

УДК 633.7

**О.И. ДАЦИК, И.Д. ЛУКЬЯНЧИК**

Беларусь, Брест, Брестский государственный университет  
имени А.С. Пушкина, lelya.datsik@mail.ru; idl-27@tut.by

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ РЕАКЦИЙ СПОРОФИТНОГО И ГАМЕТОФИТНОГО ПОКОЛЕНИЙ ТОМАТА СОРТА ЧИРОК НА ВОЗДЕЙСТВИЕ РАСТВОРОВ БРАССИНОСТЕРОИДОВ**

Современное сельскохозяйственное производство уже невозможно без внедрения новых агроприемов и технологий, к которым относится применение регуляторов роста растений. Среди таких веществ активно изучаются brassinosteroids – перспективная группа стероидных соединений, как выделенных из определенных растений, так и их синтетических аналогов. Brassinosteroids обладают высокой рострегулирующей активностью и широким диапазоном физиологического действия в очень низких концентрациях, благодаря чему некоторые из них уже используются в сельском хозяйстве [1].

В экологической селекции растений все больше находят применение методы микрогаметофитного анализа, при помощи которых можно значительно ускорить селекционный процесс, заранее надежно прогнозировать его результаты, добиться значительной экономии средств при выведении новых сортов и гибридов. К настоящему времени накоплены данные о корреляции между устойчивостью гаметофита и спорофита к абиотическим и биотическим факторам, что указывает на возможность отбора генотипов по этим признакам на стадии гамет. Кроме данного направления микрогаметофитный анализ также является удобной тест-системой для оценки степени биологической активности химических соединений с рострегулирующим действием [2].

Авторами ранее установлено, что растворы brassinosteroids в концентрации  $10^{-7}$  % оказывают стимулирующее действие на прорастающую *in vitro* пыльцу томата, сокращая время прорастания, увеличивая ее жизнеспособность и длину пыльцевых трубок [3], а также улучшая всхожесть семян, семенную продуктивность и урожайность растений томата [4]. Однако создание наиболее эффективного рострегулирующего препарата предполагает проведение корреляционного анализа между реакциями различных поколений жизненного цикла томата на растворы brassinosteroids.

**Цель исследований** – провести корреляционный анализ взаимосвязей реакций спорофитного и гаметофитного поколений томата сорта Чирок на воздействие растворов brassinosterоидов в концентрации  $10^{-7}$  %.

**Методика исследований.** Экспериментальные исследования проводились на базе кафедры зоологии и генетики Брестского государственного университета А.С. Пушкина и частного тепличного хозяйства в г. Малорита Брестской области.

Объекты исследования – растворы brassinosterоидов (далее БС) (эпибрассинолида (ЭБ), эпикастастерона (ЭК), и гомобрассинолида (ГБ)) в концентрации  $10^{-7}$  % (БС предоставлены ГНУ «Институт биоорганической химии НАНБ»). Тест-объект – томат обыкновенный (*Solanum lycopersicum* L.), представленный штамбовым среднеспелым сортом Чирок белорусской селекции (оригинатор – ГУО «Белорусская сельскохозяйственная академия», г. Горки). Выбор сорта был обусловлен обнаруженной пониженной чувствительностью микрогаметофитов ранних сортов томата к воздействию БС. Материалы исследований – растворы БС в концентрации  $10^{-7}$  %, которая ранее определена как наиболее эффективная [4, 5], пыльца, завязи, семена, плоды томата.

Этапы микрогаметофитного анализа: сбор пыльцы, посев на искусственную питательную среду (по методикам И. Н. Голубинского и А. Н. Кравченко [5]), фиксация и окрашивание, анализ под микроскопом. Растворы БС вводились в питательную среду перед нанесением на предметное стекло.

Закладка полевого опыта и учет продуктивности спорофитного поколения проводились с использованием методик Доспехова Б.А. [6]. Предпосевная обработка семян – погружение на 2 часа в растворы БС (контроль – вода) с последующим посевом в ящики. Для пикировки и дальнейшего выращивания методом случайной выборки были взяты по 10 растений на одну повторность опыта (трехкратная повторность). Растения высаживали в неотопливаемую пленочную теплицу при температуре  $+12 - +14^{\circ}\text{C}$  /  $+9 - +10^{\circ}\text{C}$  (день/ночь) и естественном освещении. На  $1\text{ м}^2$  размещали 9 растений. Учет образовавшихся завязей, а в последующем и урожая, проводился периодически через каждые 7–10 дней. Плоды убирали в фазе биологической спелости.

Для корреляционного анализа были использованы следующие характеристики микрогаметофита: жизнеспособность пыльцы (%), длина пыльцевых трубок (в усл. ед.), а также характеристики спорофита: всхожесть семян (%), количество завязей на одном растении (шт.), масса семян с одного растения (г), количество семян с одного растения (шт.), масса плодов в биологической спелости с одного растения (г), урожайность ( $\text{кг}/\text{м}^2$ ).

Уровень корреляционной связи определялся по коэффициенту корреляции (r): сильная –  $r = \pm 0,7$  до  $\pm 1$ , средняя –  $r = \pm 0,3$  до  $\pm 0,699$ , слабая –  $r = 0$  до  $\pm 0,299$ . Статистическая обработка результатов велась с использованием программы Microsoft Excel. Для оценки достоверности различий применялся критерий Стьюдента.

**Результаты исследований.** Анализ корреляционных связей в контрольной выборке растений томата (таблица 1) показал, что изучаемые признаки микрогаметофита находятся в прямой сильной связи ( $r = 0,806 - 0,971$ ) со всеми исследуемыми признаками спорофита, что еще раз подтверждает факт, установленный рядом ученых, экспрессии большинства генов спорофита на гаметофитном уровне [3].

Таблица 1 – Корреляционные связи между признаками микрогаметофитного и спорофитного поколений томата сорта Чирок (величина коэффициента корреляции (r))

Вариант опыта	Признаки	Спорофитное поколение					
		3. Всхожесть семян	4. Количество завязей	5. Масса семян	6. Количество семян	7. Масса плодов	8. Урожайность
К	1. Жизнеспособность пыльцы	0,959	0,935	0,971	0,889	0,924	0,935
	2. Длина пыльцевых трубок	0,831	0,870	0,806	0,921	0,886	0,870
ЭБ	1. Жизнеспособность пыльцы	0,847	0,985	0,879	0,960	0,940	0,676*
	2. Длина пыльцевых трубок	0,249*	0,801	-0,540*	0,845	0,679*	0,951
ЭЖ	1. Жизнеспособность пыльцы	0,920	0,233*	0,237*	0,351*	0,587*	0,148*
	2. Длина пыльцевых трубок	0,199*	0,315*	0,021*	-0,312*	0,742**	0,406*
ГБ	1. Жизнеспособность пыльцы	0,976	0,933	0,949	0,975	0,916	0,532*
	2. Длина пыльцевых трубок	-0,679*	-0,726*	-0,938*	-0,909*	-0,646*	-0,808*

Примечания: \* – достоверно при уровне значимости  $p < 0,05$

\*\* – достоверно при уровне значимости  $p < 0,01$

При анализе корреляций между признаками поколений жизненного цикла томата после воздействия раствором ЭБ в концентрации  $10^{-7}$  % было выявлено несколько отклонений уровней связи от контроля. Это проявилось в достоверно значимом снижении значения коэффициента корреляции между жизнеспособностью пыльцы и урожайностью томата ( $r = 0,676$ , что соответствовало средней силе связи), а также между длиной пыльцевых трубок и массой плодов ( $r = 0,679$ ). Связь длины трубок со всхожестью характеризовалась прямой низкой корреляцией ( $r = 0,249$ ), а с массой семян данный признак гаметофита оказался связан обратной средней зависимостью ( $r = -0,540$ ).

Воздействие раствора ЭК в концентрации  $10^{-7}$  %, как видно из данных таблицы, привело к еще более существенным нарушениям наблюдаемых в контроле взаимосвязей. Прямая высокая корреляционная связь сохранилась лишь между жизнеспособностью пыльцы и всхожестью. Прямая низкая взаимосвязь прослеживалась (далее для упрощения анализа будут использоваться номера признаков, указанные в таблице) между признаками 1 и 4, 5, 6, 8 ( $r = 0,148-0,351$ ), а также 2 и 3, 4, 5, 8 ( $r = 0,021-0,315$ ). Корреляция между признаками 2 и 6 оказалась низкой обратной ( $r = -0,312$ ).

В опыте с использованием раствора ГБ в концентрации  $10^{-7}$  % между жизнеспособностью пыльцы и шестью признаками спорофита отмечалась зависимость, аналогичная таковой в опыте с ЭБ: прямая высокая степень корреляции с признаками 3–7, и достоверно значимое снижение по сравнению с контролем значения  $r$  до 0,532 между признаком 1 гаметофита и урожайностью. При этом имела место обратная сильная корреляция между длиной пыльцевых трубок (признак усиливался при введении в среду ГБ) и признаками спорофита под №№ 4, 5, 6, 8 и средняя обратная – с признаками 3 и 7.

**Выводы.** При анализе корреляционных связей было выявлено варьирование коэффициентов корреляции между признаками микрогаметофита и спорофита томата сорта Чирок в зависимости от использования вида брассиностероидов в концентрации  $10^{-7}$  %, что свидетельствует о различной чувствительности поколений жизненного цикла к воздействию данных растворов.

Характер взаимоотношений между признаками поколений указывает на более широкий спектр возможностей использования раствора эпибрасинолида в концентрации  $10^{-7}$  % в качестве биостимулятора по отношению к параметрам развития томата, чем при использовании растворов других брассиностероидов. Также обнаружено, что ростстимулирующая активность раствора эпикастостерона характеризуется узкоспецифичностью в отношении исследуемых в работе

признаков как микрогаметофитного, так и спорофитного поколений томата.

Корреляционные связи также показывают, что для дальнейшей оценки сортоспецифического влияния растворов ЭБ и ГБ на всхожесть семян, количество завязей, семенную продуктивность и массу плодов томата эффективно использование микрогаметофитной тест-системы по признаку «жизнеспособность пыльцы».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хрипач, В. А. Перспективы практического применения brassinosteroidов – нового класса фитогормонов / В. А. Хрипач [и др.] // С.-х. биология. – 1995. – №1. – С. 3.

2. Кильчевский, А. В. Изучение корреляционных связей между признаками гаметофита и спорофита томата в диаллельных скрещиваниях / А. В. Кильчевский, Н. Ю. Антропенко, И. Г. Пугачева // Современное состояние и перспективное развитие селекции и семеноводства овощных культур: материалы докладов международного симпозиума. – М. – 2005. – Т. 2. – С.198–201.

3. Дацик, О. И. Влияние brassinosteroidов на температурную адаптацию *in vitro* микрогаметофитов томата сорта Чирок / О. И. Дацик, И. Д. Лукьянчик // Актуальні проблеми дослідження доквілля: зб. наук. праць (за матер. VII Міжнар. наук. конф., присвяч. 80-річчю з дня заснування Ботанічного саду Сумського держ. пед. ун-ту ім. А. С. Макаренка, 12-14 жовтня 2017 р., м. Суми) / Ред. кол.: Касьяненко Г. Я. [та ін.]; Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка. – Суми : ФОП Цьома С.П., 2017. – С.192–197.

4. Лукьянчик, И. Д. Влияние растворов brassinosteroidов на продуктивность томата сорта Чирок/ И. Д. Лукьянчик, О. И. Дацик //Проблемы оценк, мониторинга и сохранения биоразнообразия: сб. материалов Респ. Науч.-практ. экол. конф., Брест, 23 нояб. 2017 г./ Брест. Гос. Ун-т им. А. С. Пушкина; редкол.: Н. В. Шкуратова [и др.]. – Брест: БрГУ, 2017. – С.180–182.

5. Голубинский, И. Н. Биология прорастания пыльцы / И. Н. Голубинский – Киев : Наукова думка, 1974. – 368 с.

6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.