



П. В. Федурев, Г. Н. Чупахина, Л. Н. Скрыпник

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АКТИВНОСТИ НАКОПЛЕНИЯ БИОФЛАВОНОИДОВ КЛЕВЕРОМ ЛУГОВЫМ В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Исследовано влияние внешних факторов среды на накопление полифенолов клевером луговым (*Trifolium pratense* L.) в приморской и континентальной зонах Калининградской области. Установлено влияние температуры, освещенности, минерального питания на активность накопления антоцианов, лейкоантоцианов, катехинов. Существенных различий в содержании исследуемых классов полифенолов в растениях приморской и континентальной зон не выявлено.*

*This article examines the influence of environmental factors on the polyphenol accumulation of the red clover (*Trifolium pratense* L.) in the coastal and continental areas of the Kaliningrad region. The influence of temperature, light, and mineral nutrition factors on the accumulation activity of anthocyanins, leucoanthocyanidins, and catechins is determined. The coastal and continental area plants did not show any significant differences in the content of the examined polyphenol classes.*

Ключевые слова: фенольные соединения, факторы внешней среды, клевер луговой.

Key words: phenolic compounds, environmental factors, red clover.

Фенольные соединения – самая обширная группа растительных органических соединений. Число известных фенольных соединений превышает 20 тыс. В значительных количествах они встречаются во всех живых растительных организмах, составляя 1–2% и более биомассы и выполняя разнообразные биологические функции [5, с. 113; 6, с. 322]. Эффекты фенольных соединений обнаруживаются на всех уровнях организации биосистем – от молекулярного до экосистемного.

Одна из важнейших функций фенольных соединений – участие в окислительно-восстановительных процессах в качестве эффективных антиоксидантов [1, с. 103]. Ярко выраженная экологическая, главным образом защитная, роль фенольных соединений должна учитываться. Можно предположить, что это достаточно тонкий механизм, работающий на уровне индивидуальных растений и микроусловий среды [4, с. 190].

Количество фенолов, синтезируемых в растениях, зависит от их физиологического состояния и условий местообитания [3, с. 921]. В связи с этим целью данной работы стало проведение сравнительного анализа активности накопления биофлавоноидов клевером луговым приморской и континентальной зон Калининградской области, что для данного региона выполнялось впервые.

В качестве объекта исследования был выбран клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), один из доминирующих видов на луговых фитоценозах Калининградской области. Исследования проводились в период с 08.06.2009 г. по 20.10.2009 г. В качестве исследовательских зон были выбраны окрестности г. Гусева (континентальная зона) и г. Светлогорска (приморская зона). В месте сбора растительного материала дополнительно проводились измерения температуры воздуха и уровня освещенности.

Флавоноиды встречаются во всех органах растений, но распределены они неравномерно, по этой причине анализ сырья проводился дифференцированно: вегетативные и генеративные части растений анализировались отдельно.

Определялись следующие соединения: антоцианы, лейкоантоцианы (флаван-3,4-диола) и катехины (флаван-3-ола). Используемые в работе методики являются спектрофотометрическими, основанными на способности флавоноидов или их окрашенных комплексов поглощать монохроматический свет при определенной длине волны [9, с. 20; 7, с. 16–26].

Анализы выполнялись в трех биологических повторностях, полученные данные были обработаны статистически с использованием пакета электронных таблиц Microsoft Excel и представлены в виде средних арифметических значений с указанием среднего квадратического отклонения. Дополнительно проведен метод попарного сравнения данных [10, с. 34–35].



Изучение динамики накопления лейкоантоцианов в онтогенезе клевера лугового (рис. 1), показало, что максимальный уровень данного класса соединений в листьях и цветках отмечался во второй половине июня и начале октября.

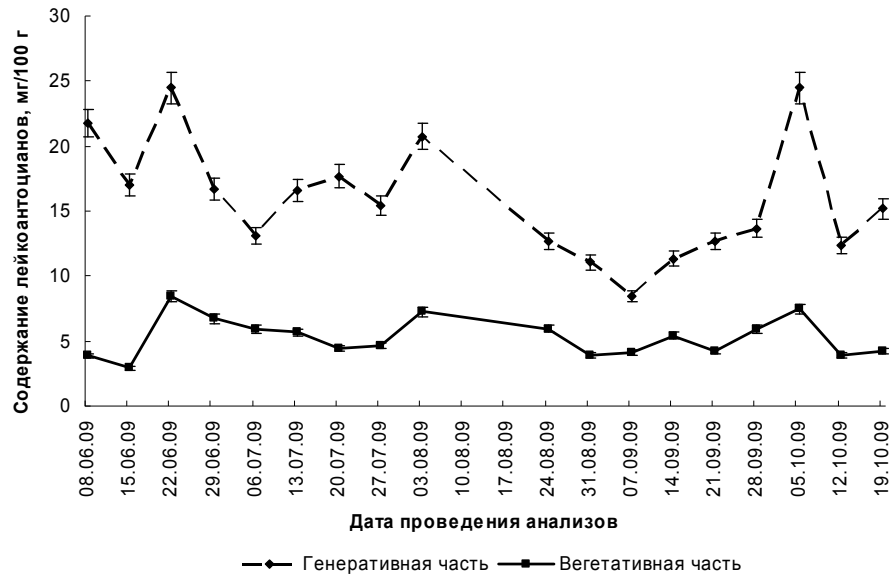


Рис. 1. Динамика накопления лейкоантоцианов в генеративной и вегетативной частях клевера лугового приморской зоны

Наблюдаемые изменения содержания полифенолов обусловлены действием нескольких причин. Прямое влияние на уровень флавоноидов оказывают онтогенетические факторы. Так, нами установлено, что общий высокий уровень содержания исследуемых классов соединений в начале цветения сменялся последующим снижением их уровня в период массового цветения. Это явление может быть объяснено с позиции активности флавонолрасщепляющих ферментов, проявляющих максимальную активность как раз в период массового цветения и значительно уменьшающуюся к фазе плодоношения [8, с. 131; 2, с. 49].

Кроме того, на уровень исследуемых классов полифенолов влияют и динамические факторы внешней среды, такие как температура и освещенность. Синтез фенольных соединений в значительной мере обусловлен влиянием света, особенно в период сильной инсоляции. Была выявлена закономерность: в моменты более интенсивного светового воздействия, которое наблюдалось в конце июля и начале августа, уровень фенольных соединений, особенно в вегетативных частях растений, значительно увеличивался (рис. 2).

В ходе исследований было выявлено, что практически у всех растений клевера лугового, отобранных для анализов, уровень флавоноидов повышался в осенний период вместе с понижением температуры (рис. 3), что может говорить о защитных свойствах данных соединений.

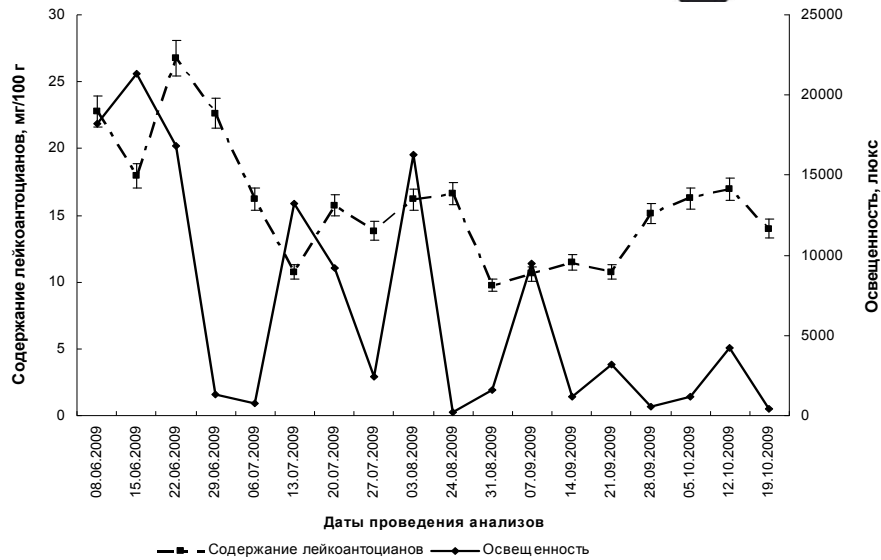


Рис. 2. Зависимость накопления лейкоантоцианов в генеративной части клевера лугового от уровня освещенности

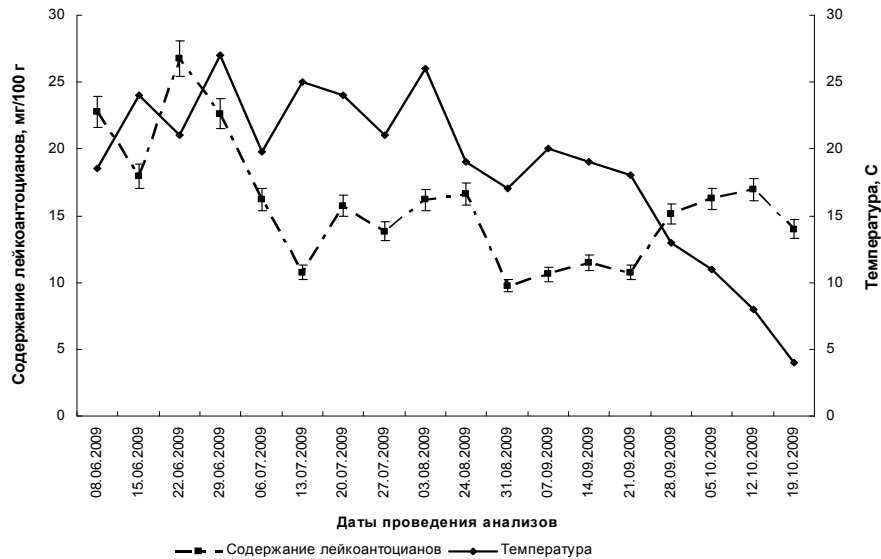


Рис. 3. Зависимость накопления лейкоантоцианов в генеративной части клевера лугового от температуры воздуха

Кроме того, в данной работе был проведен сравнительный анализ активности накопления биофлавоноидов растениями приморской и континентальной зон Калининградской области. С использованием метода попарного сравнения данных, было установлено, что разница в содержании биофлавоноидов в растениях обеих зон практически отсутствует (рис. 4).

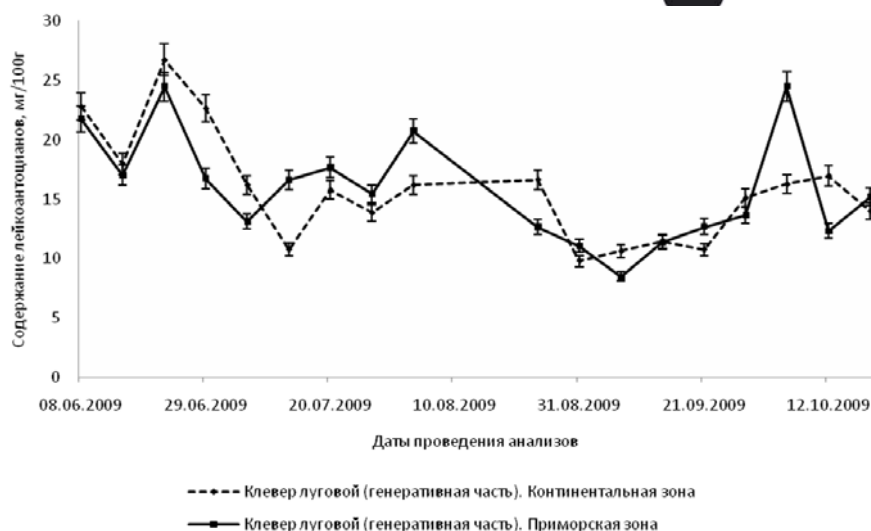


Рис. 4. Динамика накопления лейкоантоцианов клевером луговым в континентальной и приморской зонах

Это может быть обусловлено рядом причин. Известно активное участие элементов минерального питания в накоплении биофлавоноидов [4, с. 194]. Проведенный нами анализ содержания макроэлементов в почвах исследуемых зон показал повышенное содержание фосфора в почве приморской зоны, которое может компенсироваться более высоким содержанием азота в почве континентальной зоны (табл.).

Содержание минеральных элементов в почвах исследуемых зон

Проба	Массовая доля подвижного фосфора (P_2O_5), мг/100г	Массовая доля общего азота, %
Континентальная зона	22,3	0,20
Приморская зона	66,5	0,12

Другой причиной отсутствия разницы в данных могут быть несущественные различия в колебании температуры и освещенности в двух зонах исследования. Статистический анализ данных изменения температуры воздуха в районах сбора растений за период исследований показал отсутствие достоверного различия между двумя зонами. При этом установлено различие в интенсивности освещенности между двумя районами исследований. Однако данное различие было не столь значительным.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что накопление флавоноидов – процесс динамический. Выявленные возрастные изменения количественного содержания исследуемых классов соединений, зависимость их накопления от экологических факторов объясняются значимостью функций, которые выполняют в растениях данные соединения.

Таким образом, генеративные части клевера лугового отличались более высоким содержанием полифенолов по сравнению с вегетативными частями. Максимальный уровень биофлавоноидов отмечен в начале генерации (июнь) и в период завершения вегетации (конец сентября, начало октября) и составил 20,37 мг/100 г для антоцианов, 24,48 мг/100 г для лейкоантоцианов, 169,39 мг/100 г для катехинов. Кроме того, установлено влияние динамических факторов внешней среды (температура, освещенность, минеральное питание) на активность накопления биофлавоноидов клевером луговым, однако, статистически достоверных различий в содержании исследуемых классов полифенолов в растениях приморской и континентальной зон не выявлено.

Список литературы

1. Гудвин Т., Мерсер Э. Введение в биохимию растений: в 2 т. Т. 2. М., 1986.
2. Дубинская В.А., Минеева М.Ф., Колхир В.К. Влияние природных веществ растительного происхождения на активность ферментов антиоксидантной защиты // Биоантиоксидант: материалы международного симпозиума. Тюмень, 1997. С. 49–50.
3. Запроматов М.Н. Специализированные функции фенольных соединений в растениях // Физиология растений. 1993. Т. 40, №6. С. 921–931.



4. Запроматов М.Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях. М., 1993.
5. Иванов И.И. Биоантиокислители. М., 1975.
6. Кретович В.Л. Биохимия растений. М., 1986.
7. Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав. Ялта, 1982.
8. Минаева В.Г. Флавоноиды в онтогенезе растения и их практическое исследование. Новосибирск, 1978.
9. Самородова-Бианки Г.Б., Стрельцина С.А. Исследования биологически активных веществ плодов: методические указания. Л., 1979.
10. Чупахина Г.Н., Масленников П.В. Методы определения витаминов: практикум. Калининград, 2004.

Об авторах

Павел Владимирович Федуряев— студ., Российский государственный университет им. И. Канта, e-mail: pavelf15@mail.ru

Галина Николаевна Чупахина — д-р биол. наук, проф., Российский государственный университет им. И. Канта, e-mail: tchoupakhina@mail.ru

Любовь Николаевна Скрышник — канд. биол. наук, доц., Российский государственный университет им. И. Канта, e-mail: skr_sun@mail.ru

Authors

Pavel Fedurayev, student, IKSUR, e-mail: pavelf15@mail.ru

Prof. Galina Chupakhina, IKSUR, e-mail: tchoupakhina@mail.ru

Dr. Lyubov Skryshnik, Associate Professor, IKSUR, e-mail: skr_sun@mail.ru