

are mainly the result of maternal material and climate change, undergo minor changes due to different land use practices [6].

The relationship between forest soil and soil-forming factors has been studied extensively around the globe. Topography, atmosphere, and parent material are all closely linked to soil-forming/environmental forcing factors in forest soil. That means the dynamic of physical, chemical, and biological soil properties is influenced by soil management. As a result, forest lands with good physical and chemical characteristics are critical for preserving terrestrial ecosystem productivity and driving processes that preserve environmental quality [5, 6].

Plants influence mineral weathering and soil structure, while certain functional properties of plants influence the chemical and physical composition of litter, and thereby their decomposability. Trees affect the spatial redistribution of precipitation, the fluxes of carbon and nutrients within forest ecosystems and landscapes [6]. The density of the soil profile determines the formation of soil modes such as water-air, temperature, oxidation-reduction, and biochemical, and has a significant impact on the demonstration of the soil's key ecological functions, plant growth, production, and quality, as well as the behavior of microorganisms and soil fauna [7].

Reference

1. E. G. Gavrilenko, N. D. Ananyeva, and O. A. Makarov, "Assessment of soil quality in different ecosystems (with soils of Podolsk and Serpukhov districts of Moscow oblast as examples)," *Eurasian Soil Sci.*, vol. 46, no. 12, pp. 1241–1252, 2013, doi: 10.1134/S1064229313120041.
2. D. N. BIYOGUE, "Impacts of anthropogenic activities on physical and selected chemical properties of soils in the natural forest-savanna of Northern Ghana," *J. Soil Sci. Environ. Manag.*, vol. 7, no. 5, pp. 53–63, 2016, doi: 10.5897/jssem2015.0542.
3. V. P. Bhavya, S. A. Kumar, S. K. Kiran, A. Alur, K. M. Shivakumar, and M. Shivana, "Effect of organic matter on soil enzyme activity, organic carbon and microbial activity under different land use systems," *Int. J. Chem. Stud.*, vol. 5, no. 5, pp. 301–305, 2017.
4. R. Bobbink, D. Bal, H. F. Van Dobben, a J. M. Jansen, M. Nijssen, and H. Siepel, "The effects of nitrogen deposition on the structure and functioning of ecosystems," *Ecol. Appl.*, no. November, pp. 39–79, 2012.
5. Y. Y. Zhang, W. Wu, and H. Liu, "Factors affecting variations of soil pH in different horizons in hilly regions," *PLoS One*, vol. 14, no. 6, pp. 1–13, 2019, doi: 10.1371/journal.pone.0218563.

ИНСТИТУТ АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ

СЕКЦИЯ «ГЕНЕТИКА, СЕЛЕКЦИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ»

УДК 577.29:574.24:57.047

ВЛИЯНИЕ ГРИБКОВЫХ БОЛЕЗНЕЙ НА СОДЕРЖАНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ СЕМЯН СОИ

Тарасова Ольга Николаевна, младший научный сотрудник, ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», ton@vniiso.ru

Аннотация: Изучили изменения биохимического состава 8 сортов сои разных групп спелости (урожаем 2019 г.), под действием грибковых инфекций. В исследуемых семенах методом спектроскопии в ближней ИК-области было определено количество белка, масла и жирных кислот (ЖК). Поражение сои грибковыми патогенами не оказало влияние на биохимические показатели сои.

Ключевые слова: *Glycine max*, *Septoria glycines*, *Cercospora sojina*, биохимические показатели.

Введение. Соя – одна из наиболее востребованных производственными масличных культур. Основным биохимическим компонентом семян сои является белок. Среди всех возделываемых в мире сельскохозяйственных культур соя является одной из самых высокобелковых. Соя является не только источником белка, но и масла. Жирные кислоты (ЖК) сои характеризуются высокой биологической активностью.

Несмотря на то, что усилия селекционеров в последние годы направлены на выведении сортов с высокой продуктивностью, устойчивостью к болезням, повышенной белковостью и другими высокими функциональными качествами, ежегодно с ростом площадей посевов происходит увеличение степени поражения сои, что существенно влияет в конечном итоге на урожайность и качество сои. В течение всего вегетационного периода на сою оказывают влияние листовые болезни, среди которых на Дальнем Востоке широкое распространение имеют грибковые заболевания сои: септориоз (*Septoria glycines* Hemmi) и церкоспороз (*Cercospora sojina* Hara) [1]. Определенный научный интерес представляет изучение изменений в содержании основных биохимических компонентов различных сортов сои под влиянием грибковых инфекций. В доступной литературе такие закономерности не отмечены.

Соответственно, **цель исследований** заключалась в изучении изменений содержания биохимических компонентов семян сортов сои, различных групп спелости, под действием *S. glycines* или *C. sojina*. Для достижения цели исследований были поставлены **задачи** по определению в анализируемых сортах сои показателей: содержание белка, масла и ЖК.

Условия, материалы и методы. Исследования проводились сотрудниками лаборатории биотехнологии ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои. Материалом послужили семена 8 сортов сои Амурской селекции (урожаем 2019 г.): Кружевница, Сентябринка, Умка, Веретейка (скороспелые); Даурия, Золушка, Лазурная (среднеспелый); Топаз (ультраскороспелый). Образцы семян предоставили сотрудники лаборатории селекции и генетики сои ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои (с. Садовое, Амурской области).

Отбор семян, зараженных грибковыми болезнями, производился путем визуального анализа семенного материала по морфологическим признакам. Все анализы выполняли в двух биологических и трех аналитических повторностях. Контролем служили семена вышеперечисленных сортов сои различных групп спелости, незараженные грибковыми болезнями.

Определение содержания белка, масла и ЖК проводили в лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои методом спектроскопии в ближней инфракрасной области с использованием анализатора «FOSS NIR Systems 5000». Метод основан на регистрации спектров отражения анализируемых проб в ближней инфракрасной области и определении в них содержание жира и жирных кислот. Расчет значений показателей производился по заранее созданным калибровочным уравнениям.

Расчет статистических показателей (средняя, стандартное отклонение, коэффициент вариации) произведен на основе общепринятых биометрических методов с использованием программного обеспечения Statistica 6.0, графическое представление – с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты и обсуждения. Информация об изменениях содержания белка, масла и ЖК в под действием *S. glycines* или *C. sojina* весьма ограничена. Таким образом, это исследование было направлено на изучение изменений уровня содержания выбранных биохимических показателей в семенах сои в ответ на стресс, вызванный грибковыми инфекциями.

Установить закономерности изменения содержания белка и масла в исследуемых сортах под влиянием грибковых инфекций не удалось (таблица 1). Наблюдали только тенденцию к уменьшению содержания белка в семенах, зараженных *S. glycines* или *C. sojina*, но из-за низкой репрезентативности делать выводы о влиянии данного фактора преждевременно.

Таблица 1

Содержание белка и масла в семенах сои, незараженных и зараженных грибковыми болезнями, в %

Сорт сои	Наименование показателя	Контроль	Септориоз	Церкоспороз
Кружевница	белок	41,43±0,04	40,10±0,10	39,84±0,11
	масло	18,86±0,05	17,05±0,04	19,47±0,05
Сентябринка	белок	40,46±0,07	40,34±0,07	39,40±0,01
	масло	18,91±0,02	18,49±0,05	19,27±0,08
Веретейка	белок	40,45±0,07	42,28±0,01	41,30±0,02
	масло	17,83±0,04	17,25±0,07	17,34±0,24
Умка	белок	39,53±0,11	39,02±0,02	38,56±0,04
	масло	19,79±0,05	19,26±0,06	19,28±0,01
Даурия	белок	39,72±0,07	38,39±0,02	38,80±0,03
	масло	19,29±0,02	19,62±0,12	19,37±0,05
Золушка	белок	40,25±0,06	37,72±0,04	37,83±0,02
	масло	18,57±0,09	19,25±0,10	19,49±0,03
Лазурная	белок	40,61±0,10	39,03±0,07	38,02±0,04
	масло	18,92±0,01	19,56±0,09	19,29±0,06
Топаз	белок	41,53±0,10	41,04±0,02	40,34±0,05
	масло	18,59±0,03	18,77±0,04	19,21±0,09

Примечание: $\bar{X} \pm S\bar{x}$ – среднее арифметическое \pm ошибка среднего

По содержанию ЖК значительных различий между изученными сортами не наблюдали, выраженного действия патогенных возбудителей на уровень накопления ЖК не установлено (таблица 2). Общие закономерности изменения биохимических характеристик,

свойственных определенному сорту сои, прослеживались по всем признакам.

Таблица 2

Содержание жирных кислот в семенах сои, незараженных и зараженных грибковыми болезнями, в % от их общего количества

Сорт сои	Жирная кислота	Контроль	Септориоз	Церкоспороз
Кружевница	пальмитиновая	9,87±0,00	9,32±0,03	9,23±0,03
	стеариновая	3,63±0,01	3,61±0,03	3,77±0,01
	олеиновая	25,14±0,01	24,13±0,02	24,57±0,39
	линолевая	51,35±0,03	51,89±0,03	51,82±0,06
	линоленовая	9,89±0,01	10,13±0,03	9,08±0,11
Сентябринка	пальмитиновая	9,86±0,02	9,48±0,04	9,34±0,01
	стеариновая	3,68±0,01	3,74±0,01	3,83±0,00
	олеиновая	24,59±0,26	23,81±0,03	23,53±0,01
	линолевая	51,42±0,06	52,26±0,08	52,47±0,03
	линоленовая	9,73±0,14	9,76±0,07	9,77±0,03
Веретейка	пальмитиновая	9,77±0,04	9,91±0,01	9,40±0,03
	стеариновая	3,63±0,01	3,45±0,03	3,82±0,01
	олеиновая	25,33±0,43	22,93±0,02	22,86±0,02
	линолевая	50,48±0,06	51,85±0,03	51,75±0,13
	линоленовая	9,91±0,11	10,92±0,03	10,50±0,15
Умка	пальмитиновая	10,11±0,03	9,63±0,01	9,48±0,02
	стеариновая	3,77±0,02	3,88±0,01	3,86±0,01
	олеиновая	25,01±0,21	22,08±0,03	22,93±0,01
	линолевая	52,47±0,04	52,57±0,02	52,65±0,01
	линоленовая	9,69±0,07	9,93±0,01	9,62±0,04
Даурия	пальмитиновая	10,14±0,01	9,69±0,06	9,43±0,00
	стеариновая	3,77±0,01	3,95±0,01	3,88±0,00
	олеиновая	23,83±0,24	22,51±0,03	22,20±0,06
	линолевая	52,29±0,11	52,65±0,03	52,59±0,04
	линоленовая	9,11±0,04	9,84±0,01	10,66±0,01
Золушка	пальмитиновая	10,10±0,04	9,86±0,01	9,51±0,01
	стеариновая	3,71±0,01	3,96±0,00	3,91±0,00
	олеиновая	23,49±0,19	22,79±0,01	21,98±0,01
	линолевая	51,59±0,08	52,80±0,01	52,76±0,01
	линоленовая	9,96±0,17	9,59±0,01	9,95±0,01
Лазурная	пальмитиновая	10,05±0,01	9,83±0,01	9,55±0,02
	стеариновая	3,70±0,00	3,95±0,00	3,85±0,01
	олеиновая	23,23±0,30	21,94±0,02	21,80±0,01
	линолевая	52,00±0,02	52,87±0,02	52,99±0,00
	линоленовая	9,28±0,07	9,87±0,01	10,20±0,01
Топаз	пальмитиновая	9,77±0,02	9,49±0,02	9,38±0,02
	стеариновая	3,61±0,01	3,77±0,00	3,77±0,00
	олеиновая	24,38±0,39	22,95±0,02	22,60±0,03
	линолевая	51,78±0,15	52,58±0,03	52,96±0,01
	линоленовая	9,17±0,02	10,09±0,03	10,19±0,05

Примечание: $\bar{X} \pm S\bar{x}$ – среднее арифметическое \pm ошибка среднего

На предыдущем этапе научных исследований нами была проведена оценка биохимического состава семян и проростков сои сорта Лидия, зараженных септориозом [2]. В результате исследований выявили, что в ответ на окислительный стресс, вызванный септориозом, происходило увеличение количества белка, а также предположили, что содержание масла и высших жирных кислот (за исключением линоленовой кислоты) в семенах сои сорта Лидия, вероятно, снижалось под влиянием *S. glycines*.

Проведено множество научных исследований о влиянии погодных и агротехнических условий на биохимический состав семян сои [3, 4], однако нет данных о влиянии грибковых болезней на химический состав семян данной культуры. Количество белка и масла в семенах сои обычно связано отрицательной корреляционной зависимостью. Многие авторы указывают, что на эти показатели существенно влияют погодные условия года, период вегетации и генетическое происхождение сорта [5, 6]. При исследовании биохимического состава семян сои было установлено, что наличие поражения семян грибковыми болезнями не повлияло на содержание основных хозяйственно-ценных признаков (белка и масла) в семенах исследуемых сортов сои различных групп спелости.

Имея в виду тот факт, что ненасыщенные карбоновые кислоты важны для защиты растений сои от стресса и, в свою очередь, повышают ее адаптивные возможности, провели сравнительный анализ изменения уровня ЖК в случае воздействия выбранных нами патогенов. В семенах исследуемых сортов сои не было выявлено значимого отклонения от контроля уровня содержания ЖК, соответственно можем сделать вывод, что нет взаимосвязи между поражением сои *S. glycines* или *C. sojae* и накоплением насыщенных и ненасыщенных жирных кислот.

Вывод. Поражение сои патогенами *S. glycines* или *C. sojae* не оказывает влияние на накопление насыщенных и ненасыщенных ЖК, содержание белка и жира в семенах сои. В результате проделанной работы получены новые знания о воздействии биотического стресса на основные хозяйственно-ценные признаки исследуемых сортов сои.

Библиографический список

1. Брынцев, С. И. Проблемы выращивания сои и возможные пути решения [Текст] / С. И. Брынцев, А. Г. Уварова, И. В. Ярыгина // Молодежная наука – гарант инновационного развития АПК: материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Курск, 19-21 декабря 2018 г. Курск : Изд-во КГСХА, 2019. - С. 45-50.
2. Лаврентьева, С. И. Биохимический состав семян и проростков сои, зараженных *Septoria glycines* Hemmi [Текст] / С. И. Лаврентьева, О. Н. Тарасова, В. А. Кузнецова, и др. // Достижения науки и техники АПК. - 2020. - Т. 34. - № 6. - С. 38-42.
3. Мысак, Е. В. Влияние водного стресса на основные показатели продуктивности и посевные качества семян сои [Текст] / Е. В. Мысак, О. А. Селихова // Дальневосточный аграрный вестник. - 2016. - № 4 (40). - С. 67-74. doi:10.24411/1999-6837-2016-00073
4. Иваченко, Л. Е. Сравнительный биохимический состав семян сои, выращенных в Амурской и Московской областях [Текст] / Л. Е. Иваченко, Г. П. Ефимова, М. С. Гинс и др. // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2006. - № 6. - С. 47-49.

5. Бельшикина, М. Е. Биохимический состав семян раннеспелых сортов сои и его вариабельность в зависимости от сортовых особенностей и метеорологических условий вегетационного периода [Текст] / М. Е. Бельшикина // Вестник Ульяновской ГСХА. - 2020. - № 3 (51). - С. 33-40.

6. Синеговская, В. Т. Содержание белка и жира в семенах сортов сои различного генетического происхождения [Текст] / В. Т. Синеговская, В. В. Очкурова, М. О. Синеговский // Российская сельскохозяйственная наука. - 2020. - № 5. - С. 15-19.

УДК 631.559:[633.192:631.53.04]

УРОЖАЙНОСТЬ И СТРУКТУРА УРОЖАЯ КВИНОА (*CHENOPodium QUINOA* WILLD.) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ПОСЕВА

Куренкова Евгения Михайловна, ассистент кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, ekurenkova@rgau-msha.ru

Аннотация: Приведены данные об урожайности и структуре урожая зарубежных сортов квиноа (*Chenopodium quinoa* Willd.): Q1, Q2, Q3, Q4, Q5. В полевом опыте, заложенном на Полевой опытной станции РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева в 2020 г. изучали особенности роста, развития и формирования урожая квиноа на дерново-подзолистой почве при выращивании с использованием пунктирного способов посева по схеме 45x10 см и 60x10 см.

Ключевые слова: квиноа, *Chenopodium quinoa* Willd., псевдозерновая культура, урожайность, структура урожая, адаптационный потенциал, способ посева.

Отечественный потребитель все больше внимания уделяет продуктам, предназначенным для здорового питания. Одной из культур, представляющих интерес в данном плане, является квиноа (*Chenopodium quinoa* Willd.) – псевдозерновая культура из семейства Амарантовые (*Amaranthaceae* Juss.) подсемейства Маревые (*Chenopodioideae* Burnett) [1].

Зерно квиноа обладает высокой питательной ценностью и отличается уникальным химическим составом: имеет высокое содержание белка (до 20%), в состав которого входят важнейшие аминокислоты, оно не содержит глютен, богата полиненасыщенными маслами, витаминами и минеральными веществами [2].

Высокий адаптационный потенциал квиноа позволяет возделывать ее в широком диапазоне агроэкологических условий. Квиноа устойчива к воздействию абиотических стрессов, что важно, принимая во внимание глобальные изменения климата, проявления которых отрицательно сказываются на урожайности традиционных сельскохозяйственных культур [3].

В полевом опыте изучали особенности роста и развития, формирования урожая пяти зарубежных сортов квиноа: Q1, Q2, Q3, Q4, Q5 селекции International Center for Biosaline Agriculture (ICBA), Объединенные Арабские Эмираты [4]. Проводилась оценка их продуктивности с целью установления наиболее урожайных и адаптированных к региональным агроэкологическим и агроклиматическим условиям.