

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

ПЕРМСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени А. М. ГОРЬКОГО

ЭКОЛОГИЯ ОПЫЛЕНИЯ РАСТЕНИЙ

Межвузовский сборник научных трудов

ПЕРМЬ 1981

ПРОЛИН КАК РЕГУЛЯТОР ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ПЫЛЦЫ РАЗНЫХ ПО ПЛОИДНОСТИ ГРУШ И ЯБЛОНЬ

В. Н. САМОРОДОВ

Полтавский педагогический институт

И. Н. ГОЛУБИНСКИЙ

Полтавский сельскохозяйственный институт

В последнее время пристальное внимание многих биологов привлекает аминокислота пролин, участвующая в репродуктивных процессах. Установлено, что, по крайней мере, у 200 видов из 63 семейств голо- и покрытосеменных растений в пыльце накапливается большое количество пролина, достигающее в отдельных случаях 2,2% на сухой вес (Тур, 1963; Stanley, Linskens, 1974; Бритиков, 1975), что намного превышает содержание его в пестиках и вегетативных органах.

Тот факт, что пролин накапливается в значительных количествах именно в пыльце с ее ограниченным для запасных веществ объемом, свидетельствует о связи его накопления с прорастанием пыльцевых зерен, обменом веществ в растущих пыльцевых трубках и, в конечном счете, со степенью фертильности пыльцы.

Многие исследователи связывают переход растений к цитоплазматической мужской стерильности с потерей значительного количества пролина в пыльце и преобладанием в ней аминокислот, отличных по своей структуре от пролина (Михно, Калинин, 1966; Турбин, Палилова, Смольская, 1966; Сиволап, 1968; Борисенко, Дмитриева, 1974; Цветикова, 1976; Борисенко, 1979). То же отмечено и для генной мужской стерильности у мягкой и твердой пшеницы (Воронина, Храмова, Крупнов, 1978). Потеря свободного пролина наблюдается и в пыльце у отдаленных межродовых гибридов (Чувашина, 1968; Ханина, Мельников, 1969; Ханина, 1971). Е. А. Бритиков и Н. А. Мусатова (1964), анализируя факты уменьшения свободного пролина и перехода при этом растений к стерильности, приходят к выводу о том, что количество пролина в пыльце может являться индикатором ее качества. Аналогичного мнения придерживаются и другие исследователи (Михно, Калинин, 1966; Воронин, Храмова, Крупнов, 1978).

В отдельных работах отмечается связь между показателями фертильности пыльцы, накоплением в ней пролина и плоидностью растений. При этом установлено, что низкой фертильностью обладает пыльца триплоидов. Так, пролин является единственной из аминокислот пыльцы триплоидной яблони, количество которой коррелирует с фертильностью (Тур, 1963). Такие же сведения, но для пыльцы тетраплоид-

ной кукурузы, приводят и другие авторы (Ротарь, Обершт, Чалык, Пашкарь, 1970; Пашкарь, 1974).

В указанных исследованиях установлено, что существует связь между отклонениями в ходе мейоза и недостаточным содержанием пролина в пыльце и что стерильность полиплоидов является не столько следствием морфологических аномалий мейоза, сколько результатом физиологической несбалансированности содержания веществ, в первую очередь, пролина. В данной статье представлены некоторые результаты изучения роли пролина в процессах опыления, оплодотворения и плодообразования у растений.

Материал и методика

Материалом для исследований послужила пыльца диплоидных и триплоидных сортов груш и яблок, собранная нами в 1977—1979 гг. в садах Майкопской опытной станции ВИР. Определение свободных и связанных аминокислот проводилось на автоматическом анализаторе типа ААА-881 (ЧССР) после фиксирования пыльцы 80%-ным этанолом. Проращивалась пыльца по методике И. Н. Голубинского (1946, 1968) в висячих каплях среды, наносимых с внутренней стороны крышек чашек Петри. Измерение длины пыльцевых трубок осуществлялось по предварительным зарисовкам, выполненным с помощью рисовального аппарата Аббе. Фотографировали с помощью микроскопа и микрофотонасадки МФН-3 с фотоаппаратом «Киев». Энергию прорастания пыльцы определяли по формуле, предложенной В. И. Некрасовым и О. М. Князевой (1973).

Обсуждение результатов

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что повышение плоидности у груш ведет к снижению содержания в пыльце как свободного, так и связанного пролина (табл. 1), и в значительной степени соответствуют результатам ранее проведенных исследований пыльцы яблони (Турь, 1963). Наблюдалась также положительная корреляция между количеством пролина и способностью пыльцы к прорастанию (табл. 1). Это весьма важно, так как при воздействии на растения различных экологических факторов по-разному происходит синтез и накопление пролина, что может привести к формированию неоднородной по степени фертильности пыльцы. Так, И. В. Каймакан, А. И. Ротарь и С. И. Пашкарь (1972) установили, что тип подвоя в значительной степени влияет на содержание свободных аминокислот (в первую очередь, пролина) в пыльце груши. Известно также, что крите-

Количество свободного и связанного пролина в пыльце разных по плоидности груш и показателя ее жизнеспособности

Показатели фертильности пыльцы после проращивания в 15%-ном растворе сахарозы	Средняя длина пыльцевых трубок, мкм		Проращенные пыльцы, %	Пролинизированная, мкг	Свободный пролин, мкг/сырого веса	Плоидность	Вид и сорт груши
	Энергия проращивания, %	Энергия проращивания, %					
Т. песчаная	2 n	11,30	12,27	15,60	428	8,90	Т. песчаная
Т. домашняя (Любимица Кляпа)	2 n	10,03	10,46	23,29	658	19,15	Т. домашняя (Любимица Кляпа)
Т. домашняя (Буйнакская)	3 n	5,30	7,72	2,72	216	1,72	Т. домашняя (Буйнакская)
Т. домашняя (Доктор Люпус)	3 n	4,30	6,80	7,43	332,50	1,27	Т. домашняя (Доктор Люпус)

рий пылевой фертильности, определяемый количеством пролина и гистидина, зависит не только от сорта, но и от физиологического состояния деревьев, вызываемого влиянием экологических факторов (Тур, 1963).

Е. А. Бритиков (1975), наблюдая массовое накопление пролина у мака и лилии после завершения мейоза, отмечает появление его в значительном количестве в стадии тетрада. Отсюда он приходит к выводу о том, что пролин может быть лишь «индикатором качества сформировавшейся пыльцы, но не источником ее неполноценности» (Бритиков, 1975, с. 49).

Наши исследования показали, что из 16 обнаруженных нами в пыльце груш аминокислот, содержание ни одной из них не снижалось с повышением плоидности так сильно, как содержание пролина. То же наблюдалось в пыльце яблони (Тур, 1963).

Как уже отмечалось, с изменением содержания пролина в пыльце в значительной степени меняются такие показатели фертильности, как процент и энергия прорастания, длина пыльцевых трубок. Это подтверждает мнение Е. А. Бритикова (1975) о том, что пролин пыльцы играет большую роль как специфический энергетический материал, а также как источник азота, который после распада в процессе дыхания может использоваться для построения новых аминокислот. По нашему мнению, более высокая результативность само-

опыления у диплоидных форм по сравнению с триплоидными объясняется недостатком энергетических соединений у триплоидов, что ограничивает рост пыльцевых трубок. Отсюда следует, что если обогатить пролином, внесенным извне, генеративные органы растений с пониженным содержанием эндогенного пролина, то можно будет улучшить процесс опыления — оплодотворения.

Н. П. Чувашина (1968), вводя пролин в ветви стерильного гибрида *Cegarus vulgaris* × *C. tomentosa*, наблюдала снижение числа стерильных пыльцевых зерен. Проводя аналогичные исследования, Н. П. Ханина (1971) отмечает, что под влиянием пролина у межвидовых гибридов вишни уменьшаются нарушения микроспорогенеза. Наиболее эффективными для этих целей являются повышенные концентрации пролина (0,1—0,2%). Добавляя в питательную среду 0,0001% пролина, удалось прорастить стерильную пыльцу кукурузы, которая в контроле не прорастала (Турбин, Палилова, Смольская, 1966).

Нами проводилось проращивание на искусственных средах пыльцы различных по плоидности сортов груш и яблонь с добавлением пролина в концентрации 10⁻³% (табл. 2).

На пыльцу диплоидных сортов (как груш, так и яблонь) присутствие пролина в питательной среде действовало угнетающе, заметно снижая процент и энергию прорастания, несмотря на то, что длина пыльцевых трубок у груш снижалась незначительно, а у яблонь происходило даже заметное стимулирование. Совсем иная картина наблюдалась при проращивании пыльцы триплоидных сортов. Во всех случаях количество проросшей пыльцы под воздействием пролина повышалось почти в 2 раза, а разница в длине пыльцевых трубок оказалась еще выше. Более того, способная к прорастанию в чистых растворах сахарозы пыльца яблони сорта Джиганте Санта-Анна в присутствии пролина дала небольшое число проросших пыльцевых зерен (1,8%). В литературе подобные наблюдения не описаны и только в работе В. Е. Белоус (1978) есть указание на то, что пролин в значительной степени стимулирует увеличение длины пыльцевых трубок у тетраплоидов сахарной свеклы.

Следовательно, чем меньше содержание в пыльце пролина, тем чувствительнее она к внесению его извне. В этом случае заметно ускоряется процесс прорастания и увеличивается длина пыльцевых трубок (как это наблюдалось у триплоидных сортов груш и яблонь). В том же случае, когда пролина в пыльце достаточно (в пыльце диплоидных видов), дополнительное внесение его в растворы дает отрицательный эффект. Отсюда понятны результаты исследований ряда авторов, не наблюдавших положительного действия пролина при прора-

Влияние пролина на прорастание пыльцы разных по плоидности сортов груш и яблонь

Сорт	Плоидность	Среда для проращивания	Прорастание пыльцы, %	Средняя длина пыльцевых трубок, мкм	Энергия прорастания, %
Любимица Клаппа	2n	Пыльца груш 15%-ный раствор сахарозы	23,29	658	19,15
		то же + 10 ⁻³ %-ный раствор пролина	17,10	640	14,59
Доктор Люциус	3n	15%-ный раствор сахарозы	7,43	332,5	1,27
		то же + 10 ⁻³ %-ный раствор пролина	13,52	588,5	9,04
Буйнакская	3n	15%-ный раствор сахарозы	2,72	216	1,72
		то же + 10 ⁻³ %-ный раствор пролина	10,74	482,1	8,35
Мельба	2n	Пыльца яблонь раствор пролина	14,40	329,5	9,88
		15%-ный раствор сахарозы	6,08	524	4,30
Джиганте Санта-Анна	3n	15%-ный раствор сахарозы	0,0	—	—
		то же + 10 ⁻³ %-ный раствор пролина	1,80	305	0,94
Брамлей Сидлинг	3n	15%-ный раствор сахарозы	3,15	246,5	1,52
		то же + 10 ⁻³ %-ный раствор пролина	6,50	580,5	4,83

щивании нормальной по качеству пыльцы диплоидных видов (Ленсу, 1963; Турý, 1964; Ostrolucká, 1977).

Заключение

В результате проведенных исследований установлена обратная связь между плоидностью изучаемых растений и наличием свободного и связанного пролина в пыльце. С увеличением плоидности уменьшается количество пролина, что приводит к снижению жизнеспособности, а следовательно, и к снижению фертильности пыльцы. Процесс прорастания

пыльцы и рост пыльцевых трубок в значительной степени зависят от накопления пролина в мужских генеративных органах. При недостатке в них эндогенного пролина положительное влияние на процес опыления — оплодотворения может оказать введение пролина извне.

ЛИТЕРАТУРА

- Белюс В. Е. 1978. Влияние аминокислот на прорастание пыльцы и рост пыльцевых трубок у сахарной свеклы.— В сб.: Генетико-физиологическая природа опыления у растений. Киев.
- Борисенко Л. Р. 1979. Физиолого-биохимическое проявление цитоплазматической мужской стерильности и восстановление фертильности у озимой мягкой пшеницы.— Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук. Харьков.
- Борисенко Л. Р., Дмитриева А. Н. 1974. Особенности аминокислотного обмена у форм озимой мягкой пшеницы с цитоплазматической мужской стерильностью.— Селекция и семеноводство. Республиканский межведомственный тематический сборник, 27. Киев.
- Бритиков Е. А. 1975. Биологическая роль пролина.— М.: Урожай.
- Бритиков Е. А., Мусатова Н. А. 1964. Накопление свободного пролина в пыльце.— Физиология растений, 11, 3.
- Бритиков Е. А., Мусатова Н. А., Владимирцева С. В. 1966. Влияние пролина и его антиметаболитов на прорастание пыльцы и рост пыльцевых трубок.— Физиология растений, 13, 6.
- Воронина С. А., Храмова Н. А., Крулнов В. А. 1978. Аминокислотный состав пыльников и листьев яровой мягкой и твердой пшеницы с разными типами андростерильности.— В сб.: Генетико-физиологическая природа опыления у растений. Киев.
- Голубинский И. Н. 1946. О взаимовлиянии пыльцевых зерен разных видов при совместном проращивании их в искусственных средах.— ДАН СССР, 53, 1.
- Голубинский И. М. 1968. Методика проращивания пилку на штучному середовищі.— В сб.: Вкладання біології в школі. 3. Киев, Радянська школа.
- Каймакан И. В., Ротарь А. И., Пашкарь С. И. 1972. Влияние разных подвоев и способов опыления на химический состав пыльцы и пестиков груши.— Физиология и биохимия культурных растений, 4, 4.
- Ленсу Л. В. 1963. Влияние азотсодержащих веществ на прорастание пыльцы.— Учен. зап. Ленинградский ун-т, 239, Биология.
- Михно А. Н., Калинин Ф. Л. 1966. Аминокислоты в репродуктивных органах кукурузы при химической стерильности.— В сб.: Рост и устойчивость растений. Республиканский межведомственный сборник, 2. Киев.
- Некрасов В. И., Князева О. М. 1973. Изучение качества пыльцы древесных растений методом проращивания на целлофане.— Бюл. Гл. бот. сада АН СССР, 88.
- Пашкарь С. И. 1974. К биохимической диагностике гетерозиса, цитоплазматической стерильности и полиплоидии у кукурузы в процессе селекции.— В сб.: Физиология растений в помощь селекции. М., Наука.
- Ротарь А. И., Обершт В. М., Чалык Т. С., Пашкарь С. И. 1970. Биохимическая и морфологическая характеристика пыльцы и семян экспериментально полученных тетраплоидов кукурузы.— Цитология и генетика, 4, 1.
- Сиволап Ю. М. 1968. Особенности аминокислотного состава генеративных органов растений с различным типом мужской стерильности.— Сельскохозяйственная биология, 3, 3.

- Турбин Н. В., Палилова А. Н., Смольская А. В. 1966. Влияние некоторых аминокислот на прорастание пылцы гибридов кукурузы, имеющих различную цитоплазму.—Сельскохозяйственная биология, 1, 3.
- Ханина Н. П. 1971. Цитохимическое и физиолого-биохимическое изучение микроспорогенеза отдаленных стерильных гибридов плодовых растений.—Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук. М.
- Ханина Н. П., Мельников В. К. 1969. Некоторые биохимические особенности пылцы отдаленных гибридов плодово-ягодных растений.—Тр. ЦГЛ им. И. В. Мичурина.
- Цветикова В. И. 1976. Свободные аминокислоты в мужской генеративной сфере кукурузы при цитоплазматической мужской стерильности.—Тр. Горьковского сельскохозяйственного ин-та, 69.
- Чувашина Н. П. 1968. Изучение стерильности при отдаленной гибридизации растений и разработка методов ее преодоления.—Материалы научной конференции по проблемам генетики, селекции и семеноводства растений. Секция плодово-ягодных и декоративных культур. Горки.
- Остролюк М. 1977. Vplov niektorých aminokyselín, pely a rastateľného vrecúška v podmienkach in vitro prý niektorých druhoch rodu Pinus.—Folia dendrologica (CSSR), 3.
- Stanley R. G., Linskens H. F. 1974. Pollen.—Berlin.
- Тупý I. 1963. Free Amino-Acids in Apple Pollen from the Point of View of its Fertility.—Biologia plantarum (Praha), 5 (2).
- Тупý J. 1964. Metabolism of proline in Styles and pollen tubes of *Nicotiana glauca*.—Pollen physiology and fertilization (ed. H. F. Linskens).