

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 581.141.04

ВЛИЯНИЕ КАРБОФОСА НА МОРФОЛОГИЮ И СТРУКТУРУ УРОЖАЯ ПШЕНИЦЫ

Н.В. Меринова, А.В. Кузьмина*, Л.Ю. Панферова, Н.Ю. Матвеева
Саратовский военный институт радиационной, химической и биологической защиты,
410037 Саратов, ул. 50-летия Октября 5

**Саратовский государственный университет им. Н.Г.Чернышевского*
410080 Саратов, ул. Астраханская 83, e-mail:stepanovsa@info.sgu.ru

Уничтожение химического оружия на специально предназначенных объектах предполагает разработку и реализацию на практике комплекса мероприятий по обеспечению безопасных условий труда и охраны прилегающих экосистем. До сих пор недостаточное внимание со стороны исследователей уделялось оценке влияния фосфорорганических ксенобиотиков на растительные организмы (Горчаковский, 1984). Существующие на сегодня сведения имеются в отношении их действия на отдельные морфофизиологические и биохимические параметры растений, активности отдельных ферментов, преимущественно дикорастущих видов. В то же время известно, что основными ключевыми звеньями продукционного процесса растений являются фотосинтез и рост, развитие растений (Мокроносов, 1981; Огородникова, Головкин, 2004).

Материал и методика

В качестве объекта исследования использовались виды пшеницы разной ploидности: *Triticum monosocsim* L., *Tr. durum* Desf. (Саратовская 57), *Tr. aestivum* L. (сорта Нададорес 63, Саратовская 36, Саратовская 52). Для проведения морфогенетического анализа видов и сортов пшеницы по элементам развития и продуктивности использовались растения, выращиваемые в трехкратной повторности в полевых мелкоделяночных опытах. Опытные растения два раза (через сутки) обрабатывали раствором карбофоса ($3,3 \cdot 10^{-3}$ мг/мл) в фазу 2 листьев (шильце второго листа). Из каждой повторности бралось 25-30 растений, из которых для анализа отбирали 25 растений. Определяли длину колоса, междоузлий стебля, число боковых побегов, число колосков, зерен в колосках, массу стебля, колоса. Построение и анализ вариационных кривых элементов продуктивности побегов осуществляли по методике З.А.Морозовой (1983). Статистическую обработку результатов исследований проводили по Б.А.Доспехову (1985) с использованием пакета программы Excel Windows 2000 Pentium 4.

Результаты и обсуждение

В ранее проведенных исследованиях был выявлен стимулирующий эффект низких концентраций карбофоса на рост coleoptily и зародышевых корней пшеницы; при этом возрастала протяженность зоны растяжения корня, но уменьшалась длина трихобластов (Меринова и др., 2005). Оценку системного воздействия данного ксенобиотика наиболее целесообразно было провести в полевых опытах. В ходе изучения была установлена видовая и сортовая специфичность в реакции на карбофос. В частности, наибольшее число боковых побегов у контрольных растений в расчёте на одно растение отмечено для сортообразца К30090 *Tr. monosocum* (1,68 шт.), наименьшее для сортов *Tr. aestivum* Саратовская 36 и Саратовская 52 (0,2 шт. на одно растение). Под воздействием карбофоса число боковых побегов у Саратовской 57 и сортообразца *Tr. monosocum* К 30090 существенно не изменялось. Однако у Саратовской 36 и Саратовской 52 их число возрастало в 2-3 раза. Иная тенденция была выявлена у Нададорес 63, у которого число боковых побегов, наоборот, значительно уменьшалось – примерно в 3 раза.

Наибольшая масса боковых побегов контрольных растений отмечена у сортообразца *Tr. monosocum* К 30090 (>1,4 г на одно растение), меньшая – у Саратовской 57 (*Tr. durum*) и Саратовской 36 (<0,2 г на одно растение). При воздействии карбофосом масса боковых побегов существенно уменьшалась у сортообразца *Tr. monosocum* К 30090 (примерно в 2 раза) и Нададорес 63 (примерно в 5 раз). У всех остальных сортов установлено возрастание массы боковых побегов, наиболее значимое у Саратовской 36 и Саратовской 52.

Наибольшее значение массы стебля главного побега контрольных растений отмечено для Саратовской 36 (> 1 г на одно растение). Для других сортов мягкой пшеницы – Саратовская 52 и Нададорес 63 – масса стебля была > 0,8 г, но < 0,9 г на одно растение. Менее 0,8 г на одно растение масса стебля наблюдалась у Саратовской 57 (*Tr. durum*) и сортообразца *Tr. monosocum* К 30090. При обработке растений карбофосом масса стебля главного побега значимо возрастала у Саратовской 52, Саратовской 57 и сортообразца *Tr. monosocum* К30090. В тоже время у Нададорес 63 выявлено уменьшение массы стебля главного побега.

По массе колоса главного побега лидером среди сортов мягкой пшеницы в условиях 2004 г. являлась Саратовская 52 (1,65 г на одно растение). Наименьшая масса колоса отмечена для сортообразца *Tr. monosocum* К30090 (0,7864 г на одно растение). При воздействии карбофосом установлено уменьшение массы колоса главного побега у Нададорес 63 и Саратовская 57. Для остальных сортов и сортообразца *Tr. monosocum* существенно значимых различий между контрольными и опытными растениями не выявлено.

По длине колоса главного побега контрольных растений пшеницы проявлялось то же ранжирование, что и в отношении массы колоса, что свидетельствует о решающем вкладе в развитие данного признака первичных морфогенетических процессов, т.е. заложения метамеров генеративной зоны побега на 14

–22 день с момента посева семян. При воздействии карбофосом существенное уменьшение длины колоса отмечено у Нададорес 63 и Саратовской 36, для остальных сортов и сортообразца *Tr. топососсит* эти различия были не существенны. Однако при оценке влияния карбофоса на длину колоса, выраженную в % от длины побега, установлено его возрастание у Саратовской 57 и *Tr. топососсит* (К 30090), Нададорес 63 (менее выраженное) и уменьшение у Саратовской 36 (незначительное) и Саратовской 52.

По длине стебля контрольных растений лидерами являлись сорт мягкой пшеницы Саратовская 36 (717 мм) и сорт твердой пшеницы Саратовская 57 (712 мм). Существенно меньшая длина отмечена у Нададорес 63 и Саратовская 52, что является проявлением генов короткостебельности у этих сортов. При обработке карбофосом наблюдалось уменьшение длины стебля у Нададорес 63, *Tr. топососсит* (К 30090), Саратовской 36 и Саратовской 57. Исключение от этой тенденции отмечено у опытных растений Саратовской 52, у которых длина стебля возрастала.

Таким образом, в соответствии с видовым и сортовым статусом может наблюдаться активирование или ингибирование карбофосом процесса образования боковых побегов, растяжения междоузлий стебля, увеличения массы побега и колоса. Установленные особенности действия низкой концентрации карбофоса в начале развития проростков пшеницы свидетельствует о его пролонгированном влиянии на процессы деления, растяжения и дифференциации клеток и тканей по мере формирования вегетативных и генеративных метамеров побега.

По числу колосков в колосе контрольных растений пшеницы лидером являлся сортообразец *Tr. топососсит* К30090. Примерно близкие значения отмечены для сортов мягкой пшеницы – Саратовская 36, Саратовская 52 и Нададорес 63. При воздействии карбофосом наблюдалось возрастание числа незерненных колосков у Нададорес 63, Саратовской 36 и сортообразца *Tr. топососсит* К 30090. У остальных сортов – Саратовская 52, Саратовская 57 - установлено уменьшение числа незерненных колосков. Следует предположить, что в данном случае мы наблюдаем только опосредованное влияние карбофоса, проявившееся через изменение баланса донорно-акцепторных отношений в период формирования метамеров вегетативной и генеративной зон побега (Степанов, 2001).

По числу зерновок в колосе контрольных растений пшеницы превосходство относительно других сортов отмечено у Нададорес 63 и Саратовской 36 (соответственно 29,64 и 29,04 шт. на один колос). Существенно меньшие значения этого признака структуры урожая наблюдались у сортообразца *Tr. топососсит* К 30090 – 18,16 шт. на один колос. Данная особенность исследуемых видов и сортов пшеницы напрямую связана с разными температурными и прочими условиями на момент цветения пшеницы. Саратовская 57 и, особенно *Tr. топососсит* (К 30090), имеют более продолжительный вегетационный период, что связано с иными темпами заложения и развертывания метамеров вегетативной и генеративной зон побега. При обработке растений карбофосом отмечено уменьшение числа зерновок в колосе Нададорес 63, Саратовская 57. У

сортообразца *Tr. monosocum* (К 30090), наоборот, наблюдалось увеличение числа зерновок в колосе. Для остальных сортов наблюдаемые различия по числу зерновок в колосе были статистически недостоверны.

Итоговая составляющая сбалансированности морфогенетических процессов на этапе закладки метамеров вегетативной и генеративной зон побега и их реализации в последующем онтогенезе пшеницы отражается в массе зерновки колоса (Морозова, 1983). Среди контрольных растений большая масса зерновки выявлена у Саратовской 52 (42, 8 мг). Меньшая масса зерновки была установлена у сортообразца *Tr. monosocum* К30090 – 29,9 мг. В целом, следует отметить, что условия налива зерна в 2004 г. были благоприятны и зерно не было щуплым, что, как правило, значительно снижает массу зерновки (Кумаков, 1985; Степанов, 2001). Среди опытных растений масса зерновки была существенно меньше у Нададорес 63 и больше - у сортообразца *Tr. monosocum* К30090. Для остальных сортов наблюдаемые различия были не столь выражены.

Действие карбофоса сказывалось в изменении других морфологических признаков растений – длины и диаметра междоузлий стебля.

Наиболее контрастно выражена значимость первичных морфогенетических процессов, т.е. заложение и формирование метамеров вегетативной и генеративной зоны побега пшеницы, при анализе структуры урожая по вариационным кривым элементов продуктивности побегов (Морозова, 1983).

У всех сортов, включая сортообразец *Tr. monosocum* К 30090, максимальные значения отдельных элементов продуктивности – число колосков и зерновок, масса зерновок, отмечались в разных классах вариационных рядов. Для контрольных растений *Tr. monosocum* (К 30090) число побегов с числом колосков 3 класса составляло более 35%, по числу зерновок 2 класса достигало более 30%, по массе зерновки того же 2 класса – 40%. Для данного сортообразца формирование метамеров генеративной зоны побега было не оптимальным в условиях 2004 г., что, вероятно, связано с иными температурными и другими условиями на момент цветения, роста и развития зерновки, её налива (Кумаков, 1985). При обработке растений карбофосом число побегов с числом колосков 3 класса составляло более 35%, что и в контроле; по числу 3 класса достигало более 40%, по массе зерновки число побегов 3 и 4 классов составляло более 25% (рис.1).

Для контрольных растений Саратовской 57 число побегов с числом колосков 3 класса составляло более 40%, по числу зерновок 2 класса достигало более 40%, по массе зерновки 3 и 4 класса – свыше 25% соответственно. Для данного сорта формирование метамеров генеративной зоны побега было также не оптимальным в условиях 2004 г. У опытных растений число побегов с числом колосков 4 класса составляло более 45%, по числу зерновок 3 класса - свыше 40%, по массе зерновки 3 класса - также более 40%.

Для контрольных растений Саратовской 36 число побегов с числом колосков максимального 2 и 3 классов составляло более 30 %, тогда как по числу зерновок максимального 2 класса достигало свыше 40%. Один максимум – 3 класса – отмечен по массе зерновки (40% от общего числа побегов). В целом

можно заключить, что для данного сорта формирование метамеров вегетативной зоны было также не оптимальным в условиях 2004 г., что отразилось в проявлении признаков элементов продуктивности. У опытных растений число побегов с числом колосков 3 класса достигало более 40%, по числу зерновок 2 класса – свыше 35%, по массе зерновки 5 класса – более 50%.

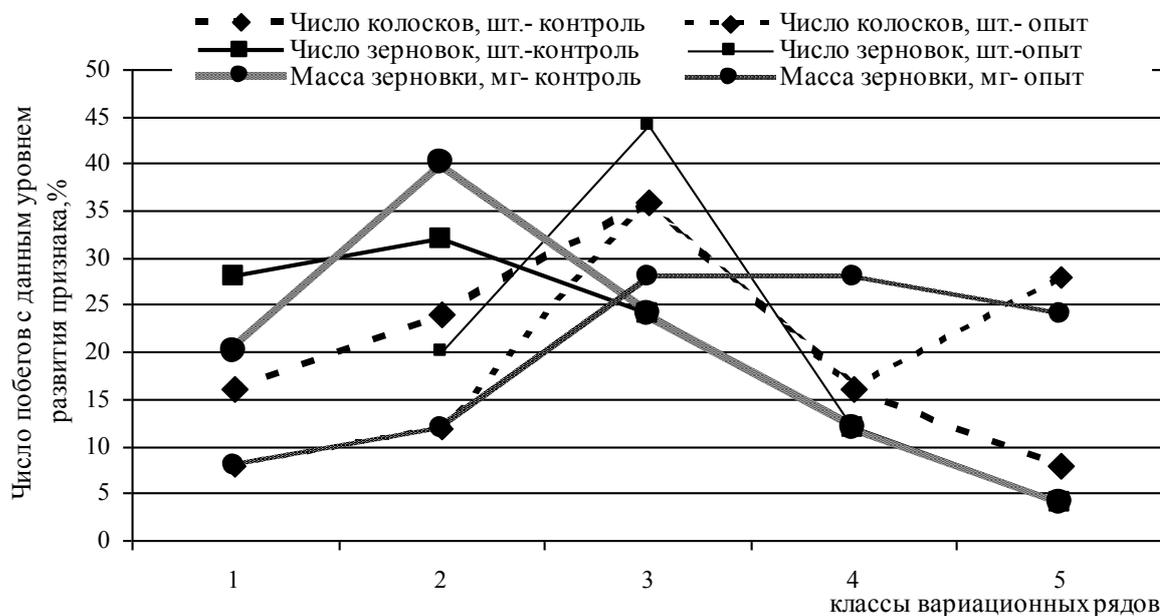


Рис. 1. Вариационные кривые элементов продуктивности побегов *Tr.monosocum*, 2004 г.

Для контрольных растений Нададорес 63 число побегов с числом колосков максимального 4 класса составляло более 40%, тогда как по числу зерновок максимального 2 класса достигало 25%. Два максимума – 2 и 4 классов – отмечено по массе зерновки. В целом можно заключить, что для данного сорта формирование метамеров генеративной зоны было относительно оптимальным в условиях 2004 г., тогда как их последующее развитие было сопряжено, очевидно (Степанов, 2001), с асинхронностью донорно-акцепторных отношений на момент развертывания элементов соответствующих метамеров, в последующем – между метамерами побега пшеницы. При обработке растений карбофосом число побегов с числом колосков 3 класса достигало более 30%, по числу зерновок 2 класса – свыше 45%, по массе зерновки 4 класса – более 30%.

Для контрольных растений Саратовской 52 число побегов с числом колосков максимального 2 и 4 классов составляло соответственно более 20 % и 30%, тогда как по числу зерновок максимального 3 класса достигало 35%. Один максимум – 4 класса – отмечен по массе зерновки (более 35% от общего числа побегов). В целом можно заключить, что для данного сорта формирование метамеров вегетативной зоны было также не оптимальным в условиях 2004 г. . Для опытных растений Саратовской 52 число побегов с числом колосков максимального 1 и 3 классов составляло соответственно более 25% и 40%; по числу зерновок 2 и 3 классов свыше 25% соответственно, по массе зерновки 5 класса – более 45 %.

Таким образом, проведенный анализ вариационных кривых элементов продуктивности побегов контрольных и опытных растений показал, что при обработке карбофосом у всех сортов и сортообразца *Tr. monosocum* К 30090 наблюдается их изменение с различным распределением растений по числу побегов с определяемыми уровнями развития признаков продуктивности – по числу колосков, числу и массе зерновок. Учитывая, что обработка растений карбофосом осуществлялась на ранних этапах роста и развития (в фазу 2 листа), следует заключить, что его влияние осуществлялось системно через изменение баланса донорно-акцепторных отношений на каждом из этапов онтогенеза (Степанов, 2001).

Обработка растений карбофосом на ранних этапах их роста и развития отражалась на урожае зерна. В частности, в наших исследованиях было отмечено уменьшение урожая зерна у большинства исследуемых сортов, исключая *Tr. monosocum* К 30090.

Литература

Горчаковский П.Л. Антропогенные изменения растительности: мониторинг, оценка прогнозирования //Экология. 1984. № 5. С. 3-16.

Мокронос А.Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза. М.: Наука, 1981. 195 с.

Огородникова С.Ю., Головкин Т.К. Действие низких концентраций метилфосфоновой кислоты на проростки пелюшки //Агробиологический вестник. 2004. № 3. С. 26-27.

Морозова З.А. Морфогенетический анализ в селекции пшеницы. М.: МГУ, 1983. 77 с.

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.

Меринова Н.В., Матвеева Н.Ю., Панферова Л.Ю., Горюнов А.А., Степанов С.А. Влияние карбофоса на рост и развитие корней пшеницы //Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения: Сб. науч. ст. 2005. Вып.8. С.124-126.

Степанов С.А. Морфогенез пшеницы: анатомические и физиологические аспекты. Саратов: Слово, 2001. 213 с.

Кумаков В.А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы