

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ БИОЛОГИЯ

УДК 633.14: 581.4

СОРТОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОРФОГЕНЕЗА ПРОРОСТКОВ ОЗИМОЙ РЖИ

А. М. Каргатова¹, С. А. Степанов¹, Т. Я. Ермолаева²,
Н. Н. Нуждина²

¹*Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского
Россия, 410012, Саратов, ул. Астраханская, 83*

²*Научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Юго-Востока
Россия, 410010, Саратов, Тулайкова, 7
E-mail: hanin-hariton@yandex.ru*

Поступила в редакцию: 12.12.15 г.

Сортвые особенности морфогенеза проростков озимой ржи. – Каргатова А. М., Степанов С. А., Ермолаева Т. Я., Нуждина Н. Н. – Проанализирована реакция растений на изменение температуры со стороны побега и корневой системы проростков озимой ржи по приросту биомассы. Большая величина прироста биомассы отмечена у побега проростков. Отмечено изменение коэффициента корнеобеспеченности проростков ржи в зависимости от температуры произрастания. При более низких температурах величина коэффициента корнеобеспеченности возрастает. Выявлено различие сортов ржи по длине зоны роста зародышевых корней.

Ключевые слова: рожь, температура, отношение корень/побег, зона роста корня.

Cultivar features of morphogenesis of winter rye seedlings. – **Kargatova A. M., Stepanov S. A., Ermolaeva T. J., Nuzhdina N. N.** – The article analyses the adjusting to the temperature fluctuations of the shoot and root system of seedlings of the winter rye in terms of biomass gain. The most substantial biomass gain is found in shoots of seedlings. It is stated that the rate of root/shoot supply of rye seedlings depends on temperature. At lower temperatures the root supply rate increases. Rye cultivars differ in terms of length of growth zone of germling roots.

Key words: rye, temperature, relation root/shoot, zone of growth of root.

СОРТОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОРФОГЕНЕЗА ПРОРОСТКОВ РЖИ

Рожь (*Secale cereale* L.) является после пшеницы второй культурой, чаще всего используемой при производстве хлеба. Благодаря высокой выносливости ржи и ее способности расти на бедных песчаных почвах она может возделываться в районах, обычно непригодных для выращивания других зерновых культур. Рожь – особенно важная культура в России, Белоруссии, Литве, Латвии, Эстонии, Польше и Германии (Кобылянский, 1982; Шлегель, 2015).

Большая часть ржи выращивается как озимая культура, высеваемая осенью. Будучи культурой зимостойкой и весьма пластичной, рожь способна при надлежащей агротехнике давать высокие и постоянные по годам урожаи. Озимая рожь отличается большой кустистостью (одно зерно даёт три – восемь стеблей) и быстрым ростом, она подавляет развитие сорных растений (даже осота и овсюга). К теплу предъявляет умеренные требования, однако очень чувствительна к высоким температурам во время цветения – снижается образование завязи зерна, что приводит к значительной череззернице; высокая температура в фазу налива вызывает шуплость зерна. Число сортов ржи, возделываемых в различных странах, относительно небольшое, особенно в сравнении с пшеницей (Кобылянский, 1987; Гончаренко, 2012).

В рамках цели исследования, выявления сортовых особенностей морфогенеза проростков озимой ржи, оценивалось влияние температуры на развитие побега и корневой системы проростков ржи.

Материал и методы

В качестве объектов исследования использовались семена ржи разных сортов, полученные из лаборатории озимой ржи НИИХ Юго-Востока: Елисеевская, Волжанка, Саратовская 7, Марусенька, Памяти Бамбышева, Таловская 41, Радонь, Кировская 89, Безенчукская 87, Памяти Кунакбаева, Солнышко, Чулпан 7, Роксана.

Исследования проводились в период с 2014 по 2015 гг. в лабораторных условиях. Определение массы побега и зародышевых корней, величины корнеобеспеченности проростков осуществляли через 11 суток после выращивания растений в климатокамере КС-200 (величина фотопериода день/ночь = 16/8 часов). Наши исследования с озимой рожью осуществлялись при температуре от +12 до +18°C с интервалом для каждого из трёх вариантов опытов +3: 1-й – +12°C, 2-й – +15°C, 3-

й – +18°C. Интервал в +3°C был взят исходя из ранее проведенных исследований, где было показано существенное изменение биоэлектрической активности тканей растения при интервале температур +2°C (Опритов и др., 1994), а также из условий постановки опытов в климатоканере (на каждом из стеллажей температура варьировала в пределах +1°C. Для этого использовали пластиковые стаканчики с вермикулитом, насыщенным дистиллированной водой. Количество растений в каждом из вариантов опытов составляло 25 шт.

Статистическую обработку результатов исследований проводили с использованием пакета прикладных программ Microsoft Office Excel 2007.

Результаты и их обсуждение

Ведущими факторами, влияющими на морфогенез растений и соответственно различные физиологические процессы, являются свет (субстратное и регуляторное влияние) и температура. До сих пор мало изучены вопросы о том, нужна ли разная температура для надземных и подземных органов, и какая температура лучше для роста растений – постоянная или переменная. Возможно, что для большинства культур лучшей для роста является постоянная температура, так как в момент чередования температур происходит торможение фотосинтеза и стимуляция дыхания. Однако есть наблюдения стимуляции роста при низких ночных температурах (Hutchings, John, 2004; Кузнецов, Дмитриева, 2011).

Как показали наши исследования, масса проростков как средняя величина из 13 сортов озимой ржи была максимальна (167 мг на одно растение) при температуре +15°C и минимальна (146 мг на одно растение) при температуре +12°C. Выявлено, что реакция растений на изменение температуры различна со стороны побега и корневой системы проростков озимой ржи. В частности, наблюдалась большая величина массы побега во 2-м и 3-м вариантах опытов, тогда как прирост массы корневой системы при повышении температуры был меньше (во 2-м варианте относительно 1-го варианта опыта) или не наблюдался вовсе (в 3-м варианте относительно 1-го варианта опыта) (рис.1).

По вариантам опыта отмечено изменение коэффициента корнеобеспеченности. В частности, на основании проведенных исследований изменения массы частей проростков (побега и корневой системы)

СОРТОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОРФОГЕНЕЗА ПРОРОСТКОВ РЖИ

при разных температурных условиях выращивания выявлено последовательное возрастание величины коэффициента корнеобеспеченности от более высоких к более низким положительным температурам

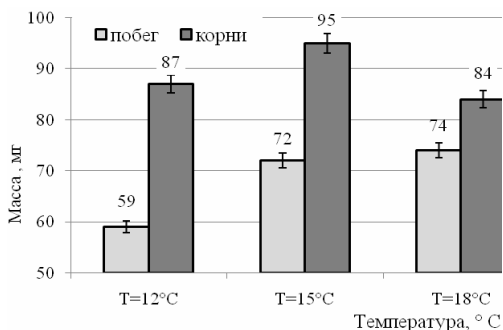


Рис. 1. Масса проростка озимой ржи при разной температуре прорастания

растения, нивелирует в то же время сортовые особенности их морфогенеза. Это имеет существенное значение, так как показано, что рост и развитие растений, и следовательно, величина биомассы зависят от гормонального баланса, где верхушка растения выступает в качестве

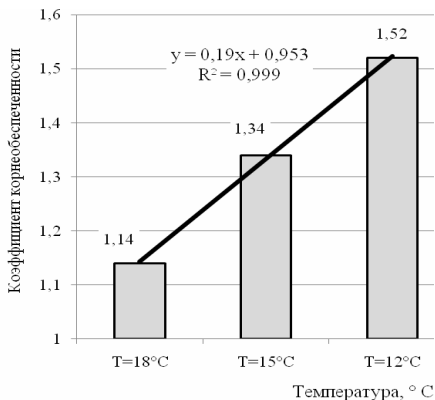


Рис. 2. Величина коэффициента корнеобеспеченности при разных температурах прорастания озимой ржи

(рис. 2).

Однако усредненная, полученная на группе сортов ржи, величина массы побега и корневой системы, коэффициента корнеобеспеченности по вариантам опыта, позволяющая оценить в целом действие температуры на рост биомассы растений и соотношение развития этих частей

растения, выступает в качестве источника ауксинов (ИУК), а корневая система – источника цитокининов (Кузнецов, Дмитриева, 2011). Гормональное различие побега и корневой системы, возможно, является одним из возможных механизмов сортовых особенностей озимой ржи, проявляющихся на уровне роста и развития клеток и тканей, представленных в них.

В наших исследованиях отмечено, что сортовые особенности проявляются по числу и суммарной длине зарос-

дышевых корней проростков ржи. Среднее число зародышевых корней у исследуемых сортов ржи составляло 4,98 шт., тогда как минимальное их число отмечено у сорта Памяти Бамбышева (4,58 шт.), а максимальное – у сорта Радонь (5,53 шт.). У большинства саратовских сортов число зародышевых корней было меньше 5, за исключением сортов Волжанка и Солнышко (рис. 3).

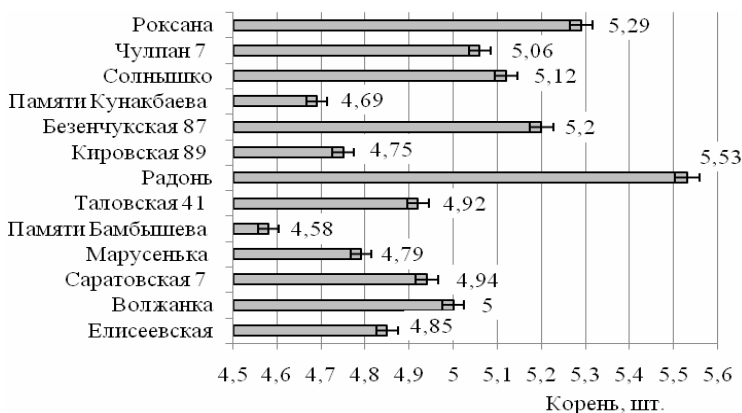


Рис. 3. Число зародышевых корней проростков озимой ржи, шт.

Средняя длина побега по группе исследуемых сортов составляла 76 мм, варьируя от минимального значения у сорта Саратовская 7 (70 мм) до максимальной величины у сорта Кировская 89 (86 мм). Длина главного зародышевого корня в среднем была равна 90 мм, варьируя от 64 (Таловская 41) до 112 (Саратовская 7) мм. Средняя суммарная длина зародышевых корней по группе исследуемых сортов составляла 426 мм, варьируя от минимального значения у сорта Таловская 41 (376 мм) до максимальной величины у сорта Саратовская 7 (465 мм). Таким образом, из результатов опытов следует, что не для всех сортов озимой ржи наблюдается положительная зависимость между длиной побега и длиной главного зародышевого корня.

Масса побега по группе изучаемых сортов озимой ржи при температуре прорастивания растений +18°C составляла 74 мг, что отмечалась ранее (см. рис. 1). Минимальные значения массы побега

СОРТОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОРФОГЕНЕЗА ПРОРОСТКОВ РЖИ

отмечено у сорта саратовской селекции Солнышко (48 мг), максимальное – у сорта Радонь (92 мг), из чего следует, что размах варьирования по данному признаку может достигать среди сортов озимой пшеницы почти 2-кратных значений (рис. 4).

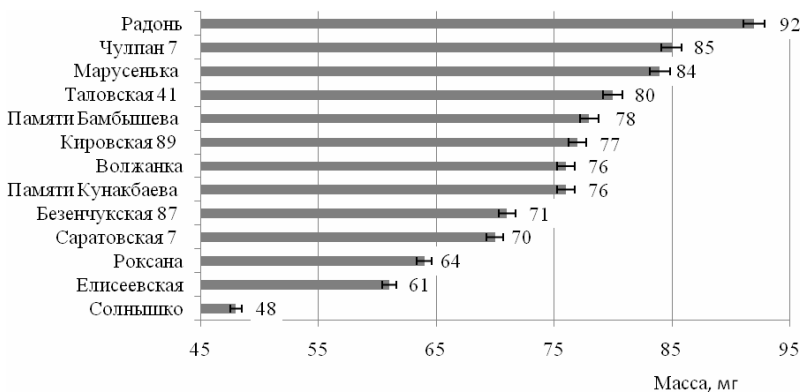


Рис. 4. Масса побега проростков ржи при $T = 18^{\circ}\text{C}$

Масса зародышевых корней в среднем по группе изучаемых сортов озимой ржи при температуре проращивания растений $+18^{\circ}\text{C}$ составляла 84 мг (см. рис. 1). Минимальное значение массы зародышевых корней наблюдалось у сорта Роксана (49 мг), максимальное – у сорта Чулпан 7 (108 мг), из чего следует, что размах варьирования по данному признаку также может достигать среди исследуемых сортов озимой пшеницы более 2-кратных значений. При сравнительном анализе массы побега и корневой системы по группе сортов ржи было установлено, что у некоторых сортов отмечается положительная корреляция между этими двумя признаками, тогда как у других сортов подобной зависимости не наблюдается.

Коэффициент корнеобеспеченности при температуре проращивания растений ржи $+18^{\circ}\text{C}$ в среднем по группе сортов составлял 1,14, варьируя от 0,76 (Роксана) до 1,36 (Елисеевская, Памяти Бамбышева). Отмечено, что у большинства сортов саратовской селекции величина коэффициента корнеобеспеченности при данной температуре высокая (рис. 5).

Масса побега по группе изучаемых сортов озимой ржи при температуре проращивания растений $+15^{\circ}\text{C}$ составляла 72 мг (см. рис. 1). Минимальное значения массы побега отмечено у сорта Таловская 41 (59 мг), максимальное (89 мг) – у сорта Радонь.

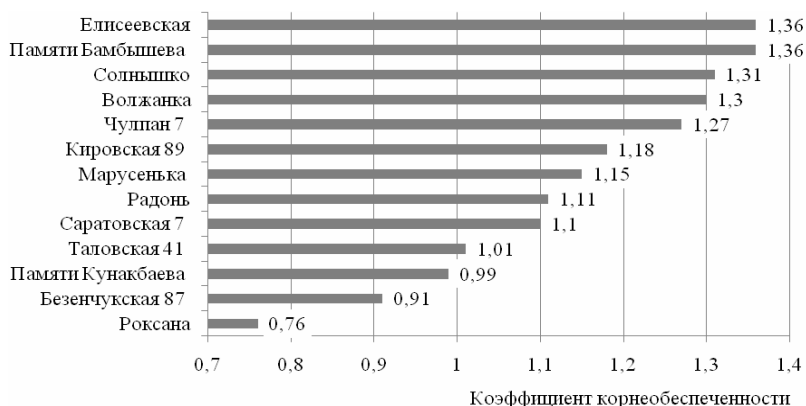


Рис. 5. Корнеобеспеченность проростков ржи при $T = 18^{\circ}\text{C}$

Масса зародышевых корней в среднем по группе изучаемых сортов озимой ржи при температуре проращивания растений $+15^{\circ}\text{C}$ составляла 95 мг (см. рис. 1). Минимальное значение массы зародышевых корней наблюдалось у сорта саратовской селекции Волжанка (79 мг), максимальное (118 мг) – у сорта Кировская 89. Коэффициент корнеобеспеченности при данной температуре проращивания растений ржи в среднем по группе сортов достигал 1,34, варьируя от 0,91 (Волжанка) до 1,56–1,58 (Солнышко, Безенчукская 87). Таким образом, по сравнению с выращиванием растений при температуре $+18^{\circ}\text{C}$ с понижением температуры у всех сортов отмечается увеличение коэффициента корнеобеспеченности проростков.

Масса побега по группе изучаемых сортов озимой ржи при температуре проращивания растений $+12^{\circ}\text{C}$ составляла 59 мг (см. рис. 1). Минимальное значение массы побега отмечено у сорта Безенчукская 87 (44 мг), максимальное (81 мг) – у сорта Чулпан 7.

СОРТОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОРФОГЕНЕЗА ПРОРОСТКОВ РЖИ

Масса зародышевых корней в среднем по группе изучаемых сортов озимой ржи при температуре проращивания растений +12°C достигала 87 мг (см. рис. 1). Минимальное значение массы зародышевых корней наблюдалось у сорта Чулпан 7 (56 мг), максимальное (106 мг) – у сорта Кировская 89.

Коэффициент корнеобеспеченности при температуре проращивания растений ржи + 12°C в среднем по группе сортов составлял 1.52, варьируя от 0.69 (Чулпан 7) до 1.9 (Саратовская 7). В итоге, по сравнению с выращиванием растений при температуре +18°C с понижением температуры до + 12°C у всех сортов, за исключением Чулпан 7, также отмечается увеличение коэффициента корнеобеспеченности проростков.

Установлено, что уже с момента прорастания зерновок проявляется различие сортов по протяженности зоны роста зародышевых корней. Наиболее выражено качественное различие сортов по данному признаку на 4-е сутки с момента прорастания. Так же как и для яровой мягкой пшеницы, протяженность зоны роста составляет от 2 до 8 мм (Степанов и др., 2014). По мере роста корня её протяженность уменьшается с учётом сортовой специфики, которая наиболее ярко проявляется через 3 суток проращивания. Выявленный феномен позволяет проводить тестирование сортов на скорость роста зародышевой корневой системы в условиях краткосрочного эксперимента в чашках Петри.

Как показали наши исследования, длина зоны роста относительно контроля, за который был взят стародавний сорт озимой ржи Елисеевская, может существенно варьировать среди изучаемых нами сортов. Меньшие значения зоны роста наблюдались у 4 сортов из 13: Радонь, Роксана, Чулпан 7 и Безенчукская 87. Большие значения зоны роста отмечены у сортов Саратовская 7 и Марусенька – соответственно 181 и 265%.

Таким образом, с момента прорастания зерновок ржи наблюдаются сортовые различия по массе побега и корневой системы. Большая величина прироста биомассы наблюдается у побега проростков. Установлено изменение коэффициента корнеобеспеченности проростков ржи в зависимости от температуры произрастания. При более низких температурах величина коэффициента корнеобеспеченности выше. Протяженность зоны роста корня сортоспецифична.

А. М. Карагатова, С. А. Степанов, Т. Я. Ермолаева, Н. Н. Нуждина

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гончаренко А. А.* Состояние производства и селекция озимой ржи в Российской Федерации // Нива Урала. 2012. № 6. С.4–6.
- Кобылянский В. Д.* Исследования ржи и их связь с задачами селекции // Вестн. Сельскохозяйств. науки. 1987. № 11. С.35–41.
- Кобылянский В. Д.* Рожь. М.: Колос, 1982. 271 с.
- Кузнецов В. В., Дмитриева Г. А.* Физиология растений. М.: Абрис, 2011. 783 с.
- Оприлов В. А., Пятыгин С. С., Крауз В. О., Худяков В. А., Абрамова Н. Н.* Активация электрогенного H^+ -насоса плазматических мембран при адаптации клеток высшего растения к низкой положительной температуре // Физиология растений. 1994. Т. 41. № 4. С. 488–493.
- Степанов С. А., Ильин Н. С., Гагаринский Е. Л., Касаткин М. Ю.* Физиологические особенности морфогенеза проростков яровой мягкой пшеницы // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2014. Т. 14, вып. 3. С. 37–42.
- Шлегель Р.* Селекция гибридных форм как стимул развития молекулярно-генетических исследований у ржи // Вавиловский журн. генетики и селекции. 2015. Т. 19, №5. С. 589–603.
- Hutchings M., Johnе E. A.* The Effects of Environmental Heterogeneity on Root Growth and Root/Shoot Partitioning // Annals of Botany. 2004. Vol. 94, № 1. P. 1–8.