

ВЛИЯНИЕ ЭПИФИТНОЙ МИКРОФЛОРЫ СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА НА ПОКАЗАТЕЛИ ВСХОЖЕСТИ ЗЕРНА

**О.В. Поворова¹, А.С. Железнева²,
А.Ю. Степаненко³, Я.П. Шапеткина⁴**

МГУ имени А.А. Кулешова,

¹*povorov@mail.ru*, ²*zhelezneva.sasha@mail.ru*,

³*Spanangelina@gmail.com*, ⁴*purplefoxx1209@gmail.com*

В статье представлены результаты анализа состава эпифитной микрофлоры зерна *Triticum aestivum* и особенности ее влияния на всхожесть семенного материала в зависимости от условий хранения зерна.

Ключевые слова: микроорганизмы филлосферы зерна, показатели всхожести зерна.

Эпифитная микрофлора препятствует проникновению фитопатогенных микроорганизмов в растительные ткани, участвуя в коррекции иммунитета растений. Смена состава микроорганизмов (уменьшение количества или разнообразия положительных эпифитов) может привести к ослаблению защитных свойств растения и, как следствие, попаданию из окружающей среды условно-патогенных и патогенных микроорганизмов. Изменение факторов экологической среды обитания может приводить к трансформации количественного и качественного составов микроорганизмов, к смене биотических отношений.

Показатели безопасности зерна установлены техническим регламентом и включают контроль содержания токсичных элементов, микотоксинов, бенз(а)пирена, пестицидов, радионуклидов, испорченных зерен и вредной примеси, генно-модифицированных организмов, зараженности вредителями, загрязненности мертвыми насекомыми-вредителями [1]. Важным показателем, характеризующим состояние зерна при хранении, является видовой и количественный состав микрофлоры. Поверхностная и субэпидермальная микрофлора свежеубранного зерна насчитывает миллионы спор плесневых грибов, бактерий, актиномицетов, дрожжей и т.д. В доброизвестном свежеубранном зерне преобладают бактерии *Erwinia*

herbicolor, спор плесеней незначительно. Однако решающую роль в порче зерна играют плесневые грибы. Считается, что свежеубранное зерно не содержит микотоксины и они появляются в нем во время хранения. В процессе роста и созревания культур происходит постоянная контаминация зерна сапротрофными плеснеобразующими микромицетами через внешнюю среду. Изучение филлосферы зерна имеет большое практическое значение, т.к. позволяет не только быстро и достоверно проанализировать способность всхожести и качество зерна, но и использовать метод конкуренции аборигенными штаммами бактерий для подавления жизнедеятельности токсинообразующей микробиоты.

Зерно, недостаточно просушенное или хранившееся в условиях повышенной влажности, а также зерновые культуры, убранные при неблагоприятных метеорологических условиях, могут поражаться токсиногенными микроскопическими грибами и, как следствие, приобретать ядовитые свойства [2]. Интенсивное развитие микроорганизмов приводит к снижению качества зерна, его пищевой ценности, биологических и семенных достоинств [3]. Наблюдается распад клейковинных белков, гидролиз крахмала и липидов, изменение ферментного баланса зерна. Получить качественную муку из пораженного микроорганизмами зерна практически невозможно [4].

Общеизвестно, что на всхожесть зерна влияют влажность и температура при хранении семенного материала. При повышении влажности ускоряются процессы дыхания семя, расходуется кислород, при этом если система с ограниченным доступом кислорода, то происходит смена экологических ниш микроорганизмов зерна. Для того, чтобы изучить какие микроорганизмы филлосферы зерна улучшают/ухудшают показатели всхожести семенного материала, нами были смоделированы две системы – с нормальной и повышенной влажностью:

- объект 1 (О1) – зерно, хранившееся в условиях нормальной влажности и температуре со свободным доступом кислорода;
- объект 2 (О2) – зерно, хранившееся в условиях повышенной влажности и температуре с ограниченным доступом кислорода.

В качестве объекта исследования было выбрано зерно пшеницы мягкой *Triticum aestivum*. Оптимальные условия хранения пшеницы при температуре 10° С, а влажность не должна превышать 14%. Предмет исследования – многообразие эпифитной микрофлоры зерна, определяемое микроскопией, бактериологическими, биохимическими методами [5]; показатели всхожести и энергии прорастания зерна [6].

Среди эпифитной микробиоты зерна О1 были определены следующие микроорганизмы: *Xantomonas*, *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Aureobacterium*, *Eubacterium*, *Clavibacter* *Cladosporium*, *Urocystis*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Trichoderma*. В нарушенных условиях хранения зерна (О2) нами определены три новых рода *Cladosporium*, *Alternaria*, *Trichoderma*. Микроорганизмов рода *Cladosporium* больше в 33 раза. Таким образом, данные микроорганизмы появились в условиях повышенной влажности и температуры, ограниченного доступа кислорода и могут

выступать в качестве маркеров нарушенных условий хранения семенного материала. Не выявлены два рода эпифитных микроорганизмов *Urocystis*, *Penicillium*, которые могут выступать в качестве маркеров хранения зерна, необходимых для высокой всхожести семенного материала.

Среди эпифитных эубактерий зерна О1 были обнаружены микроорганизмы *Bacillus*, *Acetobacter*, *Azototobacter*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Sarcina*. В нарушенных условиях хранения зерна (О2) ниже количество колоний *Acetobacter* в 4 раза и в 3 раза *Micrococcus*. Определено два новых рода бактерий *Streptococcus*, *Sarcina* в максимальных количественных единицах, которые могут рассматриваться в качестве маркеров нарушенных условий хранения семенного материала. Не выявлены бактерии рода *Azototobacter*, которые могут быть маркерами условий хранения и всхожести зерна. Основные представители сапротрофной микрофлоры, выявленные в максимальных количествах, обладают антагонистическими свойствами и могут синтезировать полезные для растений вещества, включая ингибирующие факторы для микотоксинобразующих микромицетов.

При изучении влияния эпифитной микрофлоры на показатели всхожести и энергии прорастания зерна нами были определены различия с более высокими показателями всхожести зерна О1, что связано с контролируемыми условиями хранения. В нарушенных условиях хранения зерна (О2) ниже энергия прорастания на 8% и показатели всхожести на 4%. В нормальных условиях хранения зерна (О1) нами выявлены бактерии рода *Azototobacter* и микроскопические грибы родов *Urocystis*, *Penicillium*, которые могут быть использованы в качестве маркеров условий хранения и всхожести зерна. Разница в показателях объясняется следующими факторами: О1 находился в более благоприятных условиях, что способствовало сохранению жизнеспособности зародышей семян. Влажность и температура в О2 были выше, что создало стрессовые условия для зерна и привело к снижению его качества. Все исследуемые культуры по энергии прорастания и показателям всхожести находятся в диапазоне допустимой нормы (ГОСТ 12038 – 84 «Определение всхожести семян. Методы определения всхожести»). Это свидетельствует о том, что зерновые культуры прорастут, но не дадут большого процента урожайности из – за пораженности грибами, а также из-за разного состояния зерен и их условий хранения.

На настоящий момент считаются актуальными исследования, оценивающие взаимосвязь между качественным и количественным составом микробиоты длительно хранящегося зерна и содержанием в нем токсинов. Использование метода конкурентного взаимоисключения одних микроорганизмов другими широко распространен в биологии, однако в области хранения зерна исследования немногочисленны. Результаты наших исследований позволяют определить сапротрофную аборигенную эпифитную микрофлору зерна при оптимальных условиях хранения зерна (влажность, температура, доступ кислорода), которую в дальнейшем можно использовать для обработки зерна с целью конкурентного взаимоисключения

микотоксинобразующей микобиоты филлосферы зерна и повышения его качества при длительном хранении.

Библиографический список

1. Установление качества зерна гречихи с помощью метода неразрушающего контроля / Е. А. Тарасова, К. Б. Гурьева, Н. А. Хаба, Т. Л. Соколова // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. № 5. С. 228-236. doi:10.33619/2414-2948/102/30.
2. Шапиро В. А. Русское возрождение. М.: Агроконсалт, 2001. 88 с.
3. Гарibova L. B., Сидорова И. И. Грибы. М.: Просвещение, 1997. 352 с.
4. Жизнь растений: в 6 т. Т.1. Введение. Бактерии и актиномицеты / под ред. Н.А. Красильникова. М.: Просвещение, 1974. 487 с.
5. Беркли, Р. Определитель бактерий Берджи : в 2-х т. / под ред. Дж. Хоулта; пер. с анг. под ред. акад. РАН Г. А. Заварзина. 9-е изд. Москва: Мир, 1996.
6. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: ГОСТ 12038-84; введ. РБ 01.07.86. Москва: Стандартинформ, 2011. 64 с.