

УДК 631.53: 633.16

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕРИСТЕМАТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КОРНЕЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ БИОПРЕПАРАТОВ

*С.Н. Сергаченко, кандидат биологических наук, доцент,
тел. 8(8422) 55-95-16, ssergatenko@yandex.ru;*

*С.Н. Решетникова, кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент, тел. 8(8422) 55-95-16, reset-69@mail.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

*А.С. Сергаченко, кандидат биологических наук, доцент,
научный сотрудник ООО «Джинэкст» Ульяновский Наноцентр,
asergatenko@mail.ru*

Ключевые слова: яровая пшеница, биопрепараты, морфология проростков, меристемы, конус нарастания, зона всасывания, корневые волоски, качество зерна.

Работа посвящена изучению меристематической активности конуса нарастания проростков яровой пшеницы сорта Симбирцит под влиянием биопрепаратов Экстрасол и Нагро. Установлено, что под воздействием Экстрасола и Нагро увеличивались лабораторная всхожесть и энергия прорастания, меристематическая активность конуса нарастания, протяженность зоны всасывания, количество и длина корневых волосков.

Введение. Пшеница является основной продовольственной культурой в мировом сельскохозяйственном производстве. С целью получения качественной и дешевой продукции используются различные технологические приемы. Одним из перспективных и экономичных методов является применение биологически активных препаратов Экстрасол и Нагро для ускорения роста и развития растений [1]. Существует целый спектр регуляторов роста, чей механизм и принцип действия изучен недостаточно и требует дальнейшей детализации. Для выяснения механизма действия биопрепаратов необходимо наблюдение за особенностями прохождения основных этапов в развитии пшеницы, особенно на первых этапах органогенеза [2,3]. Нагро относится к группе биоорганических препаратов, созданных с применением нанотехнологий, методом холодного молекулярного синтеза, и содержит необходимые микро- и макроэлементы, фитогормоны, стимуляторы роста и споры почвенных бактерий

[4]. Экстрасол является бактериальным препаратом, содержащим споры дружественных ризосферных организмов [3,5].

Материалы и методы исследования. Материалом исследования являлись семена и проростки яровой пшеницы сорта Симбирцит. В качестве росторегуляторов использовались Экстрасол (1%) и Нагро (0,005%). Лабораторные исследования проводились в лабораториях УлГАУ. Семена закладывались в четырехкратной повторности в стерильные чашки Петри и обрабатывались путём смачивания растворами биопрепаратов в дозе 2 мл раствора на 100 г семян (2 л на 1ц семян). Опыт включал изучение таких параметров как: энергия прорастания и всхожесть семян, длина корневой системы и побега, микроскопические исследования зоны деления и зоны всасывания корешков под влиянием исследуемых препаратов.

Морфологические и цитологические исследования проводились методом микрофотографирования (2016-2018 гг). Нами изготавливались временные препараты зоны деления, роста и всасывания корня проростка пшеницы на 3, 5 и 7 день прорастания. Препараты корней проростков окрашивали органическим красителем эозином в концентрации $1 \cdot 10^{-6}$ моль. Учитывались следующие параметры: протяженность зоны деления, роста и всасывания, количество слущивающихся клеток и корневых волосков, длина корневых волосков. Биохимические исследования зерна яровой пшеницы проводились по общепринятым методикам.

Полевые опыты проводились в течение 3 лет (2015-2017 г) на опытном поле УлГАУ в четырехкратной повторности на делянках с учетной площадью 15 м². Полевые опыты закладывались по следующей схеме: 1) контроль; 2) Экстрасол (1%); 3) Нагро (0,005%). Семена яровой пшеницы сорта Симбирцит за 18-24 часа до посева обрабатывались биопрепаратами в расчете 2 литра рабочего раствора на 1 ц семян.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате наших исследований было установлено, что предпосевная обработка семян яровой пшеницы сорта Симбирцит изучаемыми биопрепаратами вызывает увеличение лабораторной всхожести и энергии прорастания растений по сравнению с контролем (Таблица 1).

Препарат Экстрасол, благодаря содержащимся в нем дружественным бактериям, синтезирующим биологически активные вещества - стимуляторы роста, способствовал интенсификации деятельности мезостематических клеток конуса нарастания [5,6]. Это проявлялось в увеличении количества слущивающихся клеток корневого чехлика и более раннем появлении большего количества корешков у проростков (Рис.1), увеличению энергии прорастания и лабораторной всхожести (Табл.1).

Таблица 1 - Влияние предпосевной обработки семян биопрепаратами на всхожесть и энергию прорастания растений яровой пшеницы сорта Симбирцит

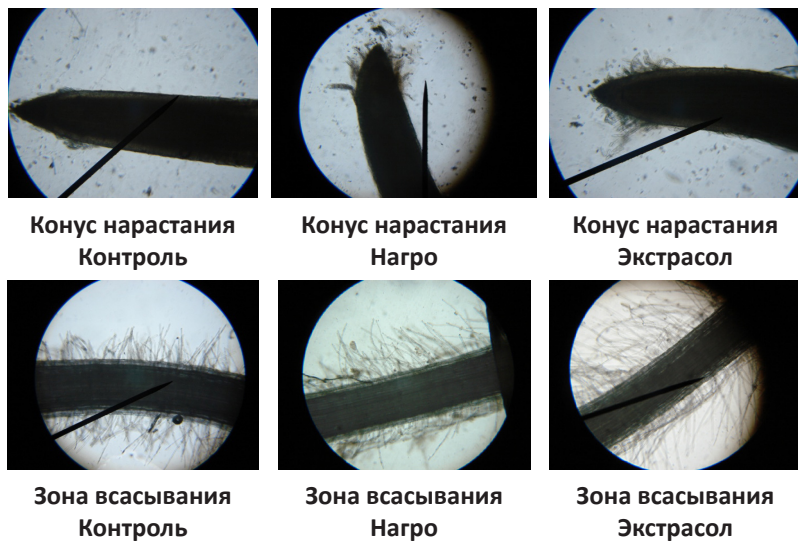
Варианты	Энергия прорастания, среднее в %	Лабораторная всхожесть, среднее в %
Контроль (вода)	85,66	90,32
Нагро	100,0	100,0
Экстрасол	98,32	99,36

Препарат Нагро, благодаря содержащимся фитогормонам и росторегулирующим веществам, вызывал ускоренное деление клеток конуса нарастания [6,7], что отражалось в более раннем появлении корешков по сравнению с контролем, увеличении количества корешков на 3-й день прорастания. Для изучения силы роста проростки оценивались по 5-ти бальной шкале, отношение сильных проростков к общему количеству определялось в %. Наибольшее влияние на силу роста оказывал препарат Экстрасол (Табл. 2). Масса надземной части проростков на всех вариантах опыта была примерно одинакова. Наиболее выраженное положительное влияние исследуемые препараты оказали на массу корней. Особенно это заметно в варианте с применением Экстрасола (Табл. 2).

У мягкой пшеницы сорта «Симбирцит» среднее количество ко-

Таблица 2 - Сила роста и морфологические параметры проростков яровой пшеницы сорта Симбирцит

Варианты	Сила роста (количество сильных проростков в %)	Сырая масса у 10 растений		Параметры проростков (5 суток)		
		Надземной части	Корней	Длина ростка	Длина корешка	Число корней на 1 раст., среднее
Контроль	78,02	0,76	0,43	5,853±0,330	10,046±0,361	4,77
Экстрасол	91,45	0,78	0,66	6,366 ± 0,233	10,982 ± 0,355	4,97
Нагро	87,14	0,77	0,61	6,338 ± 0,330	10,088±0,429	4,97



**Конус нарастания
Контроль**

**Конус нарастания
Нагро**

**Конус нарастания
Экстрасол**

**Зона всасывания
Контроль**

**Зона всасывания
Нагро**

**Зона всасывания
Экстрасол**

Рисунок 1 - Микроскопические исследования проростков яровой пшеницы сорта Симбирцит (увеличение 4x20)

решков в контроле составило 4,77 шт., в вариантах с препаратами Нагро и Экстрасол – 4,97 шт. (Табл.2). В опытах с Экстрасолом корневые волоски формируются раньше и они более длинные (Рис.1).

В процессе аппликации препарата Экстрасол происходило сокращение длины зоны роста корня на 22,8% (Рис. 1.). Следовательно, наблюдалось более раннее формирование корневых волосков, их длина в зоне всасывания увеличивалась в 2 раза по сравнению с контролем. В опытах с Нагро этот эффект был менее выражен. Полученный результат можно объяснить следующим образом. Под влиянием препарата Нагро и Экстрасол ускоряется деление поверхностных инициальных клеток конуса нарастания корня, ответственных за формирование дерматогена и, затем, ризодермы [5,7]. Подобное предположение подтверждается микрофотографиями, где хорошо заметно активное слущивание клеток корневого чехлика и дерматогена в результате интенсификации деления апикальных меристем.

В контроле данный процесс наблюдался на день позднее и с меньшей интенсивностью. Ускорение деления инициальных меристематических клеток конуса нарастания корня объясняется действием

Таблица 3 - Биологические показатели зерна яровой пшеницы в среднем за годы исследований

Вариант	Биологическая урожайность, т/га	Содержание белка, %	Содержание клейковины, %	ИДК	Группа
Контроль	1,51	9,66	18,38	94	3
Экстрасол	1,65	11,24	19,98	83	2
Нагро	1,61	10,86	20,58	85	2
НСП ₀₅	0,05	0,04	0,04		

фитогормонов, вероятнее, цитокининов, которые могут содержаться в препарате Нагро [6] или образуются в результате жизнедеятельности дружественных ризосферных бактерий Экстрасола [5,7].

Благодаря интенсификации деятельности меристематических клеток конуса нарастания корня под влиянием препаратов Нагро и Экстрасол проростки формируются более крепкими с более развитыми корешками и увеличенной площадью всасывания.

Длинные корневые волоски в большом количестве и протяженная зона всасывания в лучшей степени обеспечивали развивающийся проросток пшеницы питательными веществами и способствовали получению дружных всходов их укоренению, что положительно сказалось на росте растений в ювенильный период и адаптацию растений пшеницы к неблагоприятным условиям среды, а также оказало положительное влияние на качество зерна.

Биохимические исследования зерна яровой пшеницы, полученного в результате инокуляции семян биопрепаратами Экстрасол и Нагро, показали, что исследуемые препараты способствуют улучшению многих показателей качества зерна (Табл.3). Так содержание белка увеличивалось на 2-2,3 %. Поскольку синтез белка является энергоемким процессом, то на данный процесс оказывают влияние множество факторов: продуктивность сорта, экологические факторы среды и система агротехнических мероприятий, направленных на устранение дефицита азота для растений.

На содержание белка в зерне оказывает влияние главным образом количество азота в растении, приходящееся на единицу зрелого зерна. Биопрепараты, по-видимому, способствуют оптимизации азотного и фосфорного минерального питания растений. Поступление в

растения азота возрастает за счет фиксации данного элемента из воздуха дружественными симбиотическими бактериями в прикорневой ризосфере и перевода его в форму легкодоступных нитратов и нитритов. Поступление в растения фосфора увеличивается за счет перевода последнего в легкодоступную форму благодаря жизнедеятельности бактериальных организмов. Следует отметить, что применение Экстрасола способствовало большему накоплению общего белка в зерне, а применение Нагро - клейковины, хотя разница между данными вариантами была незначительной.

Заключение. Инокуляция семян пшеницы биологическими препаратами Экстрасол и Нагро способствует повышению меристематической активности клеток конуса нарастания корня и увеличению морфологических параметров проростков яровой пшеницы сорта Симбирцит, что положительно влияет на рост и развитие растений в условиях полевого опыта и позволяет получить более качественную продукцию при снижении экономических затратах и с минимальной экологической нагрузкой на агроценозы.

Библиографический список:

1. Завалин, А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай// – М.: ВНИИА, 2005.– 302 с.
2. Крончев, Н.И. Влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на урожайность и качество зерна яровой пшеницы/ С.Н. Сергатенко, М.В. Валяйкина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии.- Ульяновск: ГСХА, 2011.- № 2.- С. 23-27.
3. Чеботарь, В.К. Эффективность применения биопрепарата экстрасол/ А.А.Завалин, Е.И. Кипрушкина // Российский научный институт агрохимии, Москва, 2007.- 271с.
4. Биоудобрение NAGRO универсальное URL: <http://nanoagro.net/primenenie.html>, 2016
5. Сергатенко, С.Н. Изменение морфологических параметров яровой пшеницы сорта Симбирцит под влиянием биопрепаратов Экстрасол и Нагро/ С.Н. Сергатенко, А.С. Сергатенко, С.А. Пырова// В сборнике: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения Материалы IX Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Ульяновского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина. Ульяновск: ГАУ. - 2018.- С. 39-44.
6. Крончев, Н.И. Влияние препарата Нагро на урожайность яровой пшеницы в условиях Ульяновской области/ С.А. Пырова, С.Н. Сергатенко, А.С. Серга-

тенко// - Международный научно-исследовательский журнал.- 2014.- №2-2 (21). - С.15-17.

7. Костин, В.И. Морфофизиологические параметры и меристематическая активность проростков яровой пшеницы под действием композиционных кремнийорганических препаратов на основе вермикомпоста/ Т.Д.Игнатова, С.Н. Сергатенко// Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии.- Ульяновск: ГСХА. - 2016.- № 3.- С. 61-70.

MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL STUDIES MERISTEMATIC ACTIVITY OF ROOTS OF SPRING WHEAT UNDER THE INFLUENCE BIOLOGICS

Sergatenko S.N., Reshetnikova S. N., Sergatenko A.S.

Key words: *spring wheat, biological preparations, the morphology of seedlings, meristem, growth cone, the area of absorption, root hairs, grain quality.*

The work is devoted to the study of meristematic activity of the cone of growth of seedlings of spring wheat varieties Simbirtsit under the influence of biological products Extrasol and Nagro. It was found that under the influence of Extrasol and Nagro increased laboratory germination and germination energy, meristematic activity of the cone of growth, the length of the suction zone, the number and length of root hairs.