

- крахмала – 61,8 %, жира – 2,67 %, золы – 4,41 %, меди – 6,41 мг/кг и цинка – 18,32 мг/кг.
4. Внесение $N_{90}P_{60}K_{90} + Si$ (хелат.) на крупносемянном сорте проса Дружба 2 повышает содержание сырого белка до уровня 11,9 %, выход сырого белка – 4,8 ц/га, суммы критических и незаменимых аминокислот – 5,07 и 30,34 г/кг соответственно, крахмала – 79,2 %, жира – 3,61 %, золы – 3,48 %, меди – 5,35 мг/кг и цинка – 18,15 мг/кг.

Литература

1. Сравнительная эффективность возделывания сельскохозяйственных культур в традиционной и органической системах земледелия / Т. М. Серая [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2019. – № 1. – С. 82–90.
2. Агрохимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.
3. Коготко, Ю. В. Влияние макро- и микроудобрений, регулятора роста и бактериального препарата на структуру урожая и урожайность зерна проса / Ю. В. Коготко // Почвоведение и агрохимия. – 2019. – № 1. – С. 219–227.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
5. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов / Ин. аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разработ. В. Г. Гусаков и [др.]. – Минск: Беларус. наука, 2012. – 460 с.
6. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапа. – Минск: Беларус. наука, 2007. – 390 с.

УДК 633.8: 631.8

Динамика накопления массовой доли эфирного масла *Monarda fistulosa* L. и его выход с единицы площади при применении минеральных удобрений

М. А. Бедуленко, научный сотрудник
Центральный ботанический сад НАН Беларуси
В. Ю. Агеев, доктор с.-х. наук
Институт рыбного хозяйства

(Дата поступления статьи в редакцию 22.01.2020 г.)

В статье представлены результаты изучения содержания эфирного масла в растениях монарды дудчатой в онтогенезе за 2012–2013 гг. под воздействием минеральных удобрений на почвах с кислой и слабокислой реакцией среды. Установлено, что внесение мелиоранта изменяет динамику накопления массовой доли эфирного масла монарды; наибольшее содержание эфирного масла при внесении различных доз минеральных удобрений наблюдается в фазах массового цветения и конца цветения, а наибольший выход – в фазах массовой бутонизации – начала цветения и массового цветения.

Введение

С каждым годом в Беларуси возрастает потребность в лекарственном сырье растительного происхождения. Активный поиск новых растений, которые могут успешно произрастать в условиях нашей республики, привел к изучению лекарственного пряно-ароматического и эфирномасличного растения монарды дудчатой, родиной которой является Северная Америка. Введение в культуру нового интродуцированного растения в климатических условиях, отличающихся от традиционных, подразумевает получение не только стабильных урожаев сырья, но и биологически активных веществ. Для эфирномасличных растений одним из важных показателей является массовая доля эфирного масла. Его содержание зависит от многих факторов, в том числе и от применения средств химизации [1, 2, 3, 4, 5].

Такие элементы, как азот, фосфор, калий и кальций, являются необходимыми питательными элементами для нормального роста и развития растений [6]. Азот является одним из главных структурных элементов в синтезе первичных метаболитов (белки, нуклеиновые кислоты и т. д.) [6]. Вторичные метаболиты, к которым

*This article presents the results of the study of essential oil content in *Monarda fistulosa* L. plants in ontogenesis for 2012–2013 under the influence of mineral fertilizers on acidic and slightly acidic reaction soils. It was established that the introduction of dolomite flour changes the accumulation dynamics of the mass fraction of monarda essential oil; the highest content of essential oil during the application of various doses of mineral fertilizers is observed in the reproductive phase and the vegetative phase, and the highest essential oil yield is in the vegetative phase and the reproductive phase.*

относятся эфирные масла, образуются на основе первичных соединений [7]. Роль фосфора в жизни растений связана с участием его в процессах обмена энергией, который происходит при синтезе любых веществ, в том числе эфирных масел [7]. Кроме того, входя в состав ферментов, фосфор активно и непосредственно участвует в самих процессах биосинтеза эфирного масла монарды [8]. Калий также оказывает положительное влияние на накопление эфирных масел [9]. Особенно важно присутствие калия при аммиачной форме азотного удобрения [10].

Материалы и методы исследований

Исследования проводили путем постановки многофакторного полевого эксперимента на территории Центрального ботанического сада в 2012–2013 гг. по методике Б. А. Доспехова [11]. Закладку опытного участка осуществляли на двух последовательно открывающихся полях.

Дерново-подзолистая супесчаная почва участка имела следующие агрохимические показатели: pH_{KCl} – 4,92, гумус – 2,73 % (по Тюрину), содержание подвижных

форм фосфора и калия (по Кирсанову) – 198 мг/кг (P_2O_5) и 136 мг/кг почвы (K_2O).

Схема опыта включала варианты применения минеральных удобрений, представленные в таблицах 1–4. Повторность опыта четырехкратная с многоступенчатым расположением делянок. Растения монарды располагались по схеме 70×45 см [3, 12, 13] на делянке площадью 6,3 м².

Внесение доломитовой муки осуществлялось из расчета нейтрализации полной гидролитической кислотности в осенний период под вспашку. Минеральные удобрения (аммиачную селитру, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий) вносили под предпосевную обработку за 1–1,5 недели до высадки рассады на опытный участок.

В генеративный период растения вступили в 2012–2013 гг. Наступление основных фенологических фаз (ф1 – массовой бутонизации – начала цветения, ф2 – массового цветения, ф3 – конец цветения) определяли по методике И. Н. Бейдмана [14].

Содержание эфирного масла в надземной части монарды дудчатой определяли методом гидродистилляции по Гинзбергу в двукратной повторности из воздушно-сухой надземной массы в пересчете на абсолютно сухое сырье (а. с. с.) [15].

Результаты исследований и их обсуждение

Как показали результаты исследований, содержание эфирного масла в контрольном варианте (без удобрений, рН = 4,9) увеличивалось постепенно от первой к третьей фазе. В варианте с применением доломитовой муки активное накопление эфирного масла монарды отмечено в первой и второй фазах и снижение – к третьей (рисунок).

В контрольном варианте различия между первой и второй фазами, а также между второй и третьей были математически не достоверными (в пределах НСР₀₅). Достоверное различие (+0,13 п. п.) наблюдалось только между первой и третьей фенологическими фазами (содержание эфирного масла высчитывается в процентах, поэтому разницу между вариантами обозначали «п. п.», что означает процентный пункт [16]).

В варианте с мелиорантом не получены достоверные различия между первыми двумя фазами, а разница между второй – третьей и первой – третьей фазами составила –0,16 и –0,23 п. п. соответственно.

Накопление эфирного масла монардой под воздействием мелиоранта в виде пылевидной доломитовой муки было положительным относительно контроля в первой и второй фенологических фазах (+0,12 и +0,14 п. п.), а в третьей – отрицательным (–0,17 п. п.) (таблица 1).

Чтобы показать истинное содержание эфирного масла монарды, варианты с применением макроудобрений сравнивались относительно контроля или фона, а динамика его накопления рассматривалась в каждом варианте при смене фаз.

Эфирные масла служат растениям для привлечения насекомых-опылителей, а также обладают защитной функцией от вредителей, болезней, поедания животными и неблагоприятной температуры окружающей среды

(высокой – в дневное время и низкой – в ночное) [17, 18]. Поэтому на обоих фонах наибольшее значение массовой доли эфирного масла монарды в основном наблюдалось в фазе массового цветения, либо к концу цветения (таблица 1).

На почве с кислой реакцией среды (рН = 4,9) применение минеральных удобрений в меньших дозах ($N_{40}P_{30}K_{60}$) в основном приводило к увеличению накопления эфирного масла только ко второй и/или третьей фазе (от +0,09 до +0,16 п. п.). С ростом доз удобрений положительный эффект наблюдался как в первой (+0,10...+0,13 п. п.) и второй фенологических фазах (+0,32...+0,50 п. п.), так и в третьей (+0,20...+0,32 п. п.) (таблица 1).

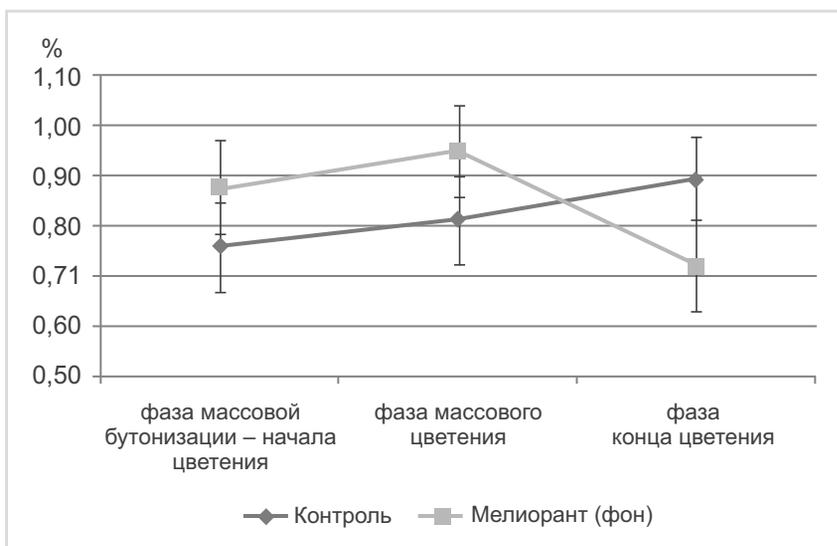
Внесение минеральных удобрений (НПК) на дерново-подзолистых супесчаных почвах со слабокислой реакцией среды (рН = 5,3–5,4) способствует повышению содержания эфирного масла в растительном сырье монарды к фазе массового цветения и пролонгирует процесс его накопления до окончания цветения. Известкование напрямую (через соотношение кальция – калий) [9, 19] или опосредовано (через жизнедеятельность полезных микроорганизмов) [20] может влиять на поступление элементов питания в растения. Достоверные различия составили 0,22...0,51 п. п. при применении аммиачной селитры, 0,13...0,65 п. п. – аммонизированного суперфосфата и 0,10...0,51 п. п. – хлористого калия.

Наибольшее увеличение массовой доли эфирного масла во второй фенологической фазе было отмечено в вариантах $N_{80}P_{90}K_{90}$ (+0,50 п. п.), фон + $N_{80}P_{90}K_{90}$ (+0,65 п. п.); в третьей – $N_{80}P_{30}K_{90}$, $N_{80}P_{90}K_{90}$ (+0,32 п. п.), фон + $N_{80}P_{60}K_{90}$ (+0,51 п. п.) и в сумме за три фазы – $N_{80}P_{90}K_{90}$ (+0,91 п. п.) и фон + $N_{80}P_{90}K_{90}$ (+1,10 п. п.).

Анализ динамики накопления эфирного масла по фазам показал, что на неизвесткованном фоне при применении минеральных удобрений в среднем во всех вариантах было отмечено достоверное увеличение массовой доли эфирного масла ко второй (0,10...0,46 п. п.) и снижение к третьей фенологической фазе (0,10...0,31 п. п.) (таблица 2).

Установлено, что в вариантах известкованного фона максимальное накопление эфирного масла также происходило к фазе массового цветения (на +0,11...+0,71 п. п.).

Из-за возможного антагонистического взаимодействия калия и кальция [19] в вариантах с применением хло-



Содержание эфирного масла в растениях монарды второго года вегетации в различных фазах онтогенеза (среднее, 2012–2013 гг.)

Таблица 1 – Влияние минеральных удобрений на массовую долю эфирного масла монарды второго года вегетации (среднее, 2012–2013 гг.)

Вариант	Массовая доля эфирного масла, % на а. с. с.			± к контролю (п. п.)			
	ф1	ф2	ф3	ф1	ф2	ф3	ф1 + ф2 + ф3
Без удобрений (контроль)	0,76	0,81	0,89				
Мелиорант (фон)	0,88	0,95	0,72	+0,12	+0,14	-0,17	+0,09
N ₄₀ P ₆₀ K ₉₀	0,78	0,91	1,05	-	-	+0,16	+0,16
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	0,86	1,13	0,98	+0,10	+0,32	-	+0,42
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	0,76	1,11	1,09	-	+0,30	+0,20	+0,50
N ₈₀ P ₃₀ K ₉₀	0,83	0,99	0,58	-	+0,17	+0,32	+0,49
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	0,86	1,13	0,98	+0,10	+0,32	-	+0,42
N ₈₀ P ₉₀ K ₉₀	0,85	1,31	1,22	+0,09	+0,50	+0,32	+0,91
N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	0,66	1,05	0,80	-0,11	+0,24	+0,09	+0,22
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	0,86	1,13	0,98	+0,10	+0,32	-	+0,42
N ₈₀ P ₆₀ K ₁₂₀	0,89	1,00	0,69	+0,13	+0,18	-0,21	+0,10
HCP ₀₅	0,082	0,100	0,086				
HCP ₀₅ по фазам	0,086						
				± к фону (п. п.)			
Фон + N ₄₀ P ₆₀ K ₉₀	0,92	1,17	1,09	-	+0,22	+0,37	+0,59
Фон + N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	0,91	1,29	1,23	-	+0,34	+0,51	+0,85
Фон + N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	0,93	1,19	1,09	-	+0,24	+0,37	+0,61
Фон + N ₈₀ P ₃₀ K ₉₀	0,93	1,21	0,85	-	+0,26	+0,13	+0,39
Фон + N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	0,91	1,29	1,23	-	+0,34	+0,51	+0,85
Фон + N ₈₀ P ₉₀ K ₉₀	0,89	1,60	1,17	-	+0,65	+0,45	+1,10
Фон + N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	0,84	0,73	1,05	-	+0,22	+0,33	+0,55
Фон + N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	0,91	1,29	1,23	-	+0,34	+0,51	+0,85
Фон + N ₈₀ P ₆₀ K ₁₂₀	0,97	1,16	1,04	+0,10	+0,21	+0,32	+0,63
HCP ₀₅	0,082	0,100	0,086				
HCP ₀₅ по фазам	0,092						
«—» различия в пределах HCP ₀₅							

Таблица 2 – Различия между фазами онтогенеза по содержанию эфирного масла в растениях монарды при применении минеральных удобрений

Неизвесткованный фон			Известкованный фон		
вариант	различия, п. п.		вариант	различия, п. п.	
	ф2 относ. ф1	ф3 относ. ф2		ф2 относ. ф1	ф3 относ. ф2
N ₄₀ P ₆₀ K ₉₀	+0,12	+0,14	N ₄₀ P ₆₀ K ₉₀	+0,25	-
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	+0,27	-0,16	N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	+0,38	-
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	+0,35	-	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	+0,26	-0,10
N ₈₀ P ₃₀ K ₉₀	+0,16	-0,41	N ₈₀ P ₃₀ K ₉₀	+0,28	-0,36
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	+0,27	-0,16	N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	+0,38	-
N ₈₀ P ₉₀ K ₉₀	+0,46	-0,10	N ₈₀ P ₉₀ K ₉₀	+0,71	-0,43
N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	+0,40	-0,25	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	-0,11	+0,32
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	+0,27	-0,16	N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	+0,38	-
N ₈₀ P ₆₀ K ₁₂₀	+0,10	-0,31	N ₈₀ P ₆₀ K ₁₂₀	+0,19	-0,12
«—» различия в пределах HCP ₀₅					

ристого калия (известкованный фон) имеются различия в динамике накопления эфирного масла при внесении K_{60} : в фазе массового цветения наблюдается достоверное снижение количества масла относительно фазы массовой бутонизации – начала цветения (–0,11 п. п.)

и его последующее увеличение под конец цветения (+0,32 п. п.).

Несмотря на то что наибольшее содержание самого масла получали в фазе массового цветения и/или в фазе конца цветения, при пересчете на единицу площади

Таблица 3 – Выход эфирного масла монарды в различных фазах онтогенеза (среднее, 2012–2013 гг.)

Вариант	Выход эфирного масла, г/м ²			
	ф1	ф2	ф3	ф1 + ф2
Без удобрений (контроль)	1,17	1,20	0,87	2,37
Мелиорант (фон)	2,08	2,32	1,14	4,40
$N_{40}P_{60}K_{90}$	1,88	2,12	1,54	4,00
$N_{80}P_{60}K_{90}$	2,56	3,48	1,87	6,04
$N_{120}P_{60}K_{90}$	2,01	3,01	1,79	5,02
$N_{80}P_{30}K_{90}$	2,31	2,98	1,03	5,28
$N_{80}P_{60}K_{90}$	2,56	3,48	1,87	6,04
$N_{80}P_{90}K_{90}$	2,31	3,77	2,30	6,08
$N_{80}P_{60}K_{60}$	1,88	2,94	1,52	4,82
$N_{80}P_{60}K_{90}$	2,56	3,48	1,87	6,04
$N_{80}P_{60}K_{120}$	2,05	2,87	1,29	4,92
Фон + $N_{40}P_{60}K_{90}$	2,55	3,44	2,06	5,99
Фон + $N_{80}P_{60}K_{90}$	2,96	4,44	2,88	7,40
Фон + $N_{120}P_{60}K_{90}$	2,43	3,71	2,18	6,14
Фон + $N_{80}P_{30}K_{90}$	2,92	3,77	1,94	6,69
Фон + $N_{80}P_{60}K_{90}$	2,96	4,44	2,88	7,40
Фон + $N_{80}P_{90}K_{90}$	2,86	5,32	2,60	8,18
Фон + $N_{80}P_{60}K_{60}$	2,68	2,28	2,28	4,96
Фон + $N_{80}P_{60}K_{90}$	2,96	4,44	2,88	7,40
Фон + $N_{80}P_{60}K_{120}$	3,13	3,95	2,45	7,08

Таблица 4 – Относительное значение выхода эфирного масла монарды в диапазоне доз внесения минеральных удобрений

Дозы минеральных удобрений	Относительное значение выхода эфирного масла, %			
	известкованный фон		неизвесткованный фон	
	массовая бутонизация – начало цветения	массовое цветение	массовая бутонизация – начало цветения	массовое цветение
$N_{40} - N_{80}$	–58	–114	–20	–43
$N_{80} - N_{120}$	+48	+39	+26	+31
$N_{40} - N_{120}$	–	–74	–	–
$P_{30} - P_{60}$	–	–42	–	–29
$P_{60} - P_{90}$	–	–	–	–38
$P_{30} - P_{90}$	–	–66	–	–67
$K_{60} - K_{90}$	–58	–45	–	–89
$K_{90} - K_{120}$	+43	+51	–	+21
$K_{60} - K_{120}$	–	–	–22	–68

«–» различия в пределах HCP_{05}

и по результатам дисперсионного анализа на обоих фонах наибольший выход эфирного масла наблюдался в фазах массовой бутонизации – начала цветения и/или массового цветения (таблица 3).

Внесение мелиоранта повлияло на увеличение выхода эфирного масла относительно контроля (на 0,91 и 1,12 г/м²) и в вариантах с применением NPK относительно вариантов известкованного фона (на 0,40–1,07 и 0,70–1,56 г/м²) [21].

Исследованиями установлено, что на известкованном фоне при применении азотного удобрения выход эфирного масла монарды в первой фенологической фазе составил 1,88–2,56 г/м², а во второй – 2,12–3,48 г/м²; фосфорного – 2,31–2,56 и 2,98–3,77; калийного – 1,88–2,56 и 2,87–3,48; на известкованном фоне – 2,43–2,96 и 3,44–4,44; 2,86–2,96 и 3,77–5,32; 2,68–3,13 г/м² и 2,28–4,44 г/м² соответственно.

Оценка достоверных различий между вариантами показала, что накопление как эфирного масла, так и фитомассы монарды дудчатой под влиянием NPK происходит интенсивнее во второй фенологической фазе массового цветения. Причем на обоих фонах с ростом доз вносимых удобрений наблюдается тенденция к уменьшению амплитуды изменений (таблица 4).

В результате сравнения вариантов по блокам (применение различных доз азотного, фосфорного и калийного удобрений) и относительных значений между вариантами, а также при определении выхода эфирного масла в сумме за две фазы отобраны наилучшие варианты: N₈₀P₉₀K₉₀ (6,08 г/м²) и фон + N₈₀P₉₀K₉₀ (8,18 г/м²).

Выводы

Исследованиями установлено, что на процессы синтеза и накопления эфирного масла в растениях монарды дудчатой на дерново-подзолистых супесчаных почвах с кислой и слабокислой реакцией среды положительно влияют азотное, фосфорное и калийное удобрения: в первой фазе – до 17 %, во второй – до 68 %, а в третьей – 62 %.

Применение мелиоранта в виде пылевидной доломитовой муки приводит к изменению динамики накопления эфирного масла монарды. Положительный эффект при применении минеральных удобрений (NPK) на известкованном фоне наблюдался во всех отмеченных фенологических фазах развития монарды дудчатой (12–28 %, 14–30 % и 19–52 %).

Установлено, что наибольшее содержание массовой доли эфирного масла в динамике получено в фазе массового цветения в вариантах N₈₀P₉₀K₉₀ и фон + N₈₀P₉₀K₉₀ (1,31 и 1,60 % на а. с. с.); в фазе конец цветения – N₈₀P₉₀K₉₀ и фон + N₈₀P₉₀K₉₀ (1,22 и 1,23 % на а. с. с.).

Лучшим сроком для сбора надземной массы на отгонку эфирного масла, с учетом урожайности, являются фазы массовой бутонизации – начала цветения (1,17–3,13 г/м²) и массового цветения (1,20–5,32 г/м²). Наибольший выход масла в первой фазе был отмечен в вариантах N₈₀P₆₀K₉₀, фон + N₈₀P₆₀K₉₀ и фон + N₈₀P₉₀K₁₂₀, а во второй – N₈₀P₆₀K₉₀, N₈₀P₉₀K₉₀ и фон + N₈₀P₉₀K₉₀.

Максимальный выход эфирного масла в сумме за две фазы получен в вариантах N₈₀P₉₀K₉₀ (6,08 г/м²) и фон + N₈₀P₉₀K₉₀ (8,18 г/м²).

Литература

1. Маланкина, Е. Л. Агробиологическое обоснование повышения продуктивности эфиромасличных растений из се-

мейства Яснотковые (*Lamiaceae* L.) в Нечерноземной зоне России: автореф. дис. ... д-ра. с.-х. наук: 06.01.13 / Е. Л. Маланкина; Бот. сад ВИЛАРа. – М., 2007. – 39 с.

2. Тарасенко, С. А. Урожайность и качество корней и корневищ валерианы лекарственной при различных условиях питания / С. А. Тарасенко, С. В. Брилева // Земляробства і ахова раслін. – 2005. – № 2. – С. 22–24.

3. Орел, Т. И. Влияние различных удобрений на рост и продуктивность ароматических растений в условиях микроорошения / Т. И. Орел // Бюл. Никит. бот. сада. – 2010. – Вып. 101. – С. 53–60.

4. Палий, И. Н. Физиологические особенности *Agastache foeniculum* Pursh. и *Nepeta cataria* var. *citriodora* Beck. в условиях Южного берега Крыма: дис. ... канд. биол. наук: 03.01.05 / И. Н. Палий. – Ялта, 2015. – 184 л.

5. Палий, И. Н. Влияние почвенного питания на формирование урожая и выход эфирного масла *Agastache foeniculum* Pursh. / И. Н. Палий // Ученые записки ТНУ им. В. И. Вернадского. Сер. Биология. Химия. – 2012. – Т. 25, № 2. – С. 120–125.

6. Битюцкий, Н. П. Микроэлементы в жизни растений / Н. П. Битюцкий. – СПб: Изд-во СПб ун-та, 2011. – 367 с.

7. Карпук, В. В. Фармакогнозия: учеб. пособие / В. В. Карпук. – Минск: БГУ, 2011. – 340 с.

8. Шутова, А. Г. Состав, свойства и применение фенольных и терпеновых соединений экстрактов и эфирных масел пряно-ароматических растений семейства *Lamiaceae*: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.04 / А. Г. Шутова. – Минск, 2007. – 207 л.

9. Биоэкологические особенности выращивания пряно-ароматических и лекарственных растений / А. А. Аутко [и др.]. – Минск: Тонпик, 2003. – 159 с.

10. Влияние внешних условий на лекарственные растения [Электронный ресурс] / Агропромышленный портал Оренбургской области. – Режим доступа: <http://agro-portal.su/lekarstvennyye-rasteniya/2700-vliyaniye-vneshnih-usloviy-na-lekarstvennyye-rasteniya.html>. – Дата доступа: 15.09.2016.

11. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 350 с.

12. Дрягин, В. М. Монарда – новое овощное пряно-вкусовое растение / В. М. Дрягин. – М.: Всерос. НИИ селекции и семеновод. овощных культур, 1994. – 98 с.

13. Способ выращивания монарды дудчатой в Западной Сибири: пат. 2250596 РФ, МПК А01G1/100 / Г. И. Высочина, Т. А. Волхонская, О. Ю. Васильева. – Опубл. 27.04.2005.

14. Бейдман, И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ / И. Н. Бейдман. – Новосибирск: Наука, 1974. – 153 с.

15. Государственная фармакопея РБ: в 3 т. Т. 1. Общие методы контроля качества лекарственных средств / УП «Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении»; под общ. ред. Г. В. Годовальникова. – 2-е изд., стереотип. – Молодечно: Победа, 2010. – 656 с.

16. Марцуль, О. Н. Влияние различных видов органических удобрений на продуктивность звена севооборота и агрохимические показатели дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы: автореф. дис. ... к-та с.-х. наук: 06.01.04 / О. Н. Марцуль; «Ин-т почвоведения и агрохимии». – Минск, 2011. – 21 с.

17. Физиология растений: учеб. пособие / Н. Д. Алехина [и др.]; под ред. И. П. Ермакова. – М.: Академия, 2005. – 640 с.

18. Первичный и вторичный метаболизм растений. Конспект лекций // Учебный портал РУДН [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: http://web-local.rudn.ru/web-local/prep/rj/files.php?f=pf_66c17d432b87b9bc55bc80a43beefc38. – Дата доступа: 13.02.2014.

19. Мантрова, Е. З. Оранжевая гвоздика [Электронный ресурс] / Е. З. Мантрова // Библиотека по цветоводству. – Режим доступа: <http://flowerlib.ru/books/item/f00/s00/z0000064/st011.shtml>. – Дата доступа: 14.05.2017.

20. Библиотека по агрономии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agrolib.ru/books/item/f00/s00/z0000019/st019.shtml>. – Дата доступа: 06.08.2019.

21. Влияние органоминеральных удобрений и извести на продуктивность различных сортов мяты перечной / А. И. Морозов [и др.] // Агрохимия. – 2012. – № 11. – С. 28–33.

22. Орел, Т. И. Влияние удобрений на рост и продуктивность эфиромасличных и лекарственных растений в Крыму / Т. И. Орел // Бюлл. ГНБС. – Ялта, 2018. – Вып. 128. – С. 70–76.