

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИГНИНА В КАЧЕСТВЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО СТИМУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

<sup>1,2</sup>Смирнова Е.В., <sup>1</sup>Ожимкова Е.В., <sup>3</sup>Короткова Е.М., <sup>2</sup>Ущাপовский И.В.

<sup>1</sup>Тверской государственной технической университет, г. Тверь, Российская Федерация

<sup>2</sup>Федеральный научный центр лубяных культур, г.Тверь, Российская Федерация

<sup>3</sup>Обу Академи, Турку, Финляндская Республика

**Аннотация.** В работе изучена эффективность использования растворов лигнина в качестве стимуляторов роста растений. В качестве тест-объектов для исследования ростостимулирующей активности растворов лигнина использованы семена льна культурного – важной культуры сельскохозяйственного назначения в Тверской области.

**Ключевые слова.** Лигнин, ресурсосбережение, стимуляторы роста растений, лен.

## USING OF LIGNIN AS AN ENVIRONMENTALLY GROWTH STIMULANT FOR AGRICULTURAL PLANTS

<sup>1,2</sup>Smirnova E.V., <sup>1</sup>Ozhimkova E.V., <sup>3</sup>Korotkova E.M., <sup>2</sup>Ushapovsky I.V.

<sup>1</sup>Tver State Technical University, Tver, Russian Federation

<sup>2</sup>Federal scientific center of bast crops, Tver, Russian Federation

<sup>3</sup>Åbo Akademi University, Turku, Finland

**Abstract.** The effectiveness of using lignin solutions as plant growth stimulants has been studied. As test objects for the study of growth-stimulating activity of lignin solutions, the seeds of cultural flax, an important agricultural crop in the Tver region, were used.

**Keywords.** Lignin, resource conservation, plant growth stimulants, flax.

Необходимость утилизации лигноцеллюлозных отходов – одна из важнейших экологических проблем. В настоящее время лигнин, который является крупнотоннажным промышленным отходом, способен при длительном хранении оказывать негативное влияние на окружающую среду путем выделения токсичных соединений, которые способны накапливаться в почве, воздухе и т.д. С целью снижения антропогенного воздействия на окружающую среду экологически оправданным способом утилизации лигнинсодержащих отходов может являться их переработка в экологически безопасные стимуляторы роста растений [1].

Целью данного исследования является изучение влияния водных растворов лигнина, полученного методом мягкой щелочной экстракции, на прорастание семян льна.

Для проведения экспериментальной части работы семена льна-долгунца были предоставлены ФГБНУ «Федеральным научным центром лубяных культур». Лен-долгунец сорта «Росинка» включен в Госреестр по Центральному региону [2].

Для исследования ростостимулирующей активности препаратов лигнина проводили эксперименты по проращиванию семян льна (*Linum usitatissimum L. f. elongata*) сорта «Росинка» в чашках Петри с последующим вычислением процента всхожести семян, определением среднего значения длины побегов и прироста сырой биомассы [3].

Образцы лигнина, использованные при проведении экспериментов, получены по методикам, представленным в работе [4].

Для приготовления исходного раствора точная навеска лигнина предварительно растворялась в диметилсульфоксиде, после чего из полученного раствора готовились водные растворы лигнина с концентрациями от  $10^{-1}$  до  $10^{-9}$  г/л. Средняя проба семян высыпалась на гладкую и чистую поверхность и, тщательно перемешивая семена, определялось их состояние по цвету, блеску, наличию плесени и другим признакам. Затем из пробы семян отсчитывали по здоровых 20 семян без повреждений и проводили их взвешивание на аналитических весах с фиксированием значений массы в журнале. После этого семена выкладывали в подготовленные чашки Петри, которые выстилались двумя слоями фильтровальной бумаги, и смачивали раствором лигнина соответствующего разведения. Закрытые чашки Петри помещались для проращивания в течение 7 дней в климатостат КС -200, при температуре

23±1°C и с режимом освещенности семян не менее 8 часов в сутки. На второй, третий, четвертый и седьмой дни проращивания подсчитывали количество проросших семян в каждой чашке. Также ежедневно контролировали состояние увлажненности ложа и при необходимости вносили аликвоту раствора лигнина соответствующего разведения, не допуская переувлажнения образцов. На протяжении эксперимента по проращиванию семян необходимым условием является осуществление ежедневного открытия чашек Петри на 10-15 минут для обеспечения газообмена.

В течение эксперимента в каждой серии чашек определяли всхожесть семян, а по окончании опыта по проращиванию измеряли такие параметры, как длина ростков и прирост сырой биомассы растений льна.

В качестве контрольного опыта проводили проращивание семян в аналогичных условиях, но с поливом водой. Все опыты проводились в трехкратном повторении.

Анализ полученных данных указывает на то, что водные растворы лигнина проявляют наибольший стимулирующий эффект в концентрациях  $10^{-5}$  и  $10^{-6}$  г/л (92,5% проросших семян при 82,5% в контрольном опыте). Однако, раствор лигнина с концентрацией  $10^{-1}$  г/л оказывал сильное угнетающее воздействие на развитие льна. Результаты определения всхожести семян льна представлены на диаграмме (рисунок 1).

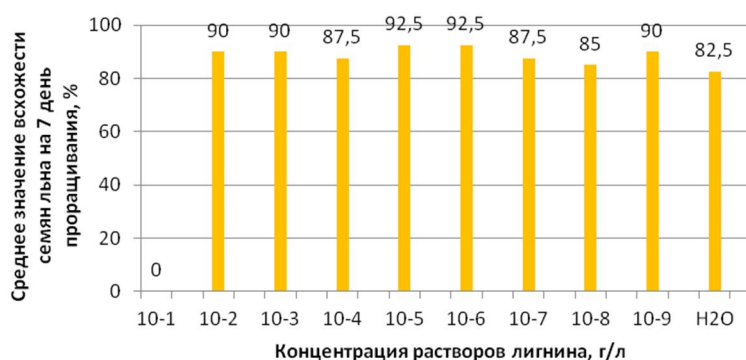


Рисунок 1 – Всхожесть семян льна на седьмой день проращивания

По окончании эксперимента (7 дней проращивания семян) проводился замер длины ростков в каждой чашке Петри. Все значения были усреднены и сравнены с контрольным образцом.

Растворы лигнина с концентрациями  $10^{-3}$ ,  $10^{-6}$ ,  $10^{-8}$  и  $10^{-9}$  г/л оказывали стимулирующее влияние на рост льна. Наибольшее стимулирующее влияние оказал раствор с концентрацией  $10^{-8}$  г/л - средняя длина ростков составляла 13,44 см против 12,425 см в контрольном образце. Результаты определения длины ростков представлены на диаграмме (рисунок 2).



Рисунок 2 – Зависимость средней длины побегов льна от концентрации раствора лигнина

Кроме того, после окончания эксперимента ростки очищали от оболочек семян, затем с побегов с помощью фильтровальной бумаги удаляли излишек влаги и всю биомассу взвешивали на аналитических весах. Установлено, что при использовании растворов лигнина с концентрацией  $10^{-10}$  г/л прирост биомассы составляет 0,7064 г, что в среднем 1,5 раза выше значений, полученных в контрольно эксперименте (0,4955 г).

Таким образом, проанализировав полученные экспериментальные данные, установлено, что раствор лигнина с концентрациями  $10^{-6}$  г/л проявляет выраженное стимулирующее воздействие на всхожесть семян льна и рост побегов. При оценке прироста сырой биомассы льна установлено, что наибольшее влияние оказывает раствор лигнина с концентрацией  $10^{-10}$  г/л. Следует отметить, что

раствор лигнина в концентрации  $10^{-1}$  г/л оказывает угнетающее воздействие на всхожесть семян льна, что свидетельствует о невозможности использования раствора лигнина в данной концентрации в качестве стимулятора роста.

Таким образом, полученные водные растворы лигнина могут использоваться в сельском хозяйстве в качестве экологически безопасных и эффективных стимуляторов роста льна.

#### **Список использованных источников**

1 Феофилова, Е.П. Лигнин: химическое строение, биодegradация, практическое использование [Текст]: (обзор) / Е. П. Феофилова, И.С. Мысякина// Прикладная биохимия и микробиология. - 2016. - Т. 52, № 6. - С. 559-569.

2 Понажев, В.П. Инновационные разработки – льноводству: Селекция, семеноводство, возделывание, первичная обработка, экономика / В.П. Понажев, Т.А. Рожмина, В.Я. Тихомирова. – Тверь: ТвГУ, 2011. – 88 с.

3 ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести (с Изменениями N 1, 2). – Введ. 1986-07-01. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 23 с.

4 Wood extracted lignin as a plant growth regulator/E. Korotkova, A. Pranovich, E. Ozhimkova, S. Willfor // The 7<sup>th</sup> Nordic Wood Biorefinery Conference: book of abstracts (Stockholm, Sweden, March 28-30, 2017). – P. 192-193

Работа выполнена в рамках инициативной НИР.