

PAPER

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА В РАСТЕНИИ *INDIGOFERA TINCTORIA* LINN

Карабаев Халимжон Валиевич^{1,*}

¹ Кокандский государственный университет, г. Коканд, Узбекистан, преподаватель кафедры биологии, доктор философии по биологическим наукам (PhD)

* qoraboyevxalimjon15@mail.ru

Abstract

В статье рассмотрено изучение содержания общего белка в корне, стебле и зерне растения *Indigofera tinctoria* L., представитель семейства бобовых (Fabaceae), выращиваемого в трех различных (плодородных, засоленных, засушливых) климатических условиях Ферганской области. В исследовании использован метод Кельдала – один из общепризнанных методов определения содержания общего белка в растении *Indigofera tinctoria* L. При определении количества белка в пробах методом Кельдала проводили стадии гидролиза серной кислотой, нейтрализации гидроксидом натрия и титрования оставшейся кислоты раствором щелочи. Полученные результаты сравнивали между собой и с количеством белка других бобовых растений. По результатам исследования, в зерне *Indigofera tinctoria* L., выращенном в засушливых условиях, обнаружено 25,967% белка, в плодородных условиях в корне обнаружено 10,723% белка, в засоленных условиях в стебле обнаружено 5,688% белка.

Key words: *Indigofera tinctoria* L., общий белок, метод Кельдала, гидролиз, нейтрализация, титрование, корень, стебель, зерно.

ВВЕДЕНИЕ

Химический состав растений с древнейших времен интересовал учёных мира, и для их изучения в течение многих лет проводились непрерывные научные исследования, которые продолжают и сейчас.

Растения, относящиеся к семейству бобовых

(Fabaceae), в своем химическом составе богаты многими сложными соединениями, такими как белки, масла, углеводы, витамины, флавоноиды, индигоиды, макроэлементы и микроэлементы.

Изучение и применение химического состава растений рода *Indigofera* помогает решить многие проблемы, стоящие перед человечеством. В

Compiled on: November 18, 2025.

Copyright: ©2025 by the authors. Submitted to *Advances in Science and Environment* for possible open access publication under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution \(CC BY\) 4.0 license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

частности, в результате посадки этих растений в сельском хозяйстве повышается продуктивность малопродуктивных, малоурожайных земель, почва обогащается азотом, использование кормовых продуктов в животноводстве повышает продуктивность животных и, как следствие, человечество частично обеспечено продовольствием, удовлетворяющим потребности.

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ И МЕТОДЫ

На представителях рода *Indigofera* проведено множество научных исследований. Например, Алагбе Джон (Научно-исследовательский институт Сумитры, Гуджарат, Индия, 2020 г.) исследовал общее содержание белка в *Indigofera tinctoria* в исследовании под названием «Химическая оценка содержания белка, аминокислот и витаминов в корне, стебле и листьях *Indigofera tinctoria*» и в результате определено наличие белка в количестве 30,53% в листе, 5,11% в стебле и 8,22% в корне [1].

Вина Шарма и Ааста Агарвал (Индия, 2015 г.) в исследовательской работе под названием «Физико-химический и антиоксидантный анализ метаноловых и гидрометанольных экстрактов надземных частей *Indigofera tinctoria* Linn» обнаружили, что аминокислоты и белки присутствуют в метанольных и гидрометанольных экстрактах *Indigofera tinctoria*. [2]

В исследовательской работе М.К. Гафар, А.У.Итодо, Ф.А. Атику, А.М.Хасан и И.Дж.Пени (Нигерия, 2011 г.) под названием «Общий и минеральный состав волосатых листьев индиго (*Indigofera astragalina*)» было обнаружено, что листья *Indigofera astragalina* содержат 8,23

В процессе исследований мы использовали метод Кельдаля – один из широко используемых на международном уровне методов определения количества общих белков в растении *Indigofera tinctoria*.

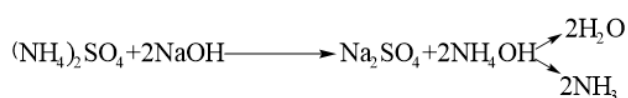
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Корень, стебель и зерно *Indigofera tinctoria*, выращенной в местных климатических условиях, составляют основную часть общей массы растения. Поэтому в наших исследованиях мы стремились изучить именно эти части растения.

Одним из методов определения количества общего белка является метод Кельдаля. Согласно этому рассчитывают количество общего белка, определяя количество азота. Сущность метода заключается в образовании сернокислых солей аммония путем гидролиза органических веществ пробы с помощью концентрированной серной кислоты (аминогруппы в белке).

Азотсодержащие органические вещества + $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

После окончания гидролиза для перевода сульфата аммония в аммиак применяли гидроксид натрия.



Образовавшийся в результате нейтрализации аммиак или гидроксид аммония проглатывали в растворе серной кислоты. Оставшуюся кислоту титруют раствором щелочи. Количество азота рассчитывают по рассчитанному количеству аммиака. Точную пробу для анализа отбирают из средней размолотой однородной пробы исследуемой пробы в пробирку, погрешность не должна превышать 0,1%. Количественный анализ пробы проводят в колбе Кельдаля. После этого продолжение эксперимента проводят согласно инструкции [4].

Обработка полученных результатов: массовую долю азота (X) в анализируемой пробе рассчитывают по формуле в процентах от массы пробы по объему после титрования количества аммиака, прошедшего через разбавленную серную кислоту.

$$X = \frac{(V_1 - V_0) * K * 0.0014}{m} * 100\%$$

V_1 — объём исходного 0.1 моль/л раствора гидроксида натрия, мл;

V_0 — объём 0.1 моль/л раствора гидроксида натрия, израсходованный на титрование 0.1 моль/л раствора серной кислоты в пробе опыта, мл;

m — масса взятой на анализ пробы, г.

Таблица 1

По результатам анализа установлено, что содержание общего белка в растении *Indigofera tinctoria* следующая:

№	Органы <i>Indigofera tinctoria</i>	Количество общего белка, %	(Алагбе Джон) Индия 2020 (%)
1	Корень ¹	10,723	5,11
2	Корень ²	5,538	
3	Корень ³	5,038	
4	Стебель ¹	2,0125	
5	Стебель ²	5,688	
6	Стебель ³	5,112	
7	Зерно ¹	21,475	
8	Зерно ²	22,002	
9	Зерно ³	25,967	

Примечание для номеров 1, 2, 3, указанные в таблице: исследование проводилось на 3 участках,

1-первый участок исследований – земельный участок фермерского хозяйства «Абдураззок – Мухтарджон Юксалиш», расположенный в Катта-Каракольском СГМ Учкоприкского района Ферганской области (плодородная почва);

2-второй участок исследований – земельный участок «Дангаринского многопрофильного технического колледжа», расположенного в Богиш СГМ Дангаринского района Ферганской области (засоленная почва);

3-третий участок исследований – земельный участок базы отдыха под управлением Коканского государственного педагогического института, расположенной в Сарыкорганском СГМ Учкоприкского района Ферганской области (сухая почва).

Таблица 2

Разница между содержанием белка *Indigofera tinctoria* и другими бобовыми растениями [5].

№	Вид растения и урожая	Белок, %
1	Соя (зерно)	29
2	<i>Indigofera tinctoria</i> (зерно)	26
3	Русский горох (зерно)	20
4	Фасоль (зерно)	18
5	Люцерна (голубая масса)	3

Представление полученных результатов в виде диаграммы показывает, насколько близко или различно количество белка в этих органах растения. Ниже представлены диаграммы.



Рисунок 1. Растение *Indigofera tinctoria* L.; а) корень, б) стебель, в) зерно,

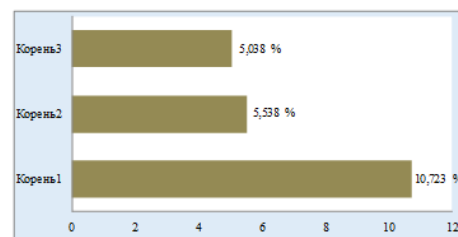


Рисунок 2. Белок корней *Indigofera tinctoria*, выращенных на 3 экспериментальных участках

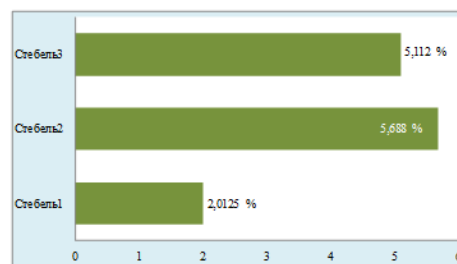


Рисунок 3. Белок стеблей *Indigofera tinctoria*, выращенных на 3 экспериментальных участках

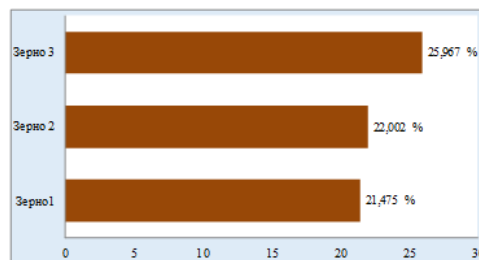


Рисунок 4. Белок зерен *Indigofera tinctoria*, выращенных на 3 экспериментальных участках

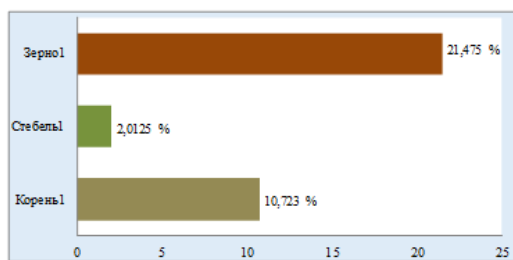


Рисунок 5. Содержание белка растения *Indigofera tinctoria* на 1-м экспериментальном участке

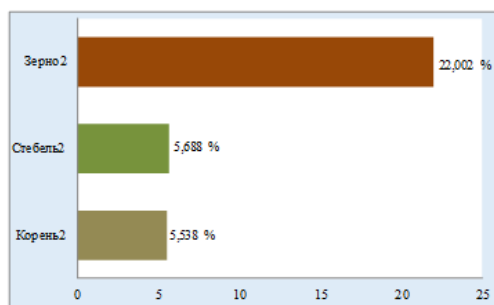


Рисунок 6. Содержание белка растения *Indigofera tinctoria* на 2-м экспериментальном участке

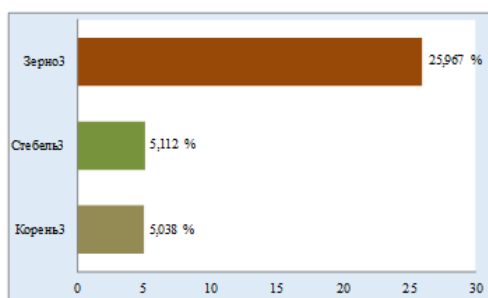


Рисунок 7. Содержание белка растения *Indigofera tinctoria* на 3-м экспериментальном участке

ВЫВОД

При сравнении содержания общего белка *Indigofera tinctoria*, выращенной на трех экспериментальных участках, обнаружено что, зерно, выращенное в районе Сарыкорган (сухая и каменистая местность), имеет самое высокое содержание – 25,967% и наименьшее количество 2,0125% обнаружено в стебле, выращенном на территории фермерского хозяйства «Абдураззок-Мухтарджон Юксалиш» (плодородный район). При сравнении количества белков в корнях наибольшее содержание – 10,723% обнаружено в корнях, выращенных на территории фермерского хозяйства «Абдураззок-Мухтарджон Юксалиш», при сравнении стеблей установлено, что наибольшая цифра составила 5,688% в стебле растения, выращенного в Дангаринском районе (засоленная почва), а при сравнении зерен установлено, что

наибольшее содержание – 25,967% имеет зерно, выращенное в Сарыкорганском районе.

При сравнении корне-стебельно-зерновых частей *Indigofera tinctoria* из каждого региона общее содержание белка увеличивается на втором и третьем экспериментальных участках соответственно. На первом экспериментальном участке установлено, что среднее количество в корне, наименьшее в стебле и наибольшее в зерне.

Так, в корнях растений рода *Indigofera tinctoria*, выращенных на плодородных почвах, накапливается больше белка, чем в засоленных и сухих почвах, на засоленных почвах больше белка накапливается в стебле, а на засушливых участках земной поверхности, например холмистых местностях, в зерне растения накапливается больше белка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Alagbe John //Chemical evaluation of proximate, vitamin and amino acid profile of leaf, stem bark and root of indigofera tinctoria// International Journal on Integrated Education. Volume 3, Issue X, Sumitra Research Institute, Gujarat, India. October 2020. 150-157.
2. Veena Sharma and Aaastha Agarval //Physicochemical and Antioxidant Assays of Methanol and Hydromethanol Extract of Ariel Parts of Indigofera Tinctoria Linn// Journal of Pharmaceutical Sciences. Indian 2015. 729-734.
3. M.K. Gafar, A.U. Itodo, F.A. Atiku, A.M. Hassan and I.J. Peni //Proximate and Mineral Composition of the Leaves of Hairy Indigo (*Indigofera astragalina*)// Pakistan Journal of Nutrition 10 (2) 2011. 168-175.
4. Методы контроля. Химические факторы. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. Руководство Р 4.1.1672-03. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.
5. Sattorov J., Sidiqov S., Abdullayev S. va boshqalar. Agrokimyo. Darslik. – Toshkent : “Cho’lpon”, 2011. 56-b.

6. Джумаев Ф.Х., Атаева З.А. Выращивание растения «*Indigofera tinctoria* L» и его роль в повышении плодородия почв в условиях Бухарской области // Вестник науки и образования № 3(106). Часть 2. 2021. –С. 6-8
7. Гиляров М. С. *indigofera*. Биологический энциклопедический словарь, 1986, с. 229.
8. Yakubov G.K. Cultivation Indigofera in the soil and climatic conditions of Khorezm and the technology of obtaining a natural dye // Agrarian science for agriculture: collection of articles: in 3 books. / V International Scientific and Practical Conference (March 17-18, 2010) Barnaul: Publishing house of AGAU, 2010. Book. 1. -S. 420-421.
9. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Indigotier>.
10. [http://www.absoluteastronomy.com/topics/Indigofera tinctoria](http://www.absoluteastronomy.com/topics/Indigofera_tinctoria)