственной на семена максимальный условный чистый доход и наивысшая рентабельность были на варианте с внесением $P_{60}K_{90}$.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Рекомендуется возделывать Melissa лекарственную в условиях юга Нечерноземья как 2-летнюю культуру, так как при ухудшении условий перезимовки уже на 3-й год жизни наблюдается гибель растений.

При выращивании Melissa лекарственной для получения листостебельной массы и большего сбора эфирных масел рекомендуется на выщелоченных черноземах в условиях юга Нечерноземья России применение $N_{45}K_{90}$ и $N_{45}P_{60}K_{90}$, при выращивании ее на семена – $P_{60}K_{90}$.

Для повышения всхожести покоящихся семян Melissa лекарственной рекомендуется проведение стратификации и обработка их регуляторами роста. Стратификацию целесообразно проводить в условиях температуры 12 °C и сроком 90–120 сут. Рекомендуемый регулятор роста – Эпин (0,01 %).

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях перечня ВАК

Хапугин, И. А. Семенная продуктивность мелиссы лекарственной и качество ее семян в условиях Среднего Поволжья / И. А. Хапугин // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 8. – С. 34–36. (Объем печатных листов – 0,2, в т.ч. автора – 0,2).

Хапугин, И. А. Влияние минеральных удобрений на морфометрические показатели мелиссы лекарственной в условиях юга Нечерноземной зоны РФ / И. А. Хапугин // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 10. – С. 45–48. (Объем печатных листов – 0,25, в т.ч. автора – 0,25).

Хапугин, И. А. Особенности роста и развития *Melissa officinalis* L. при возделывании ее в условиях Республики Мордовия / И. А. Хапугин, А. В. Ивойлов // Бюллетень ГНБС. – Вып. 133. – 2019. – С. 109–115. (Объем печатных листов – 0,4, в т.ч. автора – 0,2).

Хапугин, И. А. Влияние минеральных удобрений и погодных условий на продуктивность мелиссы лекарственной в условиях Республики Мордовия / И. А. Хапугин, А. В. Ивойлов // Агрохимия. – 2020. – № 2. – С. 37–42. (Объем печатных листов – 0,4, в т.ч. автора – 0,2).

Научные статьи в сборниках

Хапугин, И. А. Изучение роста и развития мелиссы лекарственной (*Melissa officinalis* L.) в условиях Республики Мордовия / И. А. Хапугин, М. В. Салкова, С. В. Емельянов // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы XI Междунар. науч.-практич. конф., посвященной памяти д-ра с.-х. наук проф. заслуженного деятеля науки Российской Федерации и Республики Мордовия Сергея Александровича Лапшина. (Лапшинские чтения) / отв. секретарь Д. В. Бочкарев. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2016. – С. 315–318. (Объем печатных листов – 0,25, в т.ч. автора – 0,15).

Хапугин, И. А. Стратификация как элемент предпосевной подготовки семян мелиссы лекарственной (*Melissa officinalis* L.) / И. А. Хапугин, С. В. Емельянов // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы XI Междунар. науч.-практич. конф., посвященной памяти д-ра с.-х. наук проф. заслуженного деятеля науки Российской Федерации и Республики Мордовия Сергея Александровича Лапшина. (Лапшинские чтения) / отв. секретарь Д. В. Бочкарев. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2016. – С. 330–333. (Объем печатных листов – 0,25, в т.ч. автора – 0,15).

Хапугин, И. А. Влияние регуляторов роста на всхожесть семян мелиссы лекарственной / И. А. Хапугин, Ю. А. Козорезова // XLV Огарёвские чтения: материалы науч. конф. В 3-х частях / отв. за выпуск П. В. Сенин. – Ч. 2. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2017. – С. 41–45. (Объем печатных листов – 0,3, в т.ч. автора – 0,2).

Хапугин, И. А. Влияние различных способов уборки мелиссы лекарственной на ее перезимовку / И. А. Хапугин // XLVI Огарёвские чтения: материалы науч. конф. В 3-х частях / отв. за выпуск П. В. Сенин. – Ч. 2. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2018. – С. 70–74. (Объем печатных листов – 0,3, в т.ч. автора – 0,3).