УДК 581.134

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ ИОНОВ Ca^{2+} В ЦИТОЗОЛЕ ЛАКОНОСА ЯГОДНОГО PHYTOLACCA ACINOSA

П.Ю. Статкевич, 3 курс
Научный руководитель – **А.Д. Кульгавеня,** старший преподаватель
Полесский государственный университет

Лаконос ягодный, или Лаконос костянковый (лат. *Phytolacca acinosa*) – травянистое растение семейства Лаконосовые (*Phytolaccaceae*) [1, с. 458].

Представляет собой многолетнее травянистое растение с толстыми прямостоячими стеблями, высотой до 0,5 - 1,5 метров. Корневища мощные, глубоко проникающие в почву, их окрас повторяет окрас цветков (белоцветные формы всегда с белыми корнями, а розовоцветные – с пурпурными). Листья эллиптические или ланцетно-эллиптические, на черешке 1-7 см, иногда сидячие, размером до 19 х 35 см, основания клиновидные, с заостренными верхушками.

Лаконос ягодный содержит в своих тканях много биологически активных веществ, однако их концентрация в различных органах растения, отличается, в зависимости от выполняемой ими функции [2]. Корни содержат алкалоид фитолакцин, стероиды, тритерпеновые сапонины, горькие вещества, сахарозу, крахмал, фермент оксидаза, кислоты (фитолакковую и муравьиную), немного эфирного масла с резким запахом и острым вкусом. В листьях содержится аскорбиновая кислота (витамин С), флавоноиды, сапонины, танины, органические кислоты (включая щавелевую и муравьиную). В стебле лаконоса находятся биологически активные вещества и токсичные алкалоиды, такие как фитолакцин.

Это единственный условно-съедобный вид лаконос из всего их семейства. Корни, листья и ягоды растений, растущих в Гималаях, Китае и Японии, употребляют в пищу. В тропических районах Америки и Юго-Восточной Азии растение может культивироваться как овощ. Молодые побеги пригодны для употребления в пищу в варёном виде, а ароматные, приятные на вкус листья могут использоваться наподобие шпината. На Кавказе плоды добавляют в вино для придания ему яркого и насыщенного цвета [3].

Ионы Ca^{2+} в растительных клетках выступают ключевым регулятором метаболических путей, необходим для стабилизации клеточных мембран и передачи сигналов при стрессовых воздействиях, является важным макроэлементом для роста растений [4, с. 98]. Оценка содержания кальция в различных органах лаконоса позволит более детально понять механизмы роста, деления клеток и адаптацию растения к условию окружающей среды.

Цель работы провести оценку концентрации кальция в различных органах лаконоса ягодного (лат. *Phytolacca acinosa*) методом титриметрии.

Образцы лаконоса ягодного (*Phytolacca acinosa)* были собраны на побережье р. Пина (г.Пинск).

Получение гомогената: Свежесобранные части растений (листья, соцветия, корневища) тщательно промывались для удаления загрязнений и высушивались фильтровальной бумагой. Сырье нарезалось на небольшие части. Материал интенсивно растирался в ступке с пестиком до образования однородной кашицы. Для предотвращения нагревания сырья процедура проводилась на льду. Полученная масса центрифугировалась для удаления крупных неразрушенных частиц (10 мин., 5000 g). Надосадочную жидкость использовали для дальнейших исследований.

Гомогенат из растения хранился при низкой температуре, в холодильнике, чтобы предотвратить разрушение действующих веществ или их окисление.

Концентрацию ионов кальция определяли комплексонометрическим методом с использованием мурексида в качестве индикатора [5].

Использовались следующие реактивы: 9N раствор гидроксида натрия (NaOH), раствор Трилона Б (0,665 г/л), трихлоруксусная кислота ($C_2HCl_3O_2$), смесь мурексида с хлоридом натрия (1:50), вода дистиллированная.

Анализ основан на образовании устойчивого комплекса ионов Ca^{2+} с этилендиаминтетрауксусной кислотой (ЭДТА, трилон Б) в щелочной среде (pH 12–13). При титровании раствором трилона Б этот комплекс разрушается, связанный мурексид освобождается, что приводит к появлению его натуральной окраски (фиолетовой или бледно-сиреневой).

Перед проведением анализа мурексид тщательно перетирался в фарфоровой ступке с NaCl в соотношении 1:50. Затем в маленькую колбу вносилось 50 мл дистиллированной воды, 0,4 мл 9 N раствора NaOH и прибавлялось на кончике ножа несколько крупинок измельченного мурексида. В этот момент появляется бледно-сиреневая окраска, обусловленная цветом самого индикатора. Объем пробы делился пополам: одна часть раствора служила эталоном окраски мурексида, другая использовалась для постановки опытной пробы.

К 25,2 мл щелочного раствора мурексида добавили 1 мл анализируемого клеточного содержимого и титровали 0,665 г/л раствором этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) до образования красно-фиолетовой окраски [6]. Расчет концентрации Ca^{2+} проводили по формуле:

$$[Ca^{2+}] = 7{,}2 \times V\ (ЭДТА),$$

где:

$[Ca^{2+}]$ – концентрация кальция, мг%;

V ЭДТА – объем раствора трилона Б, пошедшего на титрование, мл;

7,2 – эмпирический коэффициент, учитывающий разведение пробы и молярную массу кальция.

Все эксперименты проводили в трех повторностях. Полученные результаты подвергали статистической обработке при помощи компьютерной программы Excel 2021. Определяли средние арифметические величины и их стандартные ошибки ($\bar{x} \pm m$), проводили однофакторный дисперсионный анализ.

Данные титрометрического анализа содержания ионов Ca^{2+} в клеточном соке растений *Phytolacca acinosa* представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Концентрация ионов Ca^{2+} в различных органах *Phytolacca acinosa*

№ образца	Органы растений	С мг%
1	листья	132,0* ± 2,4
2	соцветия	117,6* ± 2,4
3	корневище	22,2* ± 0,5

Примечание – *- не превышает уровень значимости $P \leq 0{,}05$.

В ходе эксперимента были выявлены различия в содержании ионов кальция в различных органах лаконоса ягодного. В гомогенатах листьев (образец 1) концентрация ионов Ca^{2+} составила 132,0 ± 2,4 мг%. Это значение незначительно превышает аналогичный показатель для гомогенатов, полученных из соцветий данного растения (образец 2) (117,6 ± 2,4 мг%). Более выраженные различия наблюдались при определении содержания ионов в корневище (образец 3). Концентрация кальция составила 22,2 ± 0,5 мг%, что на 83,2 % ниже, чем в листьях и на 81,1 % ниже, чем в соцветиях.

Для подтверждения статистической значимости различий между группами был проведен однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA), результаты которого представлены в таблице 2.

Таблица 2. – Дисперсионный анализ данных

Источник вариации	Внутригрупповая изменчивость	Число Степеней свободы	Оценка Дисперсии	Критерий Фишера	Р- уровень значимости	Критерий Фишера критический
Между группами	21374,41	2	10687,205	911,1710	3,53412E-08	5,14325
Внутри групп	70,374	6	11,729			
Итого	21444,78	8				

Полученные данные подтверждают наличие статистически значимых различий в содержании кальция между исследуемыми группами ($P < 0{,}001$), так как критерий Фишера критический (5,143) был меньше критерия Фишера (911,171), что указывает на значительное влияние фактора.

По результатам исследования концентрация кальция значительно выше в листьях и соцветиях растения, в сравнении с корневищем.

Различие в содержании кальция между органами растений связано с их физиологическими функциями и подвижностью этого элемента внутри растения. В корневой системе деление клеток и рост идет менее интенсивно, чем в листьях и соцветиях, поэтому потребность в кальции там ниже [3].

Повышенные концентрации кальция в соцветиях и листьях обусловлены их биологическими функциями.

Список использованных источников

1. Christenhusz, M. J. M. 341. Phytolaccaceae / M. J. M. Christenhusz, M. F. Fay, M. W. Chase // Plants of the World: An Illustrated Encyclopedia of Vascular Plants. – Chicago: University of Chicago Press, 2017. – P. 341.

2. Phytolacca americana L. [Электронный ресурс] // NCBI Taxonomy Browser. – Режим доступа: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=3525. – Дата обращения: 10.03.2026.

3. Жизнь растений в 6-ти томах / под ред. А. Л. Тахтаджяна. – Т. 5, ч. 1. – М.: Просвещение, 1980. – 430 с.

4. Медведев, С. С. Физиология растений : учебник / С. С. Медведев. – СПб. : Изд-во С.-Петерб. Ун-та, 2012. – 512 с.

5. Кузин, А. Г. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Почвоведение» / А. Г. Кузин; Волгоград. ГАУ. – Волгоград, 2013.

6. Статкевич, П. Ю. Сравнительный анализ магния в домашнем и покупном козьем и коровьем молоке / П. Ю. Статкевич // Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси: материалы XIX международной молодежной научно-практической конференции, Пинск, 17 апреля 2025 г.: в 2 ч. / Министерство образования Республики Беларусь [и др.] ; редкол.: В. И. Дунай [и др.]. – Пинск: ПолесГУ, 2025. – Ч. 2. – С. 320-322.