

- тосинтеза по сравнению с фоновым вариантом $N_{18}P_{63}K_{96}$. Инокуляция семян способствует увеличению фотосинтетического потенциала посевов в течение вегетации за счет увеличения листовой поверхности.
- Основным фактором увеличения листовой поверхности и накопления биомассы гороха было минеральное питание, применение регулятора роста и инокуляция семян гороха.
 - Наиболее высоких значений площадь листовой поверхности достигала в фазе цветения (32,14–33,02 тыс. м²/га) и фотосинтетический потенциал в фазе цветения – образования бобов (0,52–0,55 млн м² сут/га) в вариантах $N_{18}P_{63}K_{96}$ + ризобийный инокулянт и $N_{18}P_{63}K_{96}$ + ризобийный инокулянт + МикроСтим В, что и предопределило максимальную урожайность семян гороха (36,6–37,1 ц/га) в данных вариантах опыта.

УДК 633.8:631.8

Содержание макроэлементов в надземной фитомассе растений монарды дудчатой в онтогенезе при применении макро-, микроудобрений и ретардантов

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 12.12.2019 г.)

В статье представлены результаты трехлетних исследований по изменению элементного состава (N, P, K) фитомассы эфирномасличного, пряно-ароматического и лекарственного растения монарды дудчатой в онтогенезе при применении минеральных удобрений и регуляторов роста. Определено, что при увеличении вносимой дозы азотно-фосфорно-калийного удобрения, независимо от pH почвенной среды, происходит увеличение содержания основных элементов (N, P и K): наибольшее количество азота и фосфора накапливается в фазе массовой бутонизации – начала цветения, а калия – в фазе массового цветения. В первый год вегетации обработка микроэлементами и ретардантами не повлияла на содержание N, P и K в растениях монарды.

Введение

Экологическая составляющая в культивировании новых интродуцированных растений подразумевает подбор оптимальных доз удобрений, а также изучение их влияния на качественные показатели интродуцентов [1]. Монарда дудчатая (*Monarda fistulosa* L.) является пряно-ароматическим, эфирномасличным и лекарственным растением, что подразумевает использование ее фитосырья, вытяжек из него и его эфирного масла в разных отраслях. Изучение содержания макроэлементов (азота, фосфора и калия) в надземной массе важно как для первичного, так и для вторичного метаболизма. Исследований по применению средств химизации и их влиянию на качественные параметры данной культуры в нашей республике не проводилось.

Литература

- Формирование высокой урожайности семян гороха / Н. П. Лукашевич [и др.] // Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. – 1997. – № 2. – С. 41–44.
- Семененко, Н. Н. Научные основы совершенствования системы управления производственным процессом зерновых культур / Н. Н. Семененко // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 1. – С. 3–12.
- Никитин, С. Н. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах и динамика ростовых процессов при применении биологических препаратов / С. Н. Никитин // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 1. – С. 33–38.
- Кумаков, В. А. Биологические основы возделывания яровой пшеницы по интенсивной технологии / В. А. Кумаков. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 104 с.
- Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: ИД Альянс, 2011. – 352 с.
- Физиология и биохимия растений: методические указания / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия / В. П. Моисеев, Н. П. Решецкий. – Горки, 2009. – 124 с.

*The article is showed the results of three-year research on the change in the elemental composition (N, P, K) of the phytomass of the essential oil, spicy aromatic and medicinal plant *Monarda fistulosa* L. in ontogenesis using mineral fertilizers and growth regulators. It was determined that with an increase in the applied dose of nitrogen-phosphorus-potassium fertilizers regardless of the pH of the soil there is an increase in the content of the main elements (N, P and K): the greatest amount of nitrogen and phosphorus accumulates in the vegetative phase, and potassium – in the reproductive phase. In the first year of vegetation treatment with trace elements and retardants did not affect the content of N, P and K in *Monarda* plants.*

Материалы и методы исследований

Исследования проводили путем постановки многофакторного полевого эксперимента по методике Б. А. Доспехова [2] на двух последовательно открывающихся полях в 2011–2013 гг. на территории Центрального ботанического сада НАН Беларуси.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая супесчаная, характеризовалась следующими агрохимическими показателями: рН_{KCl} – 4,92, гумус – 2,73 % (по Тюрину), содержание подвижных форм фосфора (P₂O₅) и калия (K₂O) (по Кирсанову) – 198 и 136 мг/кг соответственно. Содержание в почве подвижных форм микроэлементов составило: меди (Cu) – 4,00 мг/кг, цинка (Zn) – 4,70 мг/кг и бора (B) – 0,31 мг/кг почвы.

Схема опыта включала 28 вариантов в четырехкрат-

ной повторности с многоступенчатым расположением делянок (таблица 1). Площадь опытной делянки составляла 6,3 м².

Площадь питания растений – 70 × 45 см [3, 4].

Доломитовую муку вносили осенью под вспашку из расчета нейтрализации полной гидролитической кислотности. Основные минеральные удобрения (азотное, фосфорное и калийное) вносили под предпосевную обработку за 1–1,5 недели до высадки рассады на опытный участок. В качестве азотного удобрения использовали аммиачную селитру, в качестве фосфорного и калийного – аммонизированный суперфосфат и хлористый калий.

Эффективность применения микроудобрений исследовали на фоне внесения азотного, фосфорного и калийного удобрений в дозах N₈₀P₆₀K₉₀ на двух участках: 1 – без известкования и 2 – с известкованием. Некорневую подкормку растений монарды дудчатой первого года вегетации (II декада августа) и растений второго года вегетации (III декада мая) проводили растворами солей CuSO₄·5H₂O, ZnSO₄·7H₂O и кислоты H₃BO₃ и их смесь в соотношении 1:1:1 из расчета 50 г/га д. в. Некорневую обработку регуляторами роста ретардантного типа ССС и Терпалом (бикомпонентная смесь) проводили за 7–10 дней до уборки сырья в концентрации хлормекватхлорида (д. в.) 0,16 %, и дополнительно был внесен этефон в концентрации 0,08 % по д. в.

В первый год вегетации растения срезали в конце вегетационного периода, который соответствовал фазе бутонизации – начала цветения, во второй и третий годы – в период наступления основных фенологических фаз:

I – массовой бутонизации – начала цветения, II – массового цветения, III – начала плодоношения. Наступление основных фенологических фаз определяли по методике И. Н. Бейдмана [5].

Определение содержания в надземной части монарды дудчатой макроэлементов азота, фосфора и калия выполняли в РНИУП «Институт радиологии» по соответ-

Таблица 1 – Схема опыта

№	Вариант	№	Вариант
1	Контроль	15	Мелиорант – фон
2	N ₄₀ P ₆₀ K ₉₀	16	Фон + N ₄₀ P ₆₀ K ₉₀
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ (фон 1)	17	Фон + N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ (фон 2)
4	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	18	Фон + N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀
5	N ₈₀ P ₃₀ K ₉₀	19	Фон + N ₈₀ P ₃₀ K ₉₀
6	N ₈₀ P ₉₀ K ₉₀	20	Фон + N ₈₀ P ₉₀ K ₉₀
7	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	21	Фон + N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀
8	N ₈₀ P ₆₀ K ₁₂₀	22	Фон + N ₈₀ P ₆₀ K ₁₂₀
9	Фон 1 + Cu _{0,05}	23	Фон 2 + Cu _{0,05}
10	Фон 1 + Zn _{0,05}	24	Фон 2 + Zn _{0,05}
11	Фон 1 + B _{0,05}	25	Фон 2 + B _{0,05}
12	Фон 1 + Cu _{0,05} Zn _{0,05} B _{0,05}	26	Фон 2 + Cu _{0,05} Zn _{0,05} B _{0,05}
13	Фон 1 + ССС*	27	Фон 2 + ССС
14	Фон 1 + Терпал	28	Фон 2 + Терпал

Примечание –*ССС – хлормекватхлорид, торговая марка ЦеЦеЦЕ™ 750

Таблица 2 – Содержание азота, фосфора и калия в фитомассе монарды дудчатой при различных уровнях минерального питания

Вариант	Содержание, %, на а. с. с.				Вариант	Содержание, %, на а. с. с.			
	2011–2012 гг.	фазы онтогенеза, 2012–2013 гг.				2011–2012 гг.	фазы онтогенеза, 2012–2013 гг.		
		I	II	III			I	II	III
Азот									
Контроль	4,00	3,29	3,33	2,85	Мелиорант (фон)	4,21	4,27	3,87	2,95
N ₄₀ P ₆₀ K ₉₀	4,12	4,07	3,46	3,04	Фон + N ₄₀ P ₆₀ K ₉₀	4,32	4,75	4,03	3,35
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	4,60	4,75	4,10	3,37	Фон + N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	4,65	4,96	4,38	3,52
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	4,62	5,07	4,45	3,43	Фон + N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	4,69	5,29	4,60	3,63
HCP ₀₅	0,377	0,301	0,357	0,411	HCP ₀₅	0,377	0,301	0,357	0,411
HCP ₀₅	–	0,361			HCP ₀₅	–	0,355		
Фосфор									
Контроль	0,35	0,37	0,30	0,27	Мелиорант (фон)	0,43	0,40	0,33	0,31
N ₈₀ P ₃₀ K ₉₀	0,35	0,40	0,31	0,30	Фон + N ₈₀ P ₃₀ K ₉₀	0,45	0,42	0,34	0,31
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	0,40	0,45	0,36	0,34	Фон + N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	0,46	0,48	0,39	0,36
N ₈₀ P ₉₀ K ₉₀	0,42	0,49	0,38	0,37	Фон + N ₈₀ P ₉₀ K ₉₀	0,46	0,54	0,42	0,40
HCP ₀₅	0,054	0,048	0,035	0,036	HCP ₀₅	0,054	0,048	0,035	0,036
HCP ₀₅	–	0,045			HCP ₀₅	–	0,034		
Калий									
Контроль	2,74	2,82	2,94	2,80	Мелиорант (фон)	2,15	2,38	1,67	1,21
N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	2,90	3,10	3,83	3,86	Фон + N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	2,25	2,07	3,06	1,62
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	2,97	3,36	4,37	4,17	Фон + N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	2,43	2,59	3,42	2,07
N ₈₀ P ₆₀ K ₁₂₀	3,30	3,53	4,84	4,73	Фон + N ₈₀ P ₆₀ K ₁₂₀	3,18	2,70	3,57	2,30
HCP ₀₅	0,218	0,181	0,202	0,309	HCP ₀₅	0,218	0,181	0,202	0,309
HCP ₀₅	–	0,239			HCP ₀₅	–	0,223		

ствующим ГОСТам, определяющим порядок проведения и методику лабораторного анализа перечисленных элементов в растительных образцах [6, 7, 8].

Результаты исследований и их обсуждение

Применение средств химизации сказывается на изменении содержания элементов в растениях монарды дудчатой. В таблице 2 приведены данные по содержанию азота, фосфора и калия в надземной фитомассе в среднем за 2011–2012 гг. и в различные фазы онтогенеза 2012–2013 гг.

Дисперсионный анализ показал отсутствие достоверных различий по содержанию азота в надземной массе во всех вариантах между известкованным и неизвесткованным фоном в 2011–2012 гг.

Увеличение накопления азота в растениях может быть связано с возрастанием вносимой дозы азотных удобрений [9]. При внесении аммиачной селитры в дозах N_{80} и N_{120} по д. в. отмечено увеличение содержания азота в растениях монарды как на неизвесткованном фоне (на 15 и 16 %), так и на известкованном (на 10 и 11 %).

Кроме того, поступление питательных веществ в молодые растения определяет образование сухой массы, поэтому в более раннем возрасте они содержат больше азота и других элементов питания, чем в более поздние периоды развития [9]. Так, анализ данных по фазам онтогенеза за 2012–2013 гг. показал, что при внесении аммиачной селитры наибольшее накопление азота в растительном сырье происходит в первой фазе массовой бутонизации – начала цветения на обоих фонах. В последующих фазах наблюдается достоверное снижение содержания азота в фитомассе: на неизвесткованном фоне в среднем на 12–18 %, на известкованном – на 16–27 %, в то время как продуктивность увеличивается во второй фазе (рисунок 1).

Между вариантами известкованного и неизвесткованного фона достоверных различий по содержанию азота в растениях монарды, как и в первый год, во всех фазах онтогенеза не наблюдалось.

В первой фазе относительно контрольного и фонового вариантов с ростом дозы азотного удобрения ($N_{40-80-120}$) увеличивалось и содержание азота в фитосырье (неизвесткованный фон – 24 %, 44 %, 54 % и известкованный – 11 %, 16 %, 24 %). Во второй и третьей фазах отличие от контрольного и фонового вариантов наблюдалось лишь в вариантах с N_{80} и N_{120} : на неизвесткованном фоне – на 23–34 % и на 18–21 %, на известкованном – на 13–19 % и 19–23 % в соответствующих фазах.

Внесение доломитовой муки привело к положительной динамике накопления фосфора в растительном сырье монарды первого года вегетации по сравнению с контролем на 22 % (таблица 2). Различия между фонами наблюдались и в вариантах P_{30} (+27 %), P_{60} (+14 %).

На неизвесткованном фоне из-за снижения доступности подвижных форм фосфора для растений (интенсивное связывание полутормными окислами алюминия и железа) [10] изменение его содержания в растениях монарды относительно контрольного варианта было отмечено только в варианте P_{90} (+18 %). При известковании поглощение фосфора растениями улучшается, и поэтому различия в вариантах $P_{30-60-90}$ относительно фонового варианта было в пределах НСР.

Исследование накопления фосфора в надземной массе монарды в различных фазах онтогенеза 2012–2013 гг. показало, что различия между вариантами известкованного и неизвесткованного фонов находятся в пределах НСР.

Наибольшее содержание фосфора, как и азота, отмечено в фазе массовой бутонизации – начала цветения на обоих фонах [1] в период интенсивного синтеза органического вещества [11].

В опыте, как и с азотным удобрением, повышение дозы фосфорного (P_{60-90}) увеличивает в каждой фазе его содержание в растениях монарды на неизвесткованном (I – на 22–33 %, II – 19–25 %, III – на 27–38 %) и известкованном фоне (I – на 20–34 %, II – 18–27 %, III – на 18–30 %).

Уровень калия в растениях при известковании из-за антагонистических взаимодействий калий–кальций понижается [12], поэтому в первый год вегетации содержание калия в фитомассе монарды на фоне с мелиорантом было на 22 % ниже (таблица 2).

Достоверные различия между вариантами известкованного и неизвесткованного фонов наблюдались в вариантах K_{60} и K_{90} и составили 22 % и 18 % соответственно. В вариантах с K_{120} различия были в пределах НСР.

На обоих фонах накопление калия, как и азота, и фосфора, происходило с возрастанием дозы удобрения (K_{90-120}) – 9–21 % (неизвесткованный фон) и 13–48 % (известкованный фон).

Только при внесении хлористого калия в дозе K_{60} различий по содержанию калия в надземной массе монарды дудчатой на обоих фонах не наблюдалось.

Во второй год вегетации динамика накопления калия в растительном сырье монарды по фазам, в отличие от азота и фосфора, была иной: в контрольном вариан-

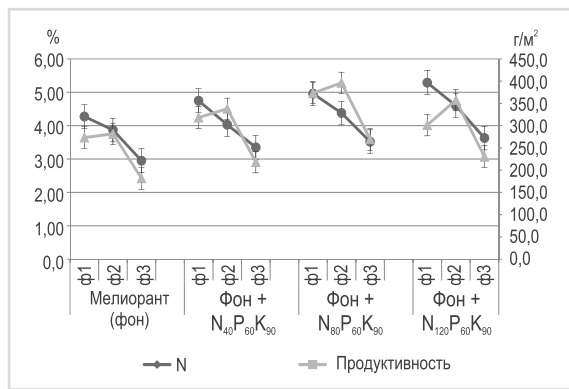
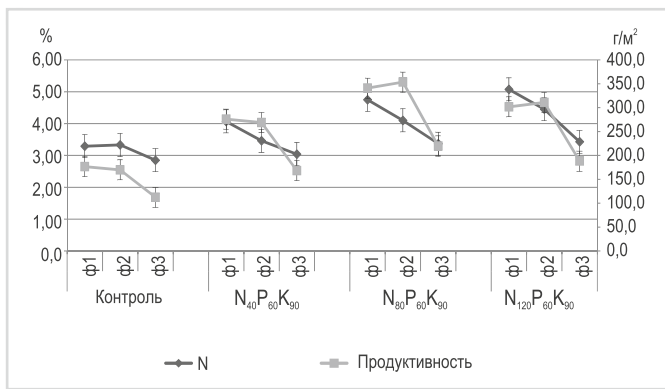


Рисунок 1 – Содержание азота и продуктивность надземной массы монарды дудчатой в онтогенезе при применении азотного удобрения (а – неизвесткованный фон, б – известкованный фон;

ф1 – фаза массовой бутонизации – начала цветения, ф2 – фаза массового цветения, ф3 – фаза конца цветения)

те содержание калия в фитомассе монарды не имело достоверных различий между фазами, а в фоновом варианте происходил снижение содержания данного элемента в растительном сырье по мере развития растений – сначала на 30 %, а затем – на 28 % (таблица 2).

Имелись различия в динамике накопления калия и между фонами (рисунок 2).

Несмотря на то что при известковании калий из трудно растворимых минералов переходит в более подвижные соединения, вследствие антагонизма между ним и кальцием, усвоение растениями калия существенно может не увеличиться [10]. Поэтому в вариантах известкованного фона относительно неизвесткованного наблюдалось снижение содержания калия в первой фазе на 33 % (K_{60}), 23 % (K_{90}) и 24 % (K_{120}); во второй – на 20 %, 22 % и 26 %; в третьей – на 58 %, 50 % и 51 % соответственно.

Физиологическая роль калия предполагает его активное участие в синтезе и передвижении органических соединений, а также обмене энергии при формировании репродуктивных органов и образовании запасных веществ. Эти процессы приходятся на фазы цветения и начала плодообразования, что повышает потребность в указанных элементах в этот период, и, возможно, аккумулялирование их в растительном сырье [11].

Вероятно, поэтому во всех вариантах известкованного фона с применением калийного удобрения наблюдалась тенденция к увеличению накопления калия с ростом растений (+32...+48 %, +22...+32 %). На известкованном фоне, вследствие антагонистического взаимодействия калий–кальций, динамика накопления изменилась, и максимальное содержание калия в сырье наблюдалось в фазе массового цветения, минимальное – в фазе конца цветения. В среднем во всех вариантах содержание калия в растительных образцах ко второй фазе увеличивается в 1,4 раза и уменьшается в 1,7 раза к третьей.

Содержание азота, фосфора и калия по вариантам в различных фазах имело корреляционную связь с накоплением вторичных метаболитов: эфирным маслом (коэффициент корреляции Пирсона, $r_{xy} = 0,406...0,707$), его выходом (0,423...0,700), суммой фенольных соединений (–0,463...–0,663) и содержанием экстрактивных веществ (0,440...0,628).

Исследования с применением микроэлементов и регуляторов роста показали, что содержание калия на неизвесткованном фоне, а фосфора и азота на обоих

фонах как у виргинильных, так и у генеративных растений не отличается от фоновых вариантов (таблица 3).

Это может быть связано со сроком внесения микроудобрений и физиологической особенностью развития растений в первый год вегетации.

На известкованном фоне содержание калия имело отличие от фоновых вариантов от –21 до +22 % (Cu, B, Cu + Zn + B и ретарданты), и имеет корреляционную связь с выходом эфирного масла монарды дудчатой ($r_{xy} = 0,401$) и продуктивностью надземной массы (0,491).

Во второй год вегетации при применении микроэлементов и ретардантов наибольшее накопление азота, фосфора и калия отмечено в фазе массовой бутонизации – начала цветения на обоих фонах.

Содержание азота, как и в первый год, не имело достоверных различий относительно фоновых вариантов. В среднем по вариантам на обоих фонах изменение концентрации фосфора наблюдалось при применении бора и смеси микроэлементов (–11...–27 %) в первой и второй фазах. Под действием ретардантов количество фосфора на обоих фонах уменьшилось на 11...29 % (ССС – во всех трех фазах, Терпал – во второй и третьей). Отрицательный баланс фосфора при применении средств химизации наблюдался у мелиссы лекарственной и шалфея лекарственного в опытах А. А. Аутко [13].

На неизвесткованном фоне содержание калия при применении микроэлементов и ретардантов на генеративных растениях возросло относительно фоновых вариантов во второй фазе (+9...+52 %) и снизилось к третьей (–42...–64 %). На известкованном фоне изменение содержания калия наблюдалось в первой фазе (+31...+88 %) под воздействием микроэлементов и ретардантов, и снизилось к третьей при применении только ретардантов (–17...–27 %).

Медь, цинк и бор являются микроэлементами, активно участвующими в метаболизме растений, и входят в структуру различных ферментов, а калий, являясь потенциалобразующим элементом, активирует многие биохимические процессы [14, 15].

Ретарданты запускают пути синтеза вторичных метаболитов, в которых участвуют основные элементы питания (азот, фосфор и калий), что обуславливает увеличение или снижение их содержания в растениях [16].

Наилучшим вариантом по содержанию азота, фосфора и калия оказался вариант $N_{80}P_{60}K_{90}$ как в первый год вегетации, так и во второй (фаза массовой бутонизации – начала цветения и фаза массового цветения).

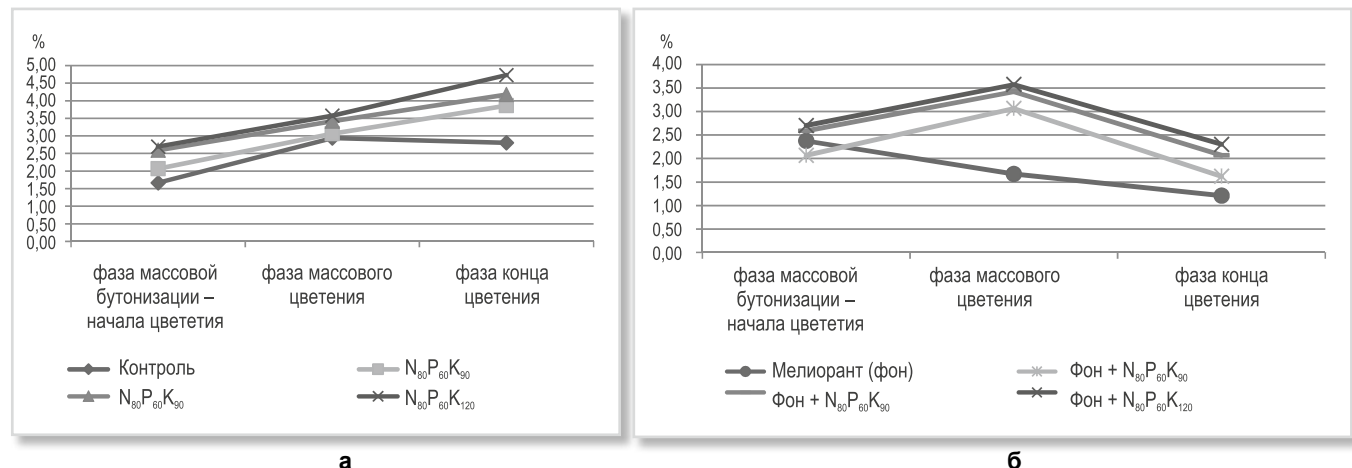


Рисунок 2 – Содержание калия в растениях монарды дудчатой по фазам онтогенеза при различных дозах калийных удобрений (а – неизвесткованный фон, б – известкованный фон)

Таблица 3 – Содержание азота, фосфора и калия в фитомассе монарды дудчатой при обработках микроэлементами

Вариант	Содержание, %, на а. с. с.				Вариант	Содержание, %, на а. с. с.			
	2011–2012 гг.	фазы онтогенеза, 2012–2013 гг.				2011–2012 гг.	фазы онтогенеза, 2012–2013 гг.		
		I	II	III			I	II	III
Азот									
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀ (фон 1)	4,60	4,75	4,10	3,37	Мелиорант + N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀ (фон 2)	4,65	4,96	4,38	3,52
Фон 1 + Cu	4,70	4,88	4,41	3,39	Фон 2 + Cu	4,78	5,01	4,75	3,58
Фон 1 + Zn	4,65	4,49	4,10	3,08	Фон 2 + Zn	4,62	5,30	4,18	3,53
Фон 1 + B	4,57	4,58	4,26	3,19	Фон 2 + B	4,71	4,87	4,29	3,46
Фон 1 + Cu Zn B	4,52	4,62	4,24	3,30	Фон 2 + Cu Zn B	4,74	4,80	4,61	3,43
Фон 1 + CCC	4,50	4,82	3,94	3,27	Фон 2 + CCC	4,69	4,93	4,83	3,63
Фон 1 + Терпал	4,46	4,63	3,42	3,00	Фон 2 + Терпал	4,67	4,66	4,74	3,41
HCP ₀₅	0,377	0,301	0,357	0,411	HCP ₀₅	0,377	0,301	0,357	0,411
HCP ₀₅	–	0,361			HCP ₀₅	–	0,355		
Фосфор									
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀ (фон 1)	0,40	0,45	0,36	0,34	Мелиорант + N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀ (фон 2)	0,46	0,48	0,39	0,36
Фон 1 + Cu	0,43	0,47	0,38	0,36	Фон 2 + Cu	0,48	0,51	0,39	0,39
Фон 1 + Zn	0,43	0,40	0,36	0,33	Фон 2 + Zn	0,44	0,42	0,36	0,35
Фон 1 + B	0,41	0,40	0,29	0,35	Фон 2 + B	0,45	0,39	0,34	0,40
Фон 1 + Cu Zn B	0,40	0,33	0,28	0,33	Фон 2 + Cu Zn B	0,43	0,36	0,33	0,34
Фон 1 + CCC	0,42	0,36	0,28	0,30	Фон 2 + CCC	0,47	0,40	0,34	0,33
Фон 1 + Терпал	0,40	0,42	0,25	0,25	Фон 2 + Терпал	0,47	0,46	0,32	0,28
HCP ₀₅	0,054	0,048	0,035	0,036	HCP ₀₅	0,054	0,048	0,035	0,036
HCP ₀₅	–	0,045			HCP ₀₅	–	HCP ₀₅		
Калий									
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀ (фон 1)	2,97	3,36	4,37	4,17	Мелиорант + N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀ (фон 2)	2,43	2,59	3,42	2,07
Фон 1 + Cu	3,05	3,27	6,66	4,34	Фон 2 + Cu	2,93	4,86	3,63	1,85
Фон 1 + Zn	2,84	3,43	6,19	2,30	Фон 2 + Zn	2,61	3,39	3,42	2,03
Фон 1 + B	3,12	3,29	4,98	2,19	Фон 2 + B	2,97	4,08	3,36	1,96
Фон 1 + Cu Zn B	3,16	3,27	4,18	2,41	Фон 2 + Cu Zn B	2,80	3,91	3,57	1,91
Фон 1 + CCC	2,72	3,27	4,47	2,20	Фон 2 + CCC	2,79	3,95	3,24	1,71
Фон 1 + Терпал	2,92	3,30	4,76	1,51	Фон 2 + Терпал	2,77	4,45	3,01	1,51
HCP ₀₅	0,218	0,181	0,202	0,309	HCP ₀₅	0,218	0,181	0,202	0,309
HCP ₀₅	–	0,239			HCP ₀₅	–	0,223		

Наилучшими вариантами по накоплению азота, фосфора и калия в процессе онтогенеза (первый и второй год) на обоих фонах оказался вариант с применением меди. В третьей фазе растений второго года на фоне известкования был выделен еще один вариант – с бором.

Выводы

1. Увеличение вносимой дозы азотного, фосфорного, калийного удобрений способствует аккумуляции основных элементов в виргинильных (+10...+48 %) и генеративных (+11...+105 %) растениях монарды дудчатой, выращиваемой на дерново-подзолистой супесчаной почве с pH от 4,9 до 5,5. Микроэлементы и ретарданты оказались эффективными только в отношении калия (до +22 %) на фоне известкования.
2. У генеративных растений наибольшее содержание азота и фосфора наблюдалось в фазе массовой бутонизации – начала цветения (5,07–5,29 %, 0,49–0,54 % соответственно), а калия – в фазе массового цветения

(6,19–6,66 %). Кроме того, внесение доломитовой муки снижает содержание калия в фитомассе монарды (до –58 %) относительно вариантов неизвесткованного фона и изменяет динамику его накопления в онтогенезе.

3. Применение микроудобрений на растениях второго года не сказалось на содержании азота. Изменение содержания фосфора в сырье монарды отмечено в вариантах обоих фонов (до –29 %). Положительное влияние микроудобрений на накопление калия на известкованном фоне отмечено в фазе массового цветения (до +52 %) и отрицательное – в фазе конца цветения (до –48 %). На фоне известкования положительный эффект «сдвинут» к фазе массовой бутонизации – начала цветения (до +88 %).
4. В основном на содержании фосфора и калия в растениях второго года жизни применение ретардантов сказалось отрицательно (до –29 % и –64 %). Положительный эффект по накоплению калия, как и в пер-

вый год развития, наблюдался только в первой фазе на фоне известкования (до +72 %).

5. Содержание азота, фосфора и калия имеет корреляционную связь с накоплением вторичных метаболитов.
6. Наилучшим вариантом по накоплению основных элементов при различных уровнях азотно-фосфорно-калийного питания монарды дудчатой, выращиваемой на дерново-подзолистой супесчаной почве с pH от 4,9 до 5,5 в центральной части Беларуси, стал вариант $N_{80}P_{60}K_{90}$, а при применении микроудобрений – с медью и бором.

Литература

1. Особенности биохимического состава некоторых видов семейства Яснотковых при интродукции в Беларусь / Ж. А. Рупасова [и др.] // Ботанические сады: состояние и перспективы сохранения, изучения, использования биологического растительного мира: матер. междунар. науч. конф., Минск, 30–31 мая 2002 г. / ЦБС НАН Беларуси; ред.: В. Н. Решетников [и др.]. – Минск, 2002. – С. 233–235.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 350 с.
3. Дрягин, В. М. Монарда – новое овощное пряно-вкусовое растение / В. М. Дрягин. – М.: Всерос. НИИ селекции и семеновод. овощных культур, 1994. – 98 с.
4. Способ выращивания монарды дудчатой в Западной Сибири: пат. 2250596 РФ, МПК А01G1/100 / Г. И. Высочина, Т. А. Волхонская, О. Ю. Васильева. – Оpubл. 27.04.2005.
5. Бейдман, И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ / И. Н. Бейдман. – Новосибирск: Наука, 1974. – 153 с.
6. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина: ГОСТ 13496.4–93. – Взамен ГОСТ 13496.4–84; введ. РФ 01.01.95. – М.: Госстандарт России, 1995. – 8 с.
7. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора: ГОСТ 26657–97. – Взамен ГОСТ 26657–85; введ. РФ 01.01.99. – М.: Госстандарт России, 1999. – 8 с.
8. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Пламенно-фотометрический метод определения содержания калия: ГОСТ 30504–97; введ. РФ 01.01.99. – М.: Госстандарт России, 1999. – 6 с.
9. Степуро, М. Ф. Сезонная динамика потребления и вынос основных элементов питания белокочанной капусты на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / М. Ф. Степуро // Сб. науч. тр. / НАН Беларуси, Ин-т природопольз. – Минск, 2012. – Вып. 22: Природопользование. – С. 247–251.
10. Смирновский, П. М. Известкование кислых почв / П. М. Смирновский // Агрохимия: учеб. пособие / В. М. Клечковский, А. В. Петербургский. – М., 1964. – С. 128–162.
11. Смирнов, П. М. Агрохимия: учебное пособие / П. М. Смирнов, Э. А. Муравин; под ред. И. П. Дерюгина. – М.: Колос, 1984. – 304 с.
12. Мантрова, Е. З. Оранжерейная 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.
13. Биозоологические особенности выращивания пряно-ароматических и лекарственных растений / А. А. Аутко [и др.]. – Минск: Тонпик, 2003. – 159 с.
14. Битюцкий, Н. П. Микроэлементы и растения: учеб. пособие / Н. П. Битюцкий. – СПб: Изд-во СПб ун-та, 1999. – 232 с.
15. Битюцкий, Н. П. Микроэлементы в жизни растений / Н. П. Битюцкий; ред. кол. В. Н. Ефимов. – СПб: Изд-во СПб ун-та, 2011. – 367 с.
16. Маланкина, Е. Л. Агробиологическое обоснование повышения продуктивности эфиромасличных растений из семейства 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.

УДК 634.13:632.2/4

Фитосанитарное состояние интенсивных насаждений груши в Беларуси

В. С. Комардина, Н. Е. Колтун, кандидаты биологических наук,
С. И. Ярчаковская, кандидат с.-х. наук
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 02.09.2019 г.)

Установлено, что в интенсивных насаждениях груши доминировали сосущие вредители из отрядов Homoptera (обыкновенная грушевая медяница *Psylla pyri* L. – до 33,2 личинок на 2 м ветвей и зеленая яблонная тля *Aphis pomi* L. – до 10 % заселенных побегов) и Acarina (грушевый галловый клещ *Eriophyes pyri* Pgst. – до 30,2 % поврежденных листьев). Из отряда Coleoptera на груше выявлены: грушевый трубковерт *Byctiscus betulae* L. – до 5,1 гнезд на дерево, яблонный цветоед *Anthonomus pomorum* L. – до 4,8 % поврежденных бутонов. Из фитофагов отряда Lepidoptera доминировала яблонная плодожорка *Cydia pomonella* L., поврежденность плодов груши которой достигала 23,2 %.

Повсеместно в садах доминировали следующие болезни: парша груши (*Venturia pirina*) – развитие до 10,2 %, бурая (стемфилиозная) пятнистость листьев (*Stemphylium vesicarium*) – развитие до 17,3 % и плодовая гниль (*Monilia fructigena*) – распространенность до 15 %. На листьях груши белорусской селекции выявлена ржавчина (*Gym-*

*It is determined that in the intensive pear plantations have prevailed sucking pests from the orders Homoptera (pear psylla *Psylla pyri* L. – up to 33,2 larvae on 2 m branches and green apple aphid *Aphis pomi* L. – up to 10 % of colonized shoots) and Acarina (pear leaf blister mite *Eriophyes pyri* Pgst. up to 30,2 of damaged leaves). From Coleoptera order on pear tree *Byctiscus betulae* L. has been revealed – up to 5,1 nests per tree, blossom beetle *Anthonomus pomorum* L. – up to 4,8 % of buds damaged. From phytophages of the order Lepidoptera codling moth *Cydia pomonella* L. has prevailed, pear fruits damage has reached 23,2 %.*

*Everywhere in the orchards the following diseases have dominated: pear scab (*Venturia pirina*) – development up to 10,2 %, brown (*stemphylium*) leaf spot (*Stemphylium vesicarium*) – severity up to 17,3 % and fruit rot (*Monilia fructigena*) – incidence up to 15 %. On Belarusian selection pear leaves rust (*Gymnosporangium sabinae*) has been determined – the severity on leaves up to 10,5 %, on foreign selection pear*