

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
Центральный ботанический сад
Научно-практический центр по биоресурсам
Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича
Институт леса



Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов

Материалы III Международной конференции,
посвященной 110-летию со дня рождения академика Н.В. Смольского
(7–9 октября 2015 г., Минск, Беларусь)

**В двух частях
Часть 1**

**Секция 1. Ресурсы и биоразнообразие растительного мира:
современное состояние, воспроизводство, охрана
и устойчивое использование**

**Секция 2. Современные направления изучения
ботанических коллекций для сохранения
и рационального использования
биоразнообразия растительного мира**

Минск
«Конфидо»
2015

УДК 502.174:574.1(082)

ББК 20.18я43

П78

Редакционная коллегия:

д.б.н., чл.-кор. НАН Беларуси В.В. Титок (ответственный редактор),

д.б.н. Е.И. Анисимова,

к.б.н. Б.Ю. Аношенко,

к.б.н. Д.Б. Беломесецева,

к.б.н. П.Н. Белый,

д.б.н. Е.И. Бычкова,

к.б.н. Т.В. Волкова,

к.б.н. Л.В. Гончарова,

д.б.н. С.А. Дмитриева,

к.б.н. Е.Я. Куликова,

к.б.н. А.В. Пугачевский,

д.б.н., чл.-кор. НАН Беларуси В.П. Семенченко,

к.б.н. В.А. Цинкевич

Материалы печатаются в авторской редакции.

Иллюстрации предоставлены авторами публикаций.

П78 **Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов:** материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика Н.В. Смольского. (7–9 октября 2015, Минск, Беларусь). В 2 ч. Ч. 1 / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]; редкол.: В.В. Титок [и др.]. – Минск: Конфидо, 2015. – 514 с.

ISBN 978-985-6777-74-8.

В сборнике представлены материалы III Международной научно-практической конференции «Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов», посвященной 110-летию со дня рождения академика Н.В. Смольского. Часть 1: секция 1 «Ресурсы и биоразнообразие растительного мира: современное состояние, воспроизводство, охрана и устойчивое использование» и секция 2 «Современные направления изучения ботанических коллекций для сохранения и рационального использования биоразнообразия растительного мира».

УДК 502.174:574.1(082)

ББК 20.18я43

ISBN 978-985-6777-74-8

© ГНУ «Центральный ботанический сад
Национальной академии наук Беларуси», 2015
© Оформление. ЗАО «Конфидо», 2015

Влияние минеральных удобрений на количество фенольных соединений в сырье монарды дудчатой

Бедуленко М.А., Шутова А.Г.

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Беларусь, *bedulenko_marina@mail.ru*

Резюме. Фенольные соединения являются важным классом биологически активных веществ, биосинтез которых в растениях зависит от многих абиотических и биотических факторов. По результатам полевого стационарного эксперимента 2011–2012 годов была установлена динамика содержания фенольных соединений в фитомассе монарды дудчатой, возделываемой на дерново-подзолистой супесчаной почве при внесении известковых, азотных, фосфорных и калийных удобрений. Применение удобрений и известкование повлияли на выход веществ фенольной природы каждый в отдельности и во взаимодействии.

Summary. M. Bedulenko. H. Shutava. **The effect of fertilizes on the content of phenolic compounds of aromatic and medicinal plant *Monarda fistulosa*.** Phenolic compounds are biologically active substances synthesized during plant ontogenesis and depend on many abiotic and biotic factors. As the result the exchange of quantity of phenolic compounds of aboveground mass of *Monarda fistulosa* grown on the sod-podzolic soil with adding of liming, nitrogen, phosphoric and potassium fertilizes were studying during 2011–2012. Application of liming and fertilizes have impacted on the content and sum of phenolic substances alone and together.

Углубленное физиолого-биохимическое исследование лекарственных и пряно-ароматических растений способствует расширению их ассортимента для применения в пищевой, фармацевтической и парфюмерной промышленности. Отбор перспективного растительного сырья происходит с учетом содержания биологически активных веществ. Фенольные соединения растений, как правило, обладают антиоксидантной активностью. Во многих работах показана корреляционная связь между антиоксидантной активностью растительного сырья и содержанием в нем фенольных соединений [1–3].

Растения способны синтезировать и накапливать значительное количество соединений фенольной природы. В настоящее время известно более 2000 природных фенольных соединений. На долю веществ этой группы приходится до 3 % массы органического вещества растений, а в некоторых случаях – до 10 % и более. Фенольные соединения обнаружены как в грибах, мхах, лишайниках, водорослях, так и в высших споровых (папоротниках, хвощах) и цветковых растениях. У высших растений фенольные соединения накапливаются в различных частях – в листьях, цветках, плодах, подземных органах.

Сложный комплекс фенольных соединений обладает широким спектром биологической активности, в частности противовоспалительным, антимикробным и спазмолитическим действием на организм человека. Образование таких соединений в процессе онтогенеза растения – динамический процесс, в значительной степени зависящий от многочисленных факторов окружающей среды [4].

Цель данной работы – изучение влияния различных доз азотных, фосфорных и калийных удобрений на общее количество фенольных соединений в растительном сырье монарды дудчатой.

Монарда дудчатая (*Monarda fistulosa* L.) – лекарственное и пряно-ароматическое растение семейства Lamiaceae, которое является перспективным видом для выращивания в качестве сырья для фармацевтической и пищевой промышленности. По литературным данным, в ее сырье может содержаться до 40 % фенольных соединений [5].

Методы исследования. В 2011–2012 годах в ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» были проведены исследования путем постановки полевого многофакторного эксперимента с монардой дудчатой. Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная характеризовалась pH_{KCl} 4,92, содержанием гумуса (по Тюрину) – 2,73 %, подвижных форм калия и фосфора (по Кирсанову) – 135 и 198 мг/кг соответственно.

Схема опыта включала два фона (неизвесткованный и известкованный) и внесение азотных, фосфорных и калийных удобрений в дозах $N_{40-80-120}$, $P_{30-60-90}$, $K_{60-90-120}$ кг/га по действующему веществу. Срезку виргинильных растений монарды проводили в III декаде сентября на уровне 15–20 см от поверхности земли при максимальной облиственности побегов. Образцы высушивали до воздушно-сухого состояния в проветриваемом помещении без прямых солнечных лучей. Измельчение сырья проводили непосредственно перед лабораторными исследованиями.

Сумму фенольных соединений определяли с использованием модифицированного метода Фолина – Чокальтеу, где 0,5 мл образца, 1,9 мл реактива Фолина – Чокальтеу и 10,0 мл Na_2CO_3 (10 %) вносили в мерную колбу на 50 мл, куда немедленно добавляли дистиллированную воду и взбалтывали. Через 30 мин измеряли поглощение на спектрофотометре Agilent 8453 в кювете 10 мм с рабочей длиной волны $\lambda = 725-730$ нм. Контролем служила вода с добавлением всех указанных реактивов. Для калибровки использовали галловую кислоту в диапазоне концентраций 0,05–0,75 г/л. За окончательный результат испытания принимали среднее арифметическое результатов трех параллельных определений [6].

Результаты и их обсуждение. Исследования показали, что сумма фенольных соединений растительного сырья монарды дудчатой на вариантах неизвесткованного фона колеблется от 13,9 до 30,6 мг/г, на вариантах известкованного фона – от 6,0 до 15,3 мг/г (табл. 1).

Достоверное изменение содержания общего количества фенольных соединений на известкованном фоне относительно неизвесткованного наблюдалось при применении азотных, фосфорных и калийных удобрений во всех вариантах. Из табл. 1 видно, что с увеличением доз удобрений возрастает урожайность, а сумма фенольных соединений надземной массы монарды уменьшается.

Коэффициент корреляции (R) между урожайностью надземной массы и содержанием фенольных соединений на вариантах с применением различных доз азота составил –0,81

Таблица 1. Сумма фенольных соединений и урожайность надземной массы монарды дудчатой в среднем за 2011–2012 гг. вегетации

Вариант опыта	Сумма фенольных соединений, мг/г (на абсолютно сухое сырье)		Урожайность, г/м ² (при 13 % влажности)	
	Неизвесткованный фон	Известкованный фон	Неизвесткованный фон	Известкованный фон
Контроль	30,6	15,3	147,6	212,4
$N_{40} P_{60} K_{90}$	21,8	11,0	223,4	258,3
$N_{80} P_{60} K_{90}$	16,8	11,0	240,7	268,5
$N_{120} P_{60} K_{90}$	26,0	15,1	164,0	245,8
$N_{80} P_{30} K_{90}$	18,2	10,4	212,7	260,9
$N_{80} P_{90} K_{90}$	17,7	14,0	237,4	243,0
$N_{80} P_{60} K_{60}$	13,9	6,0	262,1	351,7
$N_{80} P_{60} K_{120}$	24,8	14,3	158,5	276,8
НСР ₀₅	2,05		29,09	

на неизвесткованном и $-0,55$ на известкованном фоне. При внесении различных доз фосфорных удобрений коэффициент R на неизвесткованном фоне составил $-0,85$ и $-0,60$ – на известкованном. Коэффициент корреляции на вариантах с различными дозами калия составил $-0,85$ на неизвесткованном и $-0,82$ на известкованном фоне (табл. 2).

Таблица 2. Коэффициенты корреляции между содержанием фенольных соединений и урожайностью фитомассы монарды дудчатой

Фон	Коэффициент корреляции для удобрения		
	азотного	фосфорного	калийного
Неизвесткованный	$-0,81$	$-0,85$	$-0,85$
Известкованный	$-0,55$	$-0,60$	$-0,82$

Относительно контроля неизвесткованного фона изменение в сторону уменьшения общего количества фенольных соединений растительного сырья монарды дудчатой при внесении азотных удобрений составило 29 % на варианте с минимальной дозой N_{40} , 45 % – при внесении азотных удобрений в средней дозе N_{80} и 15 % – на варианте с максимальной дозой N_{120} . Применение фосфорных удобрений в минимальной дозе P_{30} снизило содержание фенольных соединений на 40 %, внесение средней дозы P_{60} – на 45 %. На варианте с максимальной дозой P_{90} изменение в сторону уменьшения общего количества веществ фенольной природы составило 42 %. Использование калийных удобрений в минимальной дозе K_{60} привело к снижению содержания фенольных соединений на 54 %, в средней дозе – на 45 %, и внесение удобрений в максимальной дозе K_{120} – на 19 %.

На известкованном фоне по сравнению с контрольным вариантом при применении азотных удобрений в минимальной N_{40} и средней N_{80} дозах наблюдалось снижение содержания фенольных соединений фитомассы монарды дудчатой на 28 %. Внесение фосфорных удобрений в минимальной дозе P_{30} привело к уменьшению общего количества веществ фенольной природы на 32 %, в средней дозе P_{60} – на 28 %. Внесение калийных удобрений в минимальной дозе K_{60} привело к изменению в сторону уменьшения содержания фенольных соединений на 61 %, в средней дозе K_{90} – на 28 %. В вариантах с внесением максимальных доз азотных N_{120} , фосфорных P_{90} и калийных K_{120} удобрений изменение суммы фенольных соединений было недостоверным (табл. 3).

Также был рассчитан выход по содержанию фенольных соединений в абсолютно сухом сырье монарды дудчатой на урожайность надземной массы с единицы площади.

Увеличение выхода веществ фенольной природы наблюдалось на вариантах с внесением минимальной дозы азотного удобрения N_{40} на неизвесткованном фоне и максимальной дозы калийного удобрения K_{120} на известкованном фоне. Различия составили 10 и 21 % соответственно (табл. 4).

Таблица 3. Динамика общего количества фенольных соединений

Вариант опыта	Различие между фонами, %	К контролю, %	
		Неизвесткованный фон	Известкованный фон
Контроль	-50	–	–
$N_{40} P_{60} K_{90}$	-49	-29	-28
$N_{80} P_{60} K_{90}$	-35	-45	-28
$N_{120} P_{60} K_{90}$	-42	-15	-1^*
$N_{80} P_{30} K_{90}$	-43	-40	-32
$N_{80} P_{90} K_{90}$	-21	-42	-9^*
$N_{80} P_{60} K_{60}$	-57	-54	-61
$N_{80} P_{60} K_{120}$	-43	-19	-7^*

* Различия недостоверны.

Таблица 4. Выход фенольных соединений монарды дудчатой с единицы площади

Вариант опыта	Выход фенольных соединений, г/м ²		Различие между фонами, %
	Неизвесткованный фон	Известкованный фон	
Контроль	3,93	2,83	-28
N ₄₀ P ₆₀ K ₉₀	4,23	2,48	-41
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	3,53	2,58	-27
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	3,71	3,23	-13
N ₈₀ P ₃₀ K ₉₀	3,38	2,34	-31
N ₈₀ P ₉₀ K ₉₀	3,64	2,96	-19
N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	3,18	1,84	-42
N ₈₀ P ₆₀ K ₁₂₀	3,43	3,42	-
НСР ₀₅	0,180		

В остальных вариантах эффекта от применения минеральных удобрений либо не наблюдалось, либо было отмечено снижение выхода фенольных соединений относительно контроля. Так, при внесении средней N₈₀ и максимальной N₁₂₀ доз азотных удобрений на известкованном фоне наблюдалось достоверное снижение выхода фенольных соединений на 10 и 6 % соответственно. При известковании внесение азотных удобрений в минимальной N₄₀ и средней N₈₀ дозах привело к снижению общего количества веществ фенольной природы на 13 и 9 % соответственно.

Применение фосфорных удобрений на известкованном фоне во всех дозах P₃₀, P₆₀ и P₉₀ привело к уменьшению выхода фенольных соединений с единицы площади на 14, 10 и 7 % соответственно. На известкованном фоне достоверное уменьшение выхода фенольных соединений наблюдалось на вариантах с внесением минимальной P₃₀ и средней P₆₀ доз фосфорных удобрений на 17 и 10 % соответственно. Применение фосфорных удобрений в максимальной P₉₀ дозе на известкованном фоне не привело к достоверному изменению выхода суммы фенольных соединений в надземной массе монарды дудчатой.

Внесение калийных удобрений во всех дозах K₆₀, K₉₀, K₁₂₀ на известкованном фоне привело к достоверному снижению выхода веществ фенольной природы на 19, 10 и 13 % соответственно. На известкованном фоне на вариантах при внесении калийных удобрений в минимальной K₆₀ и средней K₉₀ дозах наблюдалось достоверное снижение выхода общего количества фенольных веществ на 35 и 9 % соответственно.

Выводы. Установлено, что известкование и применение азотных, фосфорных и калийных удобрений приводят к изменению содержания и выхода с единицы площади фенольных соединений в растительном сырье монарды дудчатой. При применении минеральных удобрений отмечены увеличение выхода сырья с единицы площади и снижение суммы веществ фенольной природы. Положительная динамика выхода фенольных соединений с единицы площади отмечена лишь на вариантах с применением азотных удобрений в минимальной дозе N₄₀ на известкованном фоне и внесением калийных удобрений в максимальной дозе K₁₂₀ на известкованном фоне.

Установлена корреляционная связь между общим содержанием веществ фенольной природы и урожайностью массы сырья монарды дудчатой с коэффициентами от -0,55 до -0,85.

Список литературы

1. 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; Центральный бот. сад НАН Беларуси. – Минск, 2007. – С. 83–91.
2. Оценка антиоксидантного статуса лекарственных растений из коллекции ботанического сада БФУ имени И. Канта (Калининград) / Г.Н. Чупахина [и др.] // Вестник БФУ имени И. Канта. – Калининград, 2012. – Вып. 7. – С. 17–23.
3. Колбас, Н.Ю. Фенольные соединения водно-этанольных экстрактов плодов некоторых представителей семейства Rosaceae / Н.Ю. Колбас, В.Н. Решетников // Труды БГУ. – 2013. – Т. 8, Ч. 2. – С. 16–19.

4. Запрометов, М.Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях / М.Н. Запрометов. – М., 1993. – С. 3–9
5. Содержание фенольных соединений в лекарственных растениях ботанического сада / П.В. Масленников [и др.] // Известия РАН. Сер. биол. наук. – 2013. – № 5. – С. 551–557.
6. 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; Центральный бот. сад НАН Беларуси. – Минск, 2007. – С. 46–47.