

## ВЛИЯНИЕ ОЗОНА НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ

*Морунова Светлана Сергеевна, магистрант, E-mail: [morunova.sveta97@icloud.com](mailto:morunova.sveta97@icloud.com)*

*Гаврилова Анна Александровна, к. б. н., доцент кафедры «Прикладная механика, физика и высшая математика», E-mail: [anna-gavrilova-65@mail.ru](mailto:anna-gavrilova-65@mail.ru)  
ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА*

***Аннотация:** В статье представлены результаты изучения влияния озono-воздушной смеси и озонированной воды на показатели прорастания семян фасоли обыкновенной. В ходе исследования были выявлены оптимальные дозы озона и способы обработки семян.*

***Ключевые слова:** озон, озono-воздушная смесь, озонированная вода, фасоль, фазы прорастания.*

**Введение.** При возделывании сельскохозяйственных культур первостепенное значение имеет качество и готовность семян к процессу прорастания. Предпосевная обработка семян – это важный этап современного технологического процесса возделывания сельскохозяйственных культур, а также технологии производства высококачественного семенного материала [3]. Важным условием эффективного земледелия является протравливание семян. Однако при нерациональном использовании пестицидов может произойти загрязнение окружающей среды [1]. В связи с этим остро стоит проблема разработки низкзатратных, энергосберегающих и экологически чистых технологий обработки семенного материала. К таким технологиям можно отнести озонирование.

**Цель работы:** изучить влияние озono-воздушной смеси и озонированной воды на начальные фазы прорастания семян фасоли обыкновенной.

**Материалы и методы.** Объектом исследования в опытах служили семена фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris*). Семена фасоли обладают высокими вкусовыми качествами, очень питательны, являются источником белка, который колеблется в интервалах от 15 до 35% (на 100 г семян фасоли приходится около 20 г белка), что в среднем дает около 20% от рекомендуемой суточной нормы потребления и поэтому по содержанию может быть сравнимо с мясом. При этом усвояемость протеина фасоли составляет почти 80%. Фасоль служит также источником крахмала, пищевых волокон, что относит ее к продуктам с низким гликемическим индексом [6].

Озono-воздушную смесь (ОВС) получали из кислорода воздуха методом барьерного разряда. Концентрацию озона в ОВС определяли йодометрическим и оптическим методами на спектрофотометре при длине волны  $\lambda = 254$  нм.

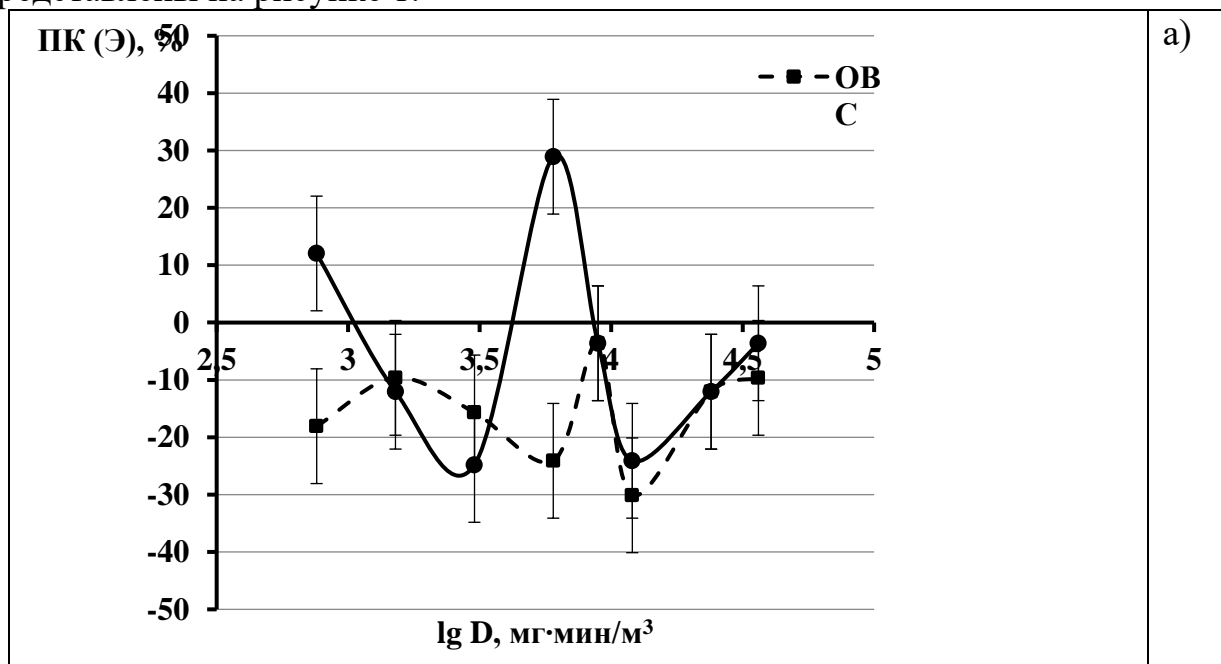
Озонированную дистиллированную воду (ОДВ) получали путем барботирования дистиллированной воды.

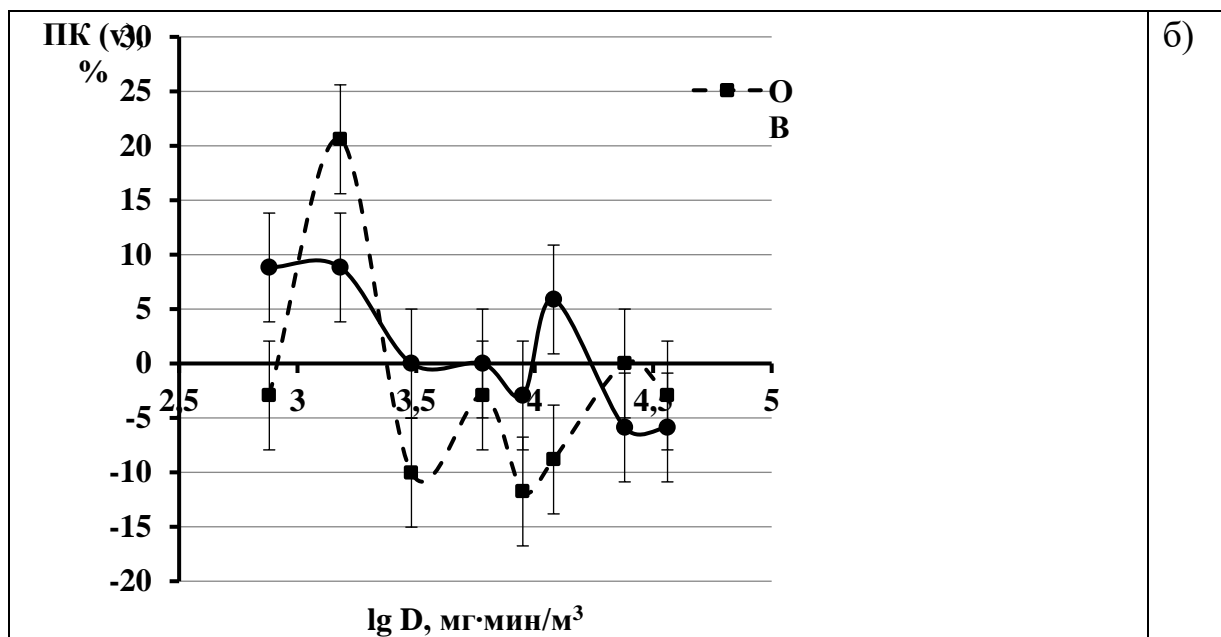
В ходе экспериментов применялись следующие способы обработки озонем: 1) обработка ОВС или ОДВ сухого растительного материала без предварительного замачивания; 2) обработка ОВС или ОДВ набухших семян (с предварительным замачиванием); 3) обработка ОВС или ОДВ проросших семян; 4) обработка ОВС или ОДВ проросших семян.

Проращивание семян проводили в термостате при температуре + 20 ° С. Биологическая повторность в опытах четырехкратная. Всего во всех сериях опытов было использовано 1360 семян фасоли.

### Результаты и их обсуждение.

Для исследования влияния озона на показатели прорастания семян фасоли было проведено две серии опытов. В направлении влияния озono-воздушной смеси и озонированной воды с различными дозами озона на показатели прорастания семян фасоли было проведено 2 серии опытов. В первой серии опытов было 5 концентраций озона: 75, 150, 300, 600 и 900 мг/м<sup>3</sup>, и 2 варианта времени озонирования: 10 и 40 минут. Дозу озона определяли как произведение концентрации на время воздействия озона, поэтому были использованы следующие варианты доз озона: 750, 1500, 3000, 6000, 9000, 12000, 24000 и 36000 мг·мин/м<sup>3</sup>. Озонирование семян проводили двумя способами: путем обработки сухих семян озono-воздушной смесью (ОВС) и путем замачивания семян в озонированной дистиллированной воде (ОДВ). Контрольные семена действию озона не подвергали. Повторность в опытах четырехкратная. По полученным данным была рассчитана энергия и средняя скорость прорастания [2], а также процент к контролю для этих показателей. Результаты первой серии опытов представлены на рисунке 1.





**Рисунок 1.** Влияние озono-воздушной смеси и озонированной воды на энергию прорастания (а) и среднюю скорость прорастания (б) семян фасоли.

В целом можно отметить угнетающий характер при обработке сухих семян фасоли озono-воздушной смесью. При анализе полученных результатов были выявлены оптимальные дозы при обработке озонированной водой для повышения энергии прорастания –  $750 \text{ мг}\cdot\text{мин}/\text{м}^3$  (12,05% к контролю) и  $6000 \text{ мг}\cdot\text{мин}/\text{м}^3$  (28,92% к контролю) соответственно. Для средней скорости прорастания при дозе  $1500 \text{ мг}\cdot\text{мин}/\text{м}^3$  в обоих вариантах обработки озонem характер воздействия был стимулирующим: для ОВС 20,59% к контролю, для ОДВ 8,82% к контролю. Для ОВС остальные дозы носили подавляющий характер, а для ОДВ еще две дозы  $750$  и  $12000 \text{ мг}\cdot\text{мин}/\text{м}^3$  влияли положительно (8,82 и 5,88% соответственно).

Вторая серия опытов была поставлена с целью выявления наиболее чувствительной фазы развития проростка и определения этапа развития, на котором воздействие озона наиболее оптимально.

По результатам предыдущей серии опытов были выбраны две концентрации озона и 2 варианта длительности воздействия:  $150$  и  $900 \text{ мг}/\text{м}^3$ , и 10 и 40 минут, соответствующие дозам, при которых были получены самые высокие показатели прорастания –  $1500$  и  $6000 \text{ мг}\cdot\text{мин}/\text{м}^3$ . Во второй серии опытов было 4 варианта доз:  $1500$ ,  $6000$ ,  $9000$  и  $36000 \text{ мг}\cdot\text{мин}/\text{м}^3$ . Способ обработки озонem – озонированная вода. Обработку озонированной водой проводили на разных стадиях прорастания: набухание, проклевывание и стадия появления первых проростков. Как и в предыдущей серии опытов, проводили ежедневный учет проросших семян, по окончании опыта определяли энергию и среднюю скорость прорастания. Результаты приведены на рисунке 2.

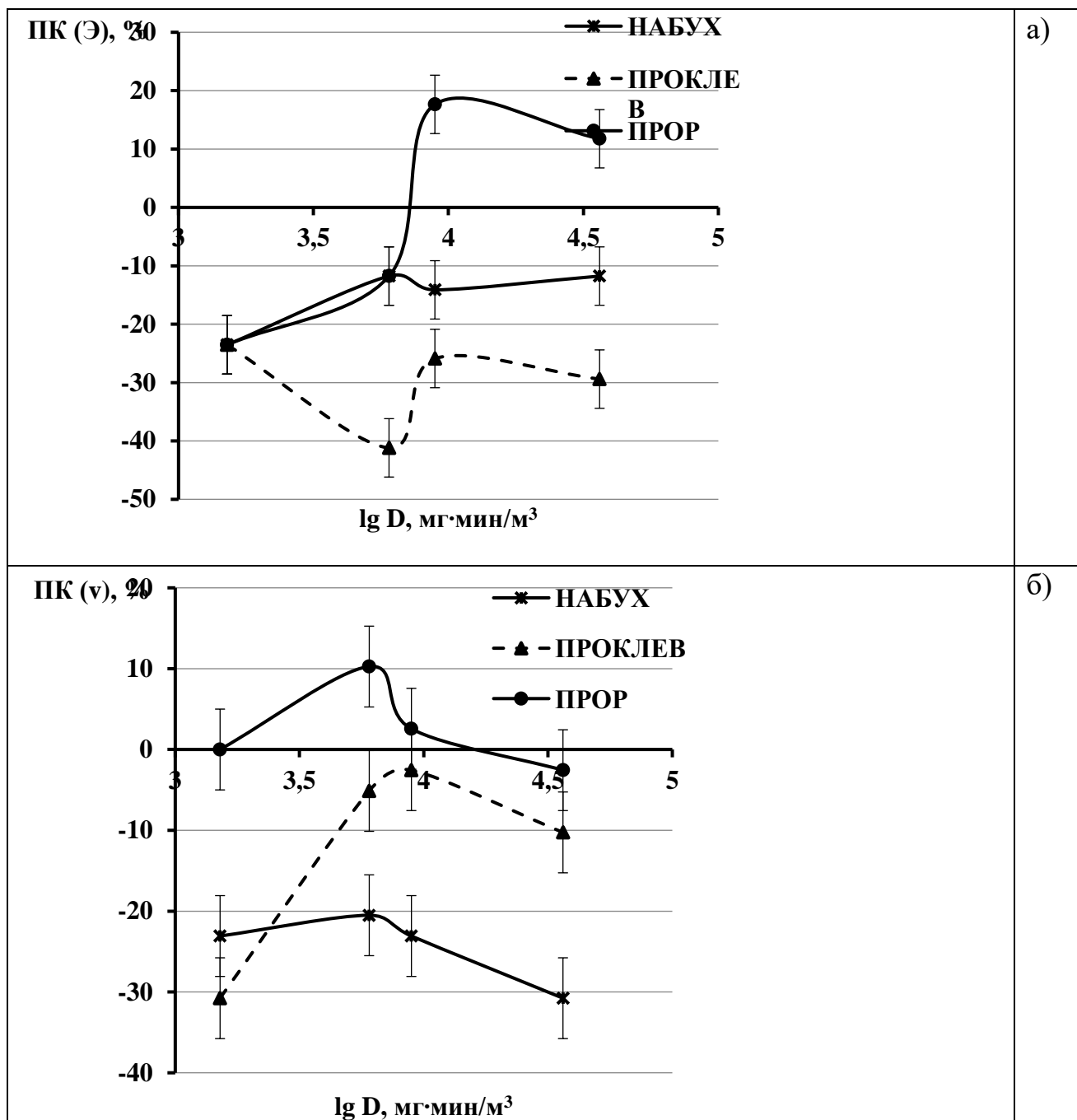


Рисунок 2. Влияние озонированной воды на энергию прорастания (а) и среднюю скорость прорастания (б) семян фасоли на разных стадиях прорастания.

### Выводы

1. Проведенные исследования показали, что наиболее эффективно озонированная вода влияет на стадии проростков: при дозе 9000 мг·мин/м<sup>3</sup> энергия прорастания достоверно превышала контрольное значение на 17,65%, при дозе 6000 мг·мин/м<sup>3</sup> средняя скорость прорастания увеличилась на 10,26%. Это, по-видимому можно объяснить в первую очередь обеззараживающим эффектом, которым обладает озон: на стадии прорастания часто можно наблюдать начало загнивания проростков из-за вымывания из семенной кожуры большого количества веществ, служащих субстратом для патогенной микрофлоры.

2. Самые низкие значения по энергии прорастания были получены при обработке семян на стадии проклеивания, по средней скорости прорастания – на стадии набухания. Это объясняется высокой чувствительностью данной культуры к действию озона на разных стадиях прорастания [4].

3. Практически во всех сериях опыта при обработке семян большой дозой озона ( $36000 \text{ мг} \cdot \text{мин} / \text{м}^3$ ) проявлялся ингибирующий характер действия озона, что, по-видимому, связано с работой антиоксидантной системы, которая в условиях повышенного стресса не справляется с окислительным фактором [5].

### Библиографический список

1. Горина И. Н. Качество протравливания надо контролировать. / И. Н. Горина. // Защита и карантин растений. – №2. – 2009. – С. 22.
2. Елисеев И. П., Рогачева С. В. Биологические особенности семян и проростков облепихи крушиновидной, связанные с их дисимметрией. // Физиология, электрофизиология и биохимия с. – х. растений: Сб. научн. тр. – Горький: ГСХИ, 1984. – с. 93 – 96.
3. Ламан Н. А. Современная технология предпосевной обработки семян / Н. А. Ламан, Г. Н. Алексейчук, Ж. Н. Калацкая // Наука и инновации. – №9(43). – 2006. – С. 37-41.
4. Обручева Н. В. Уровень оводненности как пусковой фактор мобилизации крахмала и белка при прорастании семян гороха. / Н. В. Обручева, Л. С. Ковадло, А. А. Прокофьев. // Физиология растений. – 1988. – Т. 35, вып. 2. – С. 322 – 328.
5. Lee Edward H. Ozone resistance in plants: the role of antioxidants and flavonol glycosides in differential tolerances of soybean cultivars. / Lee Edward H., Foy Charles D., Rowland Randy A. // Abstr. Pap. Annu. Meet. Amer. Soc. Plant Physiologists, Portland, Ore., July 30 – Aug. 3, 1994. // Plant Physiol. – 1994. – 105, №1, Suppl. – 51 p.
6. Winham D. M. Glycemic Response to Black Beans and Chickpeas as Part of a RiceMeal / D. M. Winham, A. M. Hutchins, S. V. Thompson// Nutrients. – 2017. – Vol. 9.– P. 1–12.
7. Растениеводство и луговое хозяйство : сборник статей Всероссийской научной конференции с международным участием, Москва, 18–19 октября 2020 года. – Москва: ЭЙПиСиПублишинг, 2020. – 838 с. – ISBN 978-5-6042131-8-6. – DOI 10.26897/978-5-6042131-8-6. – EDN RSQCUH.
8. Вклад студентов в развитие аграрной науки : Сборник статей студенческой научно-практической конференции, Москва, 31 октября 2018 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2018. – 134 с. – ISBN 978-5-9675-1702-0. – EDN YTLELB.
9. Вклад студентов в развитие аграрной науки : Сборник статей студенческой научно-практической конференции, Москва, 30 октября 2019 года. – Москва: Редакция журнала "Механизация и электрификация сельского хозяйства", 2019. – 170 с. – EDN WFMJGQ.