

УДК 634.1:581.524.1:712.413

ФОРМИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВЫХ НАПОЧВЕННЫХ ПОКРОВОВ В ПОСАДКАХ ЯБЛОНИ ДОМАШНЕЙ *MALUS DOMESTICA* L. ПРИ ОЗЕЛЕНЕНИИ

Довганюк А.И., Крохин С.Ю.

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева», Москва, e-mail: alexadov@mail.ru

Аллелопатические взаимодействия между растениями необходимо учитывать при озеленении городских территорий, особенно при подборе состава напочвенного покрытия при использовании древесно-кустарниковых насаждений. Значительное количество листового опада, попадающего в почву, оказывает негативное влияние на прорастание семян и последующий рост традиционных газонных трав. Были проведены исследования влияния экстрактов различных концентраций, полученных из сухих листьев яблони домашней, на всхожесть и морфологические показатели проростков (длину корневой и надземной систем). Биотесты были заложены по традиционной методике, тест-объектами служили виды и сорта клевера (красный, белый и белый «Пиполина»), овсяница луговая, райграс пастбищный и кресс-салат. На основе проведенной серии биотестов было выявлено уменьшение всхожести семян и снижение интенсивности ростовых процессов у проростков как тест-культуры – кресс-салата, так и традиционных газонных трав – овсяницы луговой и райграса пастбищного. Выявлена устойчивость к посмертным выделениям листового опада яблони домашней у клевера красного. Благодаря теневыносливости и декоративности этой культуры, а также способности к азотфиксации, позволяющей уменьшить количество мероприятий по уходу за насаждениями, клевер красный можно рекомендовать для создания живого напочвенного покрова под насаждениями яблони домашней. При разработке проектов озеленения территории объекта ландшафтной архитектуры необходимо комплексно подходить к проектному предложению древесно-кустарниковых композиций. Важно предлагать не только структурные составляющие ландшафтной древесно-кустарниковой композиции, но и элементы газонных покрытий или элементы живого напочвенного покрова. Данное предложение должно соответствовать биологическим особенностям культур и учитывать их ценогические взаимодействия.

Ключевые слова: живые напочвенные покровы, аллелопатия, озеленение, яблоня домашняя, клевер, биотестирование

THE FORMATION OF A STABLE GROUND COVER IN PLANTING APPLE TREES *MALUS DOMESTICA* L. HOME WHEN GARDENING

Dovganuk A.I., Krokhin S.Yu.

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow, e-mail: alexadov@mail.ru

Allelopathic interactions between plants should be taken into account when landscaping urban areas, especially when selecting the composition of the ground cover when using tree and shrub plantations. A significant amount of leaf litter entering the soil has a negative impact on the germination of seeds and the subsequent growth of traditional lawn grasses. The influence of extracts of various concentrations obtained from the dried leaves of the domestic apple tree on the germination and morphological parameters of seedlings (the length of the root and aboveground systems) was studied. Bio-tests were carried out according to the traditional method, the test objects were types and varieties of clover (red, white and white 'Pipolina'), meadow fescue, pasture ryegrass and watercress. On the basis of the conducted series of biotests, a decrease in seed germination and a decrease in the intensity of growth processes in seedlings of both test culture – cress, and traditional lawn grasses of meadow fescue and pasture ryegrass were revealed. Resistance to postmortem secretions of the leaf litter of the domestic apple tree in red clover was revealed. Due to the shade tolerance and decorative nature of this crop, as well as the ability to nitrogen fixation, which allows you to reduce the number of measures for the care of plantings, red clover can be recommended for creating a living ground cover under the plantings of home apple trees. When developing landscaping projects for the territory of a landscape architecture object, it is necessary to take a comprehensive approach to the project proposal of tree and shrub compositions. It is important to offer not only the structural components of the landscape tree and shrub composition, but also elements of lawn coverings or elements of living ground cover. This proposal should take into account the biological characteristics of crops and their coenotic interactions.

Keywords: live ground cover, allelopathy, landscaping, home apple tree, clover, biotesting

Формирование комфортной среды для всех категорий граждан предполагает создание разнообразной устойчивой и безопасной предметно-пространственной и визуальной среды на всех объектах ландшафтной архитектуры. Одним из обязательных элементов комфортной предметно-пространственной среды является озеленение.

Вместе с тем важны не только сами растения, но и газонное покрытие или живой напочвенный покров. Именно конгломерат живого напочвенного покрова и древесно-кустарниковых и цветочных растений обеспечивает визуальную составляющую комфортной, устойчивой и безопасной среды. Поэтому живому напочвенному покрову

под древесно-кустарниковыми растениями при озеленении необходимо уделять особое внимание.

Растения в условиях города должны не только быть устойчивыми к антропогенным факторам (загазованность, задымление, устойчивость к антигололедным реагентам и т.д.), абиотическим факторам (температурно-влажностный режим среды и состав почвы, а точнее, урбанозема), но и биотическим факторам. Важнейшим биотическим фактором является конкурентоспособность, которая обеспечивается как генетически определенной стратегией роста и развития растения, так и устойчивостью к взаимодействию между растениями в ценозе [1; 2]. Ранее было показано, что далеко не только газонные травы могут обеспечивать высокую декоративность напочвенных покровов при малом уходе [3; 4]. Вопрос взаимодействия между древесно-кустарниковыми растениями и элементами живого напочвенного покрова представляет несомненный практический интерес при озеленении городов.

В середине и конце прошлого века в озеленении городов активно использовали растения семейства Розовые (*Rosaceae*). Они отличаются высокой декоративностью во время цветения и плодоношения, имеют интересную структуру растения и архитектуру ветвей. Вместе с тем проведенные нами исследования показали неудовлетворительное состояние старовозрастных насаждений яблони в городе Москве в настоящее время [5; 6]. Однако представители семейства Розовые (*Rosaceae*) до сих пор рекомендованы для озеленения [7]. К сожалению, отсутствие четких рекомендаций по особенностям ухода за этими растениями и использованию сопутствующих видов для формирования живых напочвенных покровов под ними не всегда приводит к формированию высокодекоративных композиций. Поэтому такие виды насаждений крайне редко используются в настоящее время в озеленении. Представляет интерес не только разработка структуры насаждений, но и одновременные предложения по составу живого напочвенного покрова под этими насаждениями, т.е. формирование комплексного проектного предложения, основанного на биологических особенностях культур для достижения максимальной декоративности предлагаемыми растениями с указанием технологических приемов ухода за ними.

Цель исследования: исследование влияния листового опада яблони домашней

(*Malus domestica*) на сопутствующий живой напочвенный покров при совместном произрастании в условиях города.

Материалы и методы исследования

Для формирования устойчивого напочвенного покрова под пологом насаждений необходимо выявить, какие травянистые растения способны произрастать в условиях ежегодного попадания в почву колинов, образующихся в результате перегнивания листового опада. Кроме того, эти растения должны обеспечивать декоративность композиции и не требовать много ухода.

В качестве элементов живого напочвенного покрова, отличающихся высоким уровнем декоративности и нетребовательностью к уходным мероприятиям, можно отнести ряд видов клевера.

Таким образом, были отобраны следующие объекты исследования:

1. *Клевер белый (Trifolium repens L.)* – многолетнее травянистое растение рода *Клевер (Trifolium)* семейства Бобовые (*Fabaceae*). Декоративные признаки: венчик белый и розовый, соцветия до 2 см в диаметре, листья трехраздельные. Стебель ползучий, высота растения до 25 см. К почвам не требователен.

2. *Клевер красный (Trifolium rubens L.)* – многолетнее травянистое растение рода *Клевер (Trifolium)* семейства Бобовые (*Fabaceae*). Декоративные признаки: венчик красный, соцветия до 5 см в диаметре, листья трехраздельные. Стебель до 30–40 см высотой.

3. *Микроклевер «Пуполина», или клевер белый (Trifolium repens 'Пуполина' L.)* – многолетнее травянистое растение рода *Клевер (Trifolium)* семейства Бобовые (*Fabaceae*). Декоративные признаки: венчик белый и розовый, соцветия до 1,5 см в диаметре, листья трехраздельные. Стебель ползучий, высота растения до 10 см. К почвам не требователен.

Выбор данных культур связан с их широким распространением в искусственных ценозах города. В эксперименте в качестве контроля были выделены наиболее используемые в настоящее время газонные травы:

1. *Овсяница луговая (Festuca pratensis Huds.)*.

2. *Райграс настбийный (Lolium perenne L.)*.

В качестве основной тест-культуры выбран кресс-салат (*Lepidium sativum L.*). Эта культура отличается большой чувствительностью к поллютантам и часто используется как контрольный тест-объект.

В лабораторных опытах изучалась аллелопатическая активность экстрактов из сухих листьев яблони домашней (*Malus domestica*). Экстрагирование физиологически активных веществ проводили по модифицированной методике Гродзинского (1991) и Бухарова (2012) [8; 9]. Исследование всхожести тест-культур проводили в чашках Петри. Концентрации экстрактов: 50, 25, 12,5 г/л – были получены путем разбавления маточного раствора. Контроль – вода. Повторность опыта – двукратная. Учет проводился на 7-е сутки. Лабораторную всхожесть семян определяли согласно ГОСТ 12038- 84 [10].

Учитывалась всхожесть семян, длина наземной и подземной части ювенильных растений.

Результаты исследования и их обсуждение

Аллелопатические взаимодействия составляют одну из основных цепей ценотических взаимодействий между растениями. Аллелопатия – взаимное влияние растений друг на друга в результате выделения ими в окружающую среду различных органических веществ [11]. Помимо несомненного физиолого-биохимического интереса, эти взаимодействия напрямую связаны с особенностями выполнения технологических операций по уходу за растениями. При размещении в озеленении растений сем. Розовые остро стоит вопрос о выборе растений для формирования наземного покрова, что связано с большим количеством листового опада. Древесные растения формируют значительное количество листового опада, вместе с которым в почву возвращаются химические соединения, принадлежащие к разнообразным классам [12]. Эти вещества вымываются из отмерших листьев, образуются при разложении растительных остатков грибами и бактериями. При разложении листового опада в почву выделяется ряд веществ, в первую очередь фенольной природы, которые самым негативным образом сказываются на росте и развитии растений напочвенного покрова. Это явление известно как «почвоутомление» [8]. В природе в результате длительного совместного произрастания деревьев и травянистых растений у последних вырабатывается устойчивость к выделениям древесных видов. Такие растения создают в подкroновом пространстве деревьев хорошо развитый, густой травостой. Виды, чувствительные к алле-

лопатическим выделениям дерева, постепенно вытесняются из его подкroнового пространства [8].

В городе при посеве наиболее распространенных газонных смесей, содержащих овсяницу, мятлик, райграс и др. газонные травы, наблюдается изреживание травостоя и потеря им декоративности. Особенно это сильно проявляется в весенний период.

В проведенных экспериментах по анализу влияния экстрактов из листьев яблони домашней на всхожесть и морфологические показатели проростков как наиболее распространенных газонных трав, так и рекомендуемых нами растений для создания устойчивых напочвенных покровов на объектах ландшафтной архитектуры был получен ряд интересных результатов.

В результате опыта установлено, что экстракты из листового яблоневго опада снижают лабораторную всхожесть семян в разной степени, это обуславливается как видом тест-культуры, так и концентрацией раствора (таблица).

Анализ всхожести семян показал, что наибольшее уменьшение всхожести наблюдается при максимальной концентрации экстракта. Значительнее всего реагируют такие культуры, как клевер белый и овсяница луговая (снижение всхожести до 30% относительно контроля). Практически не реагирует на экстракт (не изменяет всхожесть по вариантам опыта) клевер красный, что говорит о хорошей устойчивости этой культуры к веществам, содержащимся в листовом опаде яблони домашней.

Наиболее интересно изменение морфологических показателей проростков. Все экстракты во всех использованных концентрациях повлияли на показатели длины надземной и корневой частей проростков. Содержащиеся в них вещества (в основном фенольной природы), проникая в прорастающие семена, вызвали изменение гормонального баланса в проростках, и, как следствие, изменились фиксируемые ростовые реакции.

Уменьшение длины надземной системы было отмечено у всех исследованных культур. При этом наиболее сильно оно проявлялось у кресс-салата, как наиболее уязвимой тест-культуры. Слабее всего – у клевера красного и райграса пастбищного (45–60% относительно контроля).

Реакция корневой системы была отмечена у всех культур. Снижение ее длины фиксировалось от 40% (клевер красный) до 80% (кресс-салат).

Аллелопатическое влияние экстракта листового опада *Яблони домашней* (*Malus domestica*) на лабораторную всхожесть семян тест-культур

Тест-культура: Клевер белый (<i>Trifolium repens</i> L.)				
показатели	концентрация экстракта			
	контроль H ₂ O	12,5 г/л	25 г/л	50 г/л
Всхожесть, %	84,5	84,5	83,75	56,9
Длина надземной части, мм	17,2 ± 3,31	12,1 ± 2,34	8,3 ± 2,72	4,9 ± 1,71
Длина корневой части, мм	14,2 ± 2,75	12,6 ± 3,22	8,1 ± 2,33	5,8 ± 1,39
Тест-культура: Клевер красный (<i>Trifolium rubens</i> L.)				
показатели	концентрация экстракта			
	контроль H ₂ O	12,5 г/л	25 г/л	50 г/л
Всхожесть, %	76,0	94,9	94,8	82,2
Длина надземной части, мм	17,8 ± 3,15	8,3 ± 1,63	11,4 ± 2,68	6,9 ± 1,13
Длина корневой части, мм	10,4 ± 3,54	6,6 ± 1,66	9,8 ± 2,86	6,7 ± 1,64
Тест-культура: Клевер белый (<i>Trifolium repens</i> L.) «Пиполина»				
показатели	концентрация экстракта			
	контроль H ₂ O	12,5 г/л	25 г/л	50 г/л
Всхожесть, %	79,4	78,8	73,0	59,4
Длина надземной части, мм	7,4 ± 1,82	7,8 ± 2,11	4,1 ± 2,52	3,1 ± 1,21
Длина корневой части, мм	13,4 ± 2,54	12,4 ± 3,39	5,9 ± 2,33	4,3 ± 1,44
Тест-культура: Овсяница луговая (<i>Festuca pratensis</i> Huds)				
показатели	концентрация экстракта			
	контроль H ₂ O	12,5 г/л	25 г/л	50 г/л
Всхожесть, %	73,9	62,6	54,9	42,8
Длина надземной части, мм	12,8 ± 2,31	13,7 ± 2,35	8,2 ± 1,85	3,9 ± 0,84
Длина корневой части, мм	10,7 ± 2,21	8,7 ± 1,52	8,1 ± 1,31	3,6 ± 0,95
Тест-культура: Райграс пастбищный (<i>Lolium perenne</i> L.)				
показатели	концентрация экстракта			
	контроль H ₂ O	12,5 г/л	25 г/л	50 г/л
Всхожесть, %	77,9	89,3	80,7	68,7
Длина надземной части, мм	15,2 ± 2,93	11,2 ± 2,23	11,4 ± 2,16	8,2 ± 1,86
Длина корневой части, мм	14,1 ± 2,13	10,9 ± 2,24	8,0 ± 1,37	6,0 ± 1,25
Тест-культура: Кресс-салат (<i>Lepidium sativum</i> L.)				
показатели	концентрация экстракта			
	контроль H ₂ O	12,5 г/л	25 г/л	50 г/л
Всхожесть, %	68,5	51,4	60,5	56,8
Длина надземной части, мм	12,9 ± 2,78	13,3 ± 1,52	6,1 ± 1,28	1,6 ± 0,23
Длина корневой части, мм	14,9 ± 3,17	14,2 ± 2,49	3,4 ± 1,25	2,0 ± 0,32

Таким образом, из исследованных клеверов наиболее чувствительным оказался клевер белый и его сорт «Пиполина». Уменьшение длины надземной и корневой системы составляло от 60 до 70% относительно контроля. Из газонных трав – овсяница луговая (до 70% уменьшения длины корней и надземной части). При этом у кле-

веров в первую очередь на поллютант реагировала надземная система, а у газонных трав – корневая. Вероятно, данная ростовая реакция напрямую связана с реализуемой адаптивной стратегией роста и развития этих растительных организмов.

Полученные лабораторные результаты позволяют рекомендовать клевер крас-

ный и райграс пастбищный как наиболее устойчивые растения для формирования напочвенного покрова в посадках яблони домашней в городе. С учетом полученных результатов, принимая во внимание технологические особенности выращивания газонных трав по сравнению с клевером (необходимость проведения регулярных укосов), можно выделить клевер красный как перспективную культуру для создания живых напочвенных покровов. Кроме того, обращает на себя внимание высокий декоративный эффект, который могут дать одновидовые посевы клевера красного за счет яркого цветения и оригинальной структуры листовой мозаики. Способность клевера к азотфиксации позволит уменьшить дозы внесения азотных удобрений для подкормки растений яблони домашней, а относительная теневыносливость позволит реализовать все указанные возможности и под пологом растения.

Заключение

Для озеленения городов предлагается использовать комплексные проектные предложения, включающие, помимо древесно-кустарниковой составляющей, рекомендации по подбору растений для формирования устойчивого напочвенного покрова под ними. Подбор растений для таких композиций следует осуществлять с учетом взаимовлияния представителей древесно-кустарниковых насаждений и травянистых растений. С учетом того что большая роль в ценологических взаимодействиях древесно-кустарниковых и травянистых растений отводится влиянию продуктов распада листового опада, важно подбирать растения, устойчивые к этому фактору. При использовании в озеленении яблони домашней можно рекомендовать формировать напочвенный покров из клевера красного, таким образом, минимизировать уходные мероприятия и обеспечить длительный период декоративности всей композиции.

Список литературы / References

1. Довганюк А.И. К вопросу о принципах создания миксбордеров – как устойчивых растительных сообществ // Доклады ТСХА. Выпуск 292. М.: Издательство РГАУ – МСХА, 2020. С. 255–259.
2. Довганюк А.И. To the question of how to create mixed borders – as a stable plant communities Doklady TSKHA. Vypusk 292. M.: Izdatel'stvo RGAU – MSKHA, 2020. P. 255–259 (in Russian).
3. Матвеев Н.М. Аллелопатия как фактор экологической среды. Самара, 2014. 203 с.
4. Matveev N.M. Allelopathy as a factor in the ecological environment. Samara, 2014. 203 p. (in Russian).
5. Довганюк А.И., Довганюк Е.С. Формирование устойчивых напочвенных покровов в условиях мегаполиса // Лесной вестник – Forestry Bulletin. 2019. Т. 23. № 3. С. 13–20.
6. Dovganyuk A.I., Dovganyuk E.S. Formation of stable ground cover in a megalopolis // Lesnoj vestnik – Forestry Bulletin. 2019. Vol. 23. No. 3. P. 13–21 (in Russian).
7. Крючкова А.А., Пирогова К.И. Использование мавританских газонов в городском озеленении // Вестник ландшафтной архитектуры. М.: «Сам Полиграфист», 2015. С. 89–92.
8. Kryuchkova A.A., Pirogova K.I. The use of Moorish lawns in urban landscaping // Vestnik landshaftnoj arhitektury. M.: «Sam Poligrafist», 2015. P. 89–92 (in Russian).
9. Храмо О.А., Довганюк А.И. Анализ состояния растений Яблони домашней (*Malus domestica*) в условиях городской среды // Вестник ландшафтной архитектуры. Вып. 19. М.: МЭСХ, 2019. С. 89–92.
10. Hramko O.A., Dovganyuk A.I. Analysis of the state of domestic Apple (*Malus domestica*) plants in the urban environment // Vestnik landshaftnoj arhitektury. Vyp. 19. M.: MESKH, 2019. P. 89–92 (in Russian).
11. Довганюк А.И., Крохин С.Ю. Оценка уровня флуктуирующей асимметрии морфологических структур растений семейства Розовые (*Rosaceae* Juss.) в условиях мегаполиса // Естественные и технические науки. 2020. № 1 (139). С. 40–45.
12. Dovganyuk A.I., Krohin S.YU. Assessment of the level of fluctuating asymmetry of morphological structures of plants of the Rosaceae family (*Rosaceae* Juss.) in a megalopolis // Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2020. No. 1 (139). P. 40–45 (in Russian).
13. ТСН 30-307-2002 г. Москвы (МГСН 1.02-02) Нормы и правила проектирования комплексного благоустройства на территории города Москвы [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200029835> (дата обращения: 24.02.2021).
14. TSN 30-307-2002 Moskvy (MGSN 1.02-02) Norms and rules for designing complex landscaping on the territory of the city of Moscow [Electronic resource] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200029835> (date of the application: 24.02.2021).
15. Гродзинский А.М. Аллелопатия растений и почвоутомление: Избранные труды АН Украинской ССР. Киев: Наукова думка, 1991. 431 с.
16. Grodzinskij A.M. Plant allelopathy and soil fatigue: Selected Works of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Kiev: Naukova dumka, 1991. 431 p. (in Russian).
17. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Бухарова А.Р. Методика биологического тестирования аллелопатической активности овощных сельдерейных культур: научно методическое пособие. М.: Изд-во ФГБОУ ВПО РГАЗУ, 2012. 48 с.
18. Buharov A.F., Baleev D.N., Buharova A.R. Methodology of biological testing of allelopathic activity of vegetable celery crops: a scientific and methodological manual. M.: Izd-vo FGBOU VPO RGAZU, 2012. 48 p. (in Russian).
19. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. 30 с. Введ. 19.12.1984.
20. Райс Э.Л. Аллелопатия. М.: Мир, 2009. 182 с.
21. Rajs E.L. Allelopathy. M.: Mir, 2009. 182 p.
22. Гродзинский А.М. Некоторые проблемы изучения аллелопатического взаимодействия растений // Взаимодействие растений и микроорганизмов в фитоценозах. Киев, 2011. С. 3–12.
23. Grodzinskij A.M. Some problems of studying allelopathic interaction of plants // Interaction of plants and microorganisms in phytocenoses. Kiev, 2011. P. 3–12 (in Russian).