

## ВЛИЯНИЕ СУСПЕНЗИИ ХЛОРЕЛЛЫ НА ЭНЕРГИЮ ПРОРАСТАНИЯ И ВСХОЖЕСТЬ ЯЧМЕНЯ ПИВОВАРЕННОГО

*Белокурова Елена Сергеевна, доцент, Левчук Ольга Романовна, магистрант, Кузьмина Диана Романовна, магистрант, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого*

**Аннотация:** В статье рассказывается о влиянии микроводоросли *Chlorella vulgaris*, выращенной в лабораторных условиях на разных питательных средах, на рост и развитие зерен ячменя. По результатам исследования авторы делают вывод о возможности использования *Chlorella vulgaris* как природного биостимулятора для повышения всхожести и энергии прорастания ячменя пивоваренного.

**Ключевые слова:** Хлорелла, ячмень пивоваренный, всхожесть, энергия прорастания

**Введение.** В практике работы сельскохозяйственных организаций важной характеристикой начальных этапов жизненного цикла растений является качество посевного материала. Семена высокого качества обеспечивают хороший стартовый потенциал для наиболее оптимального формирования продуктивности и устойчивости растений к различным стрессам и заболеваниям.

В соответствии с отечественными нормативными документами при проведении семенного контроля для определения посевных качеств семян используются показатели энергии прорастания и лабораторной всхожести, которые свидетельствуют о способности семян прорасти за определенный срок при оптимальных для данной культуры условиях [1].

Лабораторная всхожесть показывает процент нормально проросших семян в пробе, взятой для анализа. Всхожесть - один из наиболее важных показателей семенного материала, имеющий большое производственное значение. По этому показателю определяют пригодность семян к посеву, нормы высева. Семена с высокой всхожестью при правильной технологии выращивания дают быстрые, дружные и здоровые всходы. Семена, всхожесть которых не удовлетворяет требованиям стандарта, к посеву не допускаются.

Энергия прорастания - это количество семян, проросших за 72 часа проращивания. Семена, имеющие высокую энергию прорастания, обычно более устойчивы к неблагоприятным условиям; проростки таких семян быстрее растут, развиваются и меньше поражаются различными болезнями.

Лабораторная всхожесть и энергия прорастания определяются лабораторными методами, при которых проращивание семян осуществляется в опти-

мальных условиях согласно ГОСТ 12038-84, что позволяет определить эти показатели у основных полевых культур за короткий срок [2].

Ускорение процесса прорастания семян в настоящее время достигается применением стимуляторов различной природы. Для снятия состояния покоя зерен ячменя широко используется обработка семян раствором гиббереллина (ГК). При этом семена увлажняют водным раствором гиббереллина, содержащим в зависимости от состояния покоя семян от 200 до 1000 мг гиббереллина в 1 дм<sup>3</sup>. По литературным данным хорошими регулирующими рост семян свойствами обладают растворы *Chlorella vulgaris*.

Цель исследования: вырастить микроводоросль *Chlorella vulgaris* на различных питательных средах и исследовать влияние растворов хлореллы на рост и развитие зерен ячменя пивоваренного

**Материалы и методы исследования.** Исследования проводились в два этапа: на первом этапе культивировали микроводоросль *Chlorella vulgaris* на различных питательных средах. Эталонном служила хлорелла, выращенная на питательной среде Тамия. Вторым образцом выращивали на обогащенной среде Тамия. В качестве обогатителя использовали селенит натрия. Питательные среды и растворы солей для выращивания хлореллы готовились на основе дистиллированной воды и не подвергались стерилизации. Культивирование микроводоросли проходило в условиях биотехнологической лаборатории периодическим методом в ферментёрах объёмом 0,5 л при искусственном освещении. При выращивании поддерживалась температура  $24 \pm 2$  °С.

Культивирование прекращали, когда оптическая плотность растворов хлореллы, используемая в нашей работе находилась в диапазоне от 0,6-0,8. Для определения оптической плотности полученных растворов хлореллы, они помещались в кюветы на 1 см. Определяли оптическую плотность на спектрофотометре Юнико 1201 при длине волны 470 нм [3,4].

На втором этапе в качестве объектов исследования был выбран семенной ячмень пивоваренный отечественной селекции Владимир. Ячмень проращивали в лабораторных условиях. Исследуемые образцы отличались смачиваемой жидкостью.

Образец 1 – ячменные зерна смачивались водопроводной водой;

Образец 2 – ячменные зёрна смачивались раствором хлореллы *Chlorella vulgaris* Beijer. var. *vulgaris* IPPAS C-1, выращенной на среде Тамия;

Образец 3 ячменные зёрна смачивались раствором хлореллы *Chlorella vulgaris* Beijer. var. *vulgaris* IPPAS C-1, выращенной на обогащённой среде Тамия.

При проведении исследования для определения энергии прорастания брали 4 раза по 100 зёрен ячменя и помещали в чашки Петри на влажную фильтровальную бумагу, смоченную разными жидкостями в соответствии со схемой проведения эксперимента.

Проращивание проводили в термостатируемых условиях, т.к. нет необходимости в наличии света, при температуре  $20,0 \pm 0,5$  °С. Подсчёт и удаление проросших зёрен проводили через 24 (N<sub>24</sub>), 48 (N<sub>48</sub>) и 72 (N<sub>72</sub>) часа

проращивания, проросшим считали зерно с наклюнувшимся зародышевым корешком [6]. Все исследования проводились в 3-х кратных повторностях.

При проведении исследований определяли следующие показатели: лабораторная всхожесть; энергия прорастания; среднее время прорастания; индекс прорастания.

Под энергией прорастания зёрен в процентах, проросших в течение 3 суток, а лабораторная всхожесть - общее количество зёрен в процентах, проросших за 5 суток.

Общее количество проросших зёрен ячменя пивоваренного определяли после 120 часов ращения согласно стандартной методике [5]. При этом нормально проросшими считали семена, имеющие два и более нормально развитых корешка размером более длины семени и росток размером не менее половины его длины.

Долю пророщенных зёрен (D) определяли по формуле (1):

$$D = \frac{(N_{24} + N_{48} + N_{72})}{400} \cdot 100, \% \quad (1)$$

где:

$N_{24}$  - количество зёрен, проросших через 24 часа ;

$N_{48}$  - количество зёрен, проросших через 48 часов;

$N_{72}$  - количество зёрен, проросших через 120 часов.

Энергию прорастания определяли аналогичным методом. Но подсчитывали количество зёрен, проросших за 72 часа.

Среднее время прорастания (mean germination time – MGT) вычислялось по методу Cantiffe

Среднее время прорастания ( $T_{cp}$ ) определяли по формуле (2):

$$T_{cp} = \frac{(N_{24} + 2 \cdot N_{48} + 3 \cdot N_{72})}{(N_{24} + N_{48} + N_{72})} \cdot 100, \% \quad (2)$$

Индекс прорастания ( $I_{пр}$ ) рассчитывали по формуле (3):

$$I_{пр} = \frac{10}{T_{cp}} \quad (3)$$

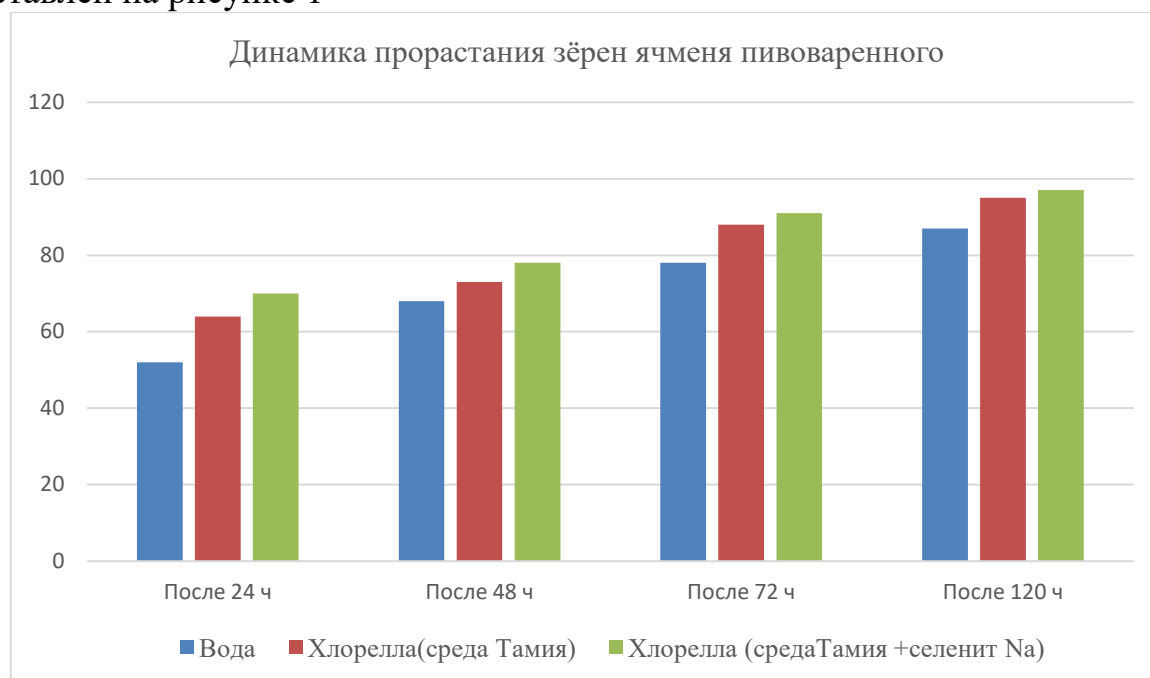
Результаты и их обсуждение

Лабораторная всхожесть и энергия прорастания ячменя пивоваренного представлены в таблице.

**Таблица. Лабораторная всхожесть и энергия прорастания ячменя пивоваренного сорта Владимир**

Наименование образцов	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
Образец 1	78,0±0,3	87,0±0,3
Образец 2	88,0±0,3	95,0±0,3
Образец 3	91,0±0,3	97,0±0,3

Динамика прорастания зёрен ячменя пивоваренного по суткам ращения представлен на рисунке 1



**Рис. 1 Динамика прорастания зёрен ячменя пивоваренного в течение 120 часов ращения**

Анализ данных, представленных в таблице 1, и на диаграмме рисунка 1 показывает, что использование в качестве замочной воды суспензии *Chlorella vulgaris*, активирует процесс прорастания семенного зерна и повышает показатель лабораторной всхожести зёрен пивоваренного ячменя.

Биостимулирующее влияние на рост и развитие проростков можно объяснить наличием в *Chlorella vulgaris* физиологически активных составляющих, таких как ауксины, цитокинин, фитогормоны.

Из литературных источников известно, что в культуральной среде хлореллы накапливаются ауксины. Главным компонентом этих ауксинов является индолил-3-уксусная кислота. Обнаружено и ещё несколько индольных соединений, среди которых идентифицированы индолилацетамид и этилиндолилацетат. У хлореллы выделены представители фитогормонов - гиббереллины разного строения и активности.

По результатам последних исследований было получено подтверждение наличию в хлорелле фитогармонов цитокининового типа, а именно зеатина, рибозилзеатина и изопентениладенина. Многие исследователи полагают, что именно одновременное присутствие в хлорелле ауксинов и цитокининов объясняет многочисленные положительные эффекты влияния растворов хлореллы на рост и развитие растений.

По результатам наших исследований наибольшее влияние на скорость роста, показала суспензия *Chlorella vulgaris*, выращенная на питательной среде Тамия, обогащённой селенитом натрия. Это можно объяснить тем фактом, что потребность растений в селене зависит от фаз развития. Самая большая потребность в данном микроэлементе характерна на таких фазах развития, как

проращение семян, развитие проростков, цветение и плодоношение. Большое накопление элемента происходит на самых ранних фазах развития. Наличие селена в питательной среде *Chlorella vulgaris* способствовало ускорению проращивания зёрен ячменя, которые смачивались данным раствором.

Выводы:

Предпосевная обработка семян раствором *Chlorella vulgaris* Beijer. var. *vulgaris* IPPAS C-1 с оптической плотностью 0,6-0,8 оказывает положительное воздействие на физиологические показатели качества семян ячменя пивоваренного сорта Владимир.

Лабораторная всхожесть семян ячменя пивоваренного увеличивается примерно на 8-10 % по сравнению с контрольным образцом. Энергия проращивания увеличивается на 10-13 %. Обработанные раствором хлореллы семена ячменя проросли значительно активнее, они будут более устойчивы к стрессам и болезням.

Моделирование питательных сред для выращивания одноклеточной водоросли *Chlorella vulgaris* позволит получать водные растворы определённого химического состава, которые можно использовать как биостимулятор для предпосевной обработки семян различных растений.

Использование суспензии *Chlorella vulgaris* Beijer. var. *vulgaris* IPPAS C-1 позволит сократить время проращивания семян.

Таким образом, растворы микроводоросли *Chlorella vulgaris* можно использовать как природный биостимулятор для снятия покоя, роста и развития растений ячменя пивоваренного, а также с целью повышения всхожести и энергии проращивания семян, устойчивости к неблагоприятным факторам роста и стрессовым ситуациям, обеспечивая при этом экологическую чистоту выращенного урожая.

### Библиографический список

1. Ерешко, А.С. Практикум по семеноведению и семеноводству сельскохозяйственных культур: учебное пособие / А.С.Ерешко, Р.Г.Бершанский, В.Б.Хронюк. –Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО ДГАУ, 2015. – 112 с.
2. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы анализа: Сб. ГОСТов. -М.: ИПК Издательство стандартов, 2004
3. Мещерякова, Ю.В. Культивирование микроводоросли хлорелла / Ю.В. Мещерякова [Текст] // Наука в центральной России. 2013. -№2. -С.56-59.
4. Мельников, С.С. Оптимизация условий выращивания хлореллы / С.С. Мельников [и др.] // Вестн НАН Беларусь Серия. наук. - 2014. - №3. - С. 52-56.
5. Белокурова Е.С., Борисова Л.М., Панкина И.А. Методология определения активности проращивания ячменя пивоваренного. Научный журнал НИУ ИТМО Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2015, №2 с.18-23

***Effect of chlorella suspension on germination energy and germination capacity of malting barley***

***E.S.Belokurova, associate professor, O.R.Levchuk, undergraduate, D.R.Kuzmina, undergraduate Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University Russia, 195251, St.Petersburg, Polytechnicheskaya, 29***

***Abstract:*** *The article describes the influence of the microalgae Chlorella vulgaris, grown in laboratory conditions on different nutrient media, on the growth and development of barley grains. According to the results of the study, the authors conclude that it is possible to use Chlorella vulgaris as a natural biostimulant to increase the germination and germination energy of malting barley.*

***Keywords:*** *Chlorella, malting barley, germination, germination energy*