

Поэтому в настоящее время при выведении новых сортов и стабилизации их урожайности необходимо увеличить как продуктивный, так и адаптивный потенциал. Для этого нужен, как подчеркивал еще Н.И. Вавилов (1935) «тесный союз генетиков, селекционеров, физиологов, иммунологов и др».

TO THE QUESTION ON ADAPTABILITY AND PRODUCTIVITY OF VARIOUS VARIETIES OF WINTER WHEAT

Z.I. GLAZOVA, Dr. Sci. Agric.,

V.I. ZOTIKOV, Dr. Sci. Agric.

State Scientific Institution the All-Russia Research Institute of Legumes and Groat Crops

In this article the interrelation of some theoretical workings out of N.I.Vavilov applied by the breeders in modern conditions at building of highly productive and plastic varieties of winter wheat is presented.

Key words: Winter wheat, variety, breeding, productivity, adaptability.

УДК 581.143.5:635.656

ЭМБРИОИДЫ И РАСТЕНИЯ-РЕГЕНЕРАНТЫ В КУЛЬТУРЕ ИЗОЛИРОВАННЫХ ПЫЛЬНИКОВ ГОРОХА (*PISUM SATIVUM* L.)

С.В. БОБКОВ, кандидат с.х. наук

ГНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур

Изучали культуру изолированных пыльников гороха. В опытах использовали стрессовые обработки бутонов холодом (+4°C) и культур пыльников теплом (+32°C, +35°C). Получены нодулярные зеленые каллусные ткани и эмбриоиды на различных стадиях развития. Иницирован регенерационный процесс и получены корнесобственные растения-регенеранты. С помощью морфологических маркеров подтверждено происхождение нескольких растений-регенерантов из микроспор.

Ключевые слова: горох, пыльник, микроспора, стресс, каллус, эмбриоид, растение-регенерант, гаплоид.

Аббревиатура: 2,4-Д – 2,4-дихлорфеноксисукусная кислота; пиклорам – 4-амино-3,5,6-трихлорпиколиновая кислота; НУК – нафтилуксусная кислота; GA₃ – гиббереллиновая кислота; БАП – 6-бензиламинопурин; ИВА – индолилмасляная кислота.

Дигаплоидные растения имеют набор генов, характерный для гамет. Использование дигаплоидных растений-регенерантов в селекции гороха позволит значительно уменьшить затраты времени и средств на выведение нового сорта, и изменить акценты в селекционном процессе. Дигаплоиды можно использовать на различных этапах селекционного

процесса, оценивать в качестве линий или вовлекать в скрещивания.

Перспектива работы по получению дигаплоидов гороха тесным образом связана с решением задач репрограммирования микроспор на эмбриогенный путь развития и регенерации растений. При работе с соматическими тканями разботаны две стратегии получения растений-регенерантов гороха. Во-первых, регенеранты гороха получают в культуре морфогенных каллусных тканей в результате стимулирования геммогенеза и регенерации побегов на средах с относительно высоким содержанием БАП и низким НУК, и по-

следующим укоренением изолированных побегов [1, 2, 3, 4]. Во-вторых, растения-регенеранты гороха получают в процессе соматического эмбриогенеза, в результате последовательного развития эмбриоидов в корнесобственные растения. Формирование соматических эмбриоидов у гороха происходит непосредственно из меристематических клеток эксплантов (прямой эмбриогенез) или опосредован образованием эмбриогенной каллусной ткани [5]. Для получения эмбриоидов в культурах незрелых зародышей, апикальных меристем и протопластов в качестве регуляторов роста используют 2,4-Д или пиклорам [6, 7, 8]. Прямой эмбриогенез происходит в культурах незрелых зародышей (семядолей) в присутствии НУК или 2,4-Д [9] и меристематических тканей при использовании в качестве регулятора роста пиклорама [5]. В исследованиях приведены доводы в пользу начального многоклеточного происхождения эмбриоидов как при прямом эмбриогенезе, так и с участием эмбриогенных каллусных тканей [10].

Для получения растений-регенерантов эмбриоиды помещают на среды, содержащие низкие концентрации НУК, БАП, кинетина и зеатина [11] или НУК [7], или GA₃ [8]. Для регенерации растений также используют перевод эмбриоидов и эмбриогенных каллусов на среды без регуляторов роста [10]. Для стимулирования прорастания эмбриоидов применяют среды, содержащие 3 мг/л ИМК и 0,5 мг/л БАП [9]. При переносе эмбриоидов и эмбриогенных кластеров на среды с тиадиазуром наблюдается перестройка в процессе пролиферации каллусной ткани на морфогенный тип развития с геммогенезом и пролонгированной регенерацией побегов [5].

Для работы с микроспорами представляют интерес результаты проведенных исследований по получению микрокаллусов, эмбриогенных и морфогенных каллусов, а также растений-регенерантов в культуре изолированных протопластов гороха [4, 7, 12].

Исследования, направленные на получение гаплоидов гороха были начаты в 70-80 годах прошлого века. В научной литературе представлены данные о получении каллусов [13], небольшого числа корней, побегов, torpedo-shape эмбриоидов после 36 месяцев субкультивирования каллусных тканей *in vitro* [14]. Сердцеподобные эмбриоиды были получены в культуре изолированных пыльников гороха, подвергнутых обработке пониженной (+4°C) температурой в течение 72 часов [15]. При этом происхождение клеток каллусов, эмбриоидов и растений-регенерантов в вышеуказанных работах осталось нераскрытым.

В настоящее время работа по получению гаплоидов гороха ведется с использованием методов культуры пыльников и изолированных микроспор. В культуре пыльников получены морфогенные каллусные ткани, растения-регенеранты, эмбриоидные структуры и побеги-регенеранты [16]. В культуре изолированных микроспор были инициированы многоядерные синктиумы с интактной экзиной и получены единичные растения-регенеранты [17]. После применения обработки холодом, осмотическим шоком и электромагнитными полями в культуре изолированных микроспор гороха получено небольшое число гаплоидных растений-регенерантов, которые были очень слабыми и не выдерживали перевода в почвенную культуру тепличного бокса [18].

Цель наших исследований состояла в изучении различных стрессовых воздействий для репрограммирования микроспор на эмбриогенный путь развития и создании условий для развития полученных в культуре пыльников тканей и эмбриоидов в целые растения гороха.

Материалы и методы

В опытах со стрессовыми воздействиями проведен широкий поиск условий репрограммирования микроспор гороха. Вариантами служили два типа стрессовых обработок. Бу-

тоны подвергали стрессу пониженной температуры (+4°C). Культуры изолированных пыльников *in vitro* подвергали обработке повышенными температурами (+32°C и +35°C). Использовали изолированные пыльники 2 сортов гороха *P. sativum* subspecies *sativum* – Фараон, Визир, Мультик, Мадонна, Progetta, Орел, *P. sativum* subspecies *arvense* - Зарянка, овощных сортов гороха *Pisum sativum* L. – Perfection, San Curgiano. Исследовали 20 вариантов питательных сред.

Для оценки происхождения растений гороха, полученных в ранее поставленных опытах в культуре пыльников без стрессовых воздействий, были изучены поколения R₁ и R₂ регенерантов комбинаций гибридов F₁ ЛУ-203-94 × А-88-99 и ЛУ-203-94 × Tristar.

Среды для культивирования пыльников и микроспор были приготовлены с использованием протоколов MS [19] и В5 [20] и содержали в качестве регуляторов роста НУК (α-нафтилуксусная кислота), БАП (6-бензиламинопурин), ИУК (индолилуксусная кислота), ИМК (индолилмасляная кислота), 2,4-Д (2,4-дихлорфеноксисуксусная кислота).

Для стимулирования и поддержания регенерационного процесса в морфогенных каллусных тканях гороха использовали различные варианты среды для микроразмножения [21]. Для инициации ризогенеза применяли модификации среды для стимулирования корнеобразования [3].

Наряду с различными вариантами сред в опытах по гаплоидии гороха изучали влияние температурного стресса на эффективность пролиферативных процессов. Для определения стадии развития микроспор в качестве красителя использовали кармин. Классификацию стадий развития микроспор проводили по С.А. Telmer et al. (1992) [22]. Исследования проводили с использованием микроскопа Axioskop 40 (Karl Zeiss, Германия).

Экспланты и каллусные ткани в условиях питательных сред культивировали на свету (1,5 тыс. лк) при 16-часовом световом дне и 25°C.

Результаты

Стадия развития микроспор

Из литературных источников известно, что наиболее подходящей для репрограммирования на путь эмбриогенеза является средняя и поздняя одноядерные стадии развития микроспоры [22]. В наших исследованиях стадию развития микроспор соизмеряли с длиной бутона от основания чашечки до кончиков плодolistиков. Микроспоры на одноядерных стадиях развития соответствовали длине бутона 6-7 мм. При оптимально выбранной длине бутона соотношение микроспор на различных одноядерных стадиях развития приведены в таблице 1.

Таблица 1. Соотношение микроспор селекционной линии гороха 101 на различных стадиях развития.

Стадия развития микроспор	Число микроспор	%
Ранняя одноядерная микроспора с центральным положением ядра	25	32
Средняя одноядерная микроспора с ацентрическим положением ядра	7	9
Поздняя одноядерная вакуолизованная микроспора	46	59
Всего микроспор	78	100

Следует отметить высокую скорость развития микроспор от тетрады в каллозной оболочке (рисунок 1а), через стадию ранних (рисунок 1б) и средних (рисунок 1в) до поздних одноядерных вакуолизированных микро-

спор (рисунок 1г). В экспериментах следует периодически корректировать длину бутонов в соответствии с данными цитологических исследований.

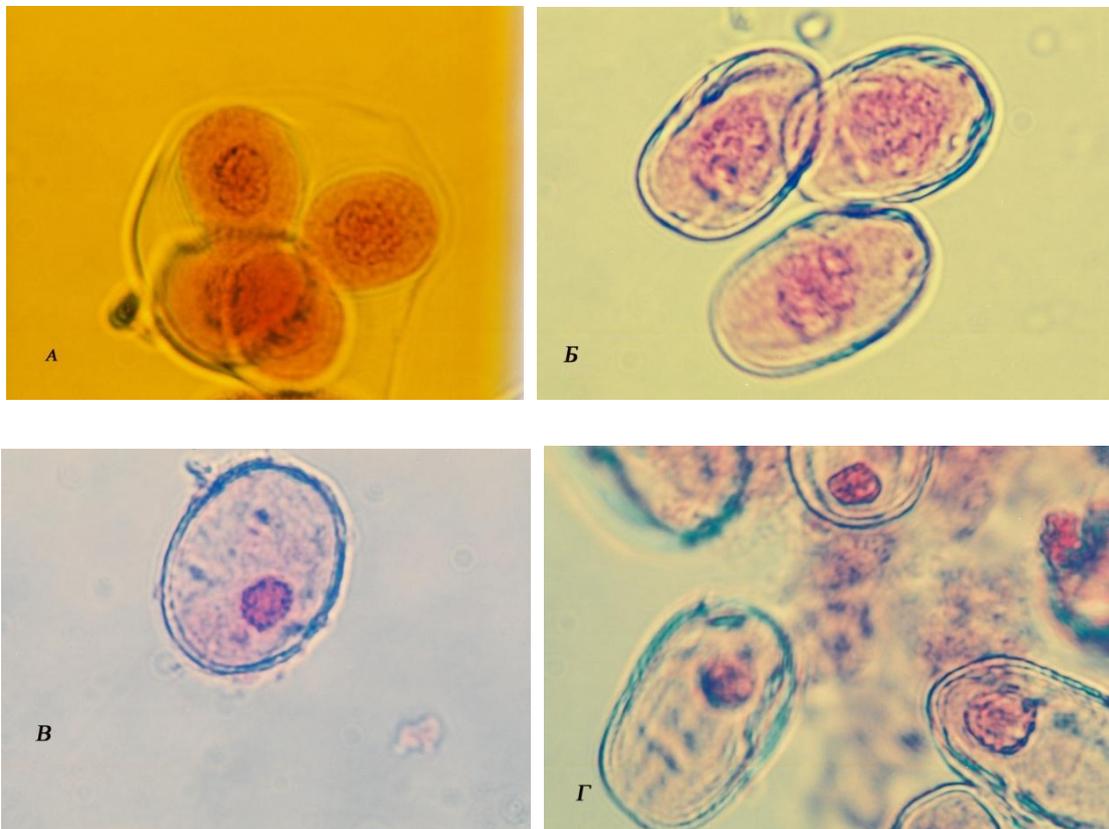


Рисунок 1. Одноядерные микроспоры гороха. Микроспоры: А) на стадии тетрады; Б) на ранней одноядерной стадии развития; В) на средней одноядерной стадии развития; Г) на поздней одноядерной вакуолизированной стадии развития.

Влияние стресса пониженной (+4°C) и повышенной (+32°C) температуры на эффективность каллусогенеза в культуре пыльников гороха

В ранее проведенных опытах по культуре пыльников гороха без использования стрессовых воздействий средняя эффективность формирования зеленых морфогенных каллусов составляла 3,2% [23, 24].

Пыльники высаживали на агаризованную среду MSB, дополненную 2 мг/л БАП и 2 мг/л НУК. Стрессовому воздействию: холод 0 суток, тепло 2 суток подвергали культуру пыльников сортов Визир, Мультик, Зарянка.

Среднее число зеленых каллусов с морфогенным потенциалом в обозначенном варианте равнялось 1,6%. В варианте стрессового воздействия: холод 1 сутки, тепло 1 сутки для названных сортов эффективность морфогенного каллусогенеза составила 1,8%.

В варианте обработки пыльников: холод 1 сутки, тепло 1 сутки, примененном к культуре пыльников овощных сортов гороха Perfection и San Cypriano, эффективность морфогенного каллусогенеза составила 2,1%.

В варианте воздействия теплом в течение 2 суток на культуру пыльников сорта гороха Мадонна на отдельных средах число зе-

ленных каллусов с морфогенным потенциалом равнялось 11%.

В культуре изолированных пыльников сорта гороха Зарянка было изучено 4 варианта стрессовых воздействий: а) холод 1 сутки; б) холод 7 суток; в) холод 0 суток, тепло 2 суток; г) холод 1 сутки, тепло 1 сутки (таблица 2). Эффективность морфогенного каллусогенеза была выше в вариантах с предобработкой бутонов холодом (до 26%). В опыте эффективность формирования зеленых каллусов с мор-

фогенным потенциалом составила 1,3-3,3%. При этом наибольшая (3,3%) эффективность образования зеленых каллусов наблюдалась в варианте обработки холодом в течение 7 суток.

Таким образом, использование выше-приведенного набора стрессовых воздействий на бутоны и культуры пыльников гороха в связи с низкой эффективностью морфогенного каллусогенеза не позволяет сделать вывод о преимущественном варианте.

Таблица 2 - Эффективность каллусогенеза в культуре пыльников сорта гороха Зарянка в вариантах со стрессовыми воздействиями пониженной (+4°C) и повышенной (+32°C) температурами.

Стресс	Число пыльников	Эффективность инициации каллусов	
		всего	зеленых морфогенных
<i>Варианты стрессового воздействия холодом</i>			
Холод 1 сутки	150	26	1,3
Холод 7 суток	150	11,3	3,3
<i>Варианты комбинированного стресса</i>			
Холод 0 сутки, тепло 2 сутки	150	6,0	1,3
Холод 1 сутки, тепло 1 сутки	150	2,7	2

Каллусогенез в культуре пыльников гороха на среде с 2,4-Д после обработки бутонов стрессом пониженной (+4°C) температуры

Использовали культуральную среду MSB [21], содержащую 0,5 мг/л 2,4-Д и по 10 г/л сахарозы и мальтозы. Бутоны сорта Фараон подвергали обработке пониженной температурой в течение 8 суток. Эффективность формирования полупрозрачных каллусов составила 6,6-13,3%. Каллусы переносили на среду MSB с 0,5 мг/л 2,4-Д и 20 г/л сахарозы.

После 90 суток субкультивирования *in vitro* каллусные ткани достигали размера 1,5-2,5 см. На их поверхности наблюдали образование зеленых глобулярных эмбриоидов (рисунок 2а и б). Изолированные пыльники межвидового гибрида F₁ *Pisum sativum* x *P. fulvum* культивировали на среде MSB с 0,5 мг/л 2,4-Д и по 10 г/л сахарозы и мальтозы. На поверхности каллусных тканей, полученных в условиях этой среды, наблюдали появление эмбриоидов на глобулярной и торпедовидной стадиях развития (рисунок 2в и г).

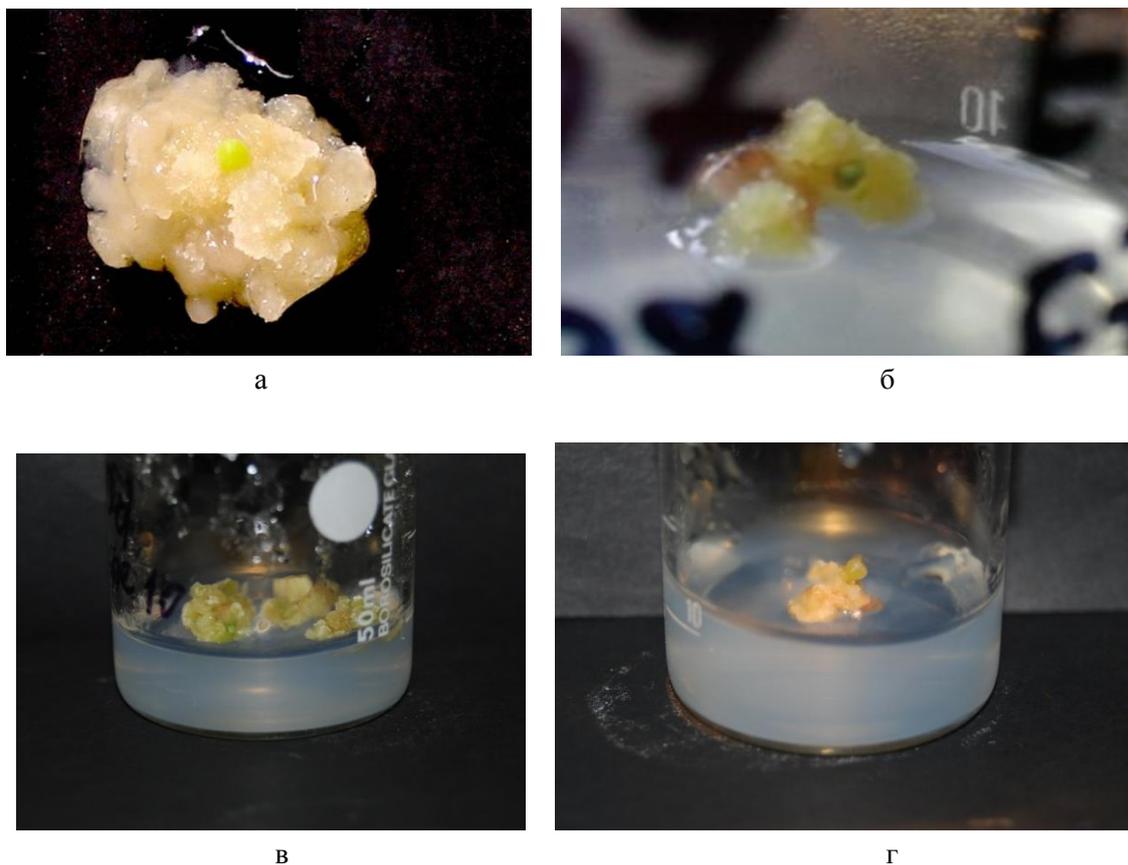


Рисунок 2. Эмбриогенез в культуре пыльников гороха: а) и б) глобулярные эмбриониды в культуре мягких полупрозрачных каллусных тканей, полученных в культуре пыльников гороха сорта Фараон; в) и г) глобулярный и торпедовидный эмбриониды, полученные в культуре каллусных тканей межвидового гибрида F_1 *Pisum sativum* x *P. fulvum*.

Влияние стресса пониженной ($+4^{\circ}\text{C}$) и повышенной ($+35^{\circ}\text{C} \dots +38^{\circ}\text{C}$) температуры на эффективность каллусогенеза в культуре пыльников гороха.

Изолированные пыльники гороха культивировали на агаризованной среде MSB, содержащей 0,5 мг/л 2,4-Д. В опыте изучали следующие варианты стрессовых воздействий: а) холод 0 суток, тепло $+37^{\circ}\text{C}$ 18 часов (сорт Стабил); б) холод 1 суток, тепло $+38^{\circ}\text{C}$ 18 часов (сорт Стабил); в) холод 3 суток, тепло $+35^{\circ}\text{C}$ 18 часов (сорт Визир); г) холод 4 суток, тепло $+35^{\circ}\text{C}$ 18 часов (сорт Визир). Зеле

ные нодулярные каллусы были получены в вариантах б, в, г.

Особенности регенерация растений гороха и ризогенез

Регенерирующие каллусные ткани были получены после переноса зеленых нодулярных каллусов на среду MSB, дополненную 4 мг/л БАП и 1 мг/л НУК. Культуры длительно регенерирующих каллусных тканей гороха получены в вариантах в, г. В регенерирующих каллусных тканях наблюдалось сочетание процессов пролиферации каллусной массы, геммогенеза и спорадической регенерации побегов (рисунок 3а и б).

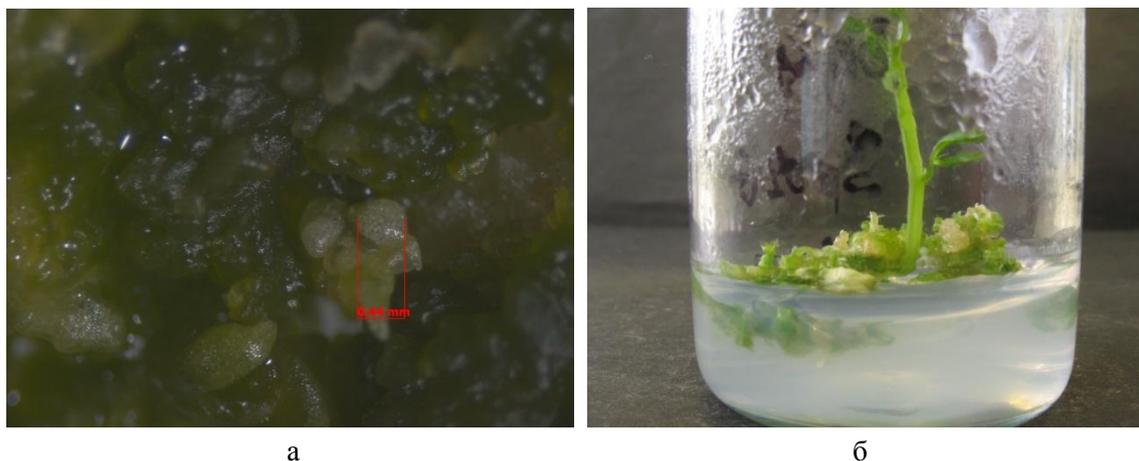


Рисунок 3. Регенерационный процесс в калусных тканях гороха: а) геммогенез в морфогенной калусной ткани гороха; б) регенерация побегов гороха.

Длительно культивируемые регенерирующие калусные ткани, полученные из зеленых нодулярных каллусов в вариантах стрессовых обработок: холод 3 суток, тепло +35°C 18 часов и холод 4 суток, тепло +35°C

18 часов (сорт Визир) наряду с геммогенезом характеризовались наличием гипертрофированных эмбриоподобных структур на разных стадиях развития (рисунок 4 а, б, в).

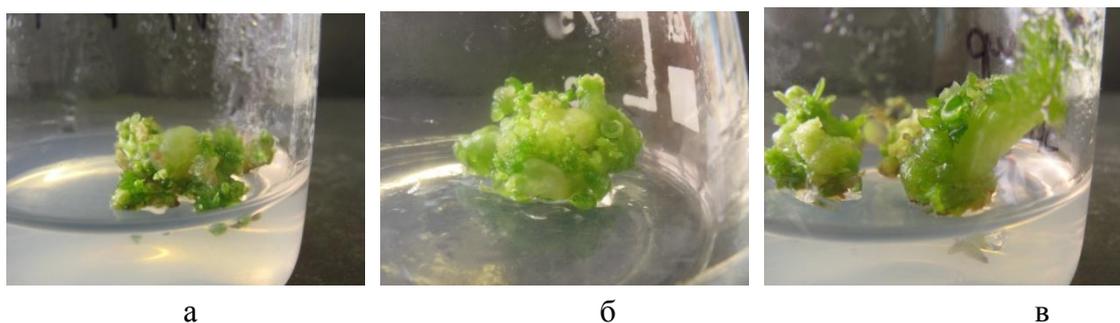


Рисунок 4. Гипертрофированные эмбриоиды в длительно культивируемой регенерирующей калусной ткани гороха на а) глобулярной, б) сердцевидной, в) торпедовидной стадиях развития.

Оценка происхождения растений-регенерантов культуры пыльников гороха

Оценку происхождения растений-регенерантов гороха проводили с использованием культуры пыльников гибридов гороха F₁ К-23-00 (ЛУ-203-94 × Tristar). Соматические клетки пыльников имели генотип *Detdet Fasfas* (*det* – детерминантный тип побега, *fas* – фасцированный побег). Растения с таким генотипом характеризовались нормальной формой стебля [25].

Практически все растения-регенеранты R₀ характеризовались нормальным стеблем

(рисунок 5а). В семьях регенерантов R₁ отмечалось расщепление по маркерным генам *Detdet Fasfas*, что указывало на гетерозиготность регенерантов R₀ и, следовательно, происхождение растений из соматических клеток пыльников.

В одной колбе с питательной средой растения-регенеранты гороха R₀ характеризовались фасцированным стеблем (рисунок 5. б). Растения имели постмейотический генотип микроспор *DetDet fasfas* и были гаплоидами.

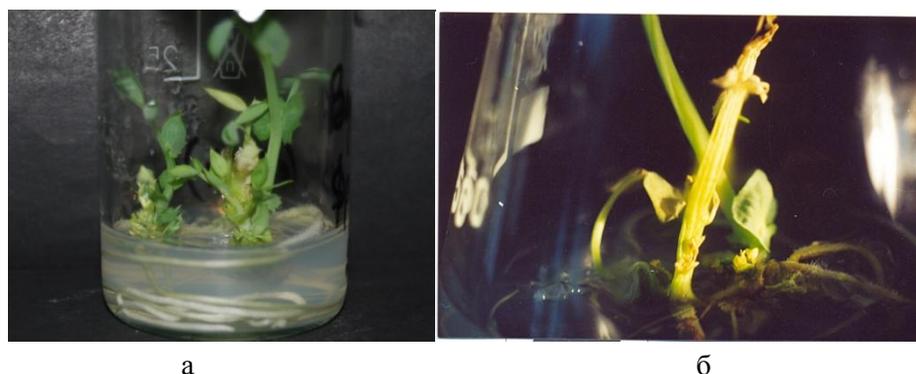


Рисунок 5. Регенеранты гороха с различным типом стебля: а) растение-регенерант R_0 *in vitro* с нормальным стеблем (генотип **Detdet Fasfas**); б) растения-регенеранты гороха R_0 *in vitro* с фасцированным стеблем (генотип **DetDet fasfas**).

Обсуждение

Горох (*Pisum sativum* L.) является видом, который трудно поддается усилиям по получению дигаплоидов. Число результативных исследований по гаплоидии у гороха ограничено. В одной из поздних публикаций представлены результаты изучения культуры изолированных микроспор гороха [18]. Получили микроккалусы, морфогенные и эмбриогенные каллусные ткани, ограниченное число гаплоидных растений-регенерантов. При этом регенеранты не выдерживали перевода в тепличную культуру.

По мнению А. Тураева (1997) стресс является важным сигналом, включающим механизм репрограммирования микроспор с гаметофитного на эмбриогенный путь развития [26]. В опытах Sergio Ochatt et al. (2009) установлено положительное влияние обработки бутонов гороха холодом (+4°C) в течение не менее 48 часов на увеличение числа микроккалусов в культуре изолированных микроспор [18]. В качестве стрессового воздействия на микроспоры наряду с холодом указанные авторы использовали осмотический шок и электропорацию.

В наших опытах использование обработки бутонов пониженной положительной температурой в течение 7-8 суток приводило к увеличению числа зеленых морфогенных каллусов и формированию полупрозрачных кал-

лусных тканей с вторичным формированием глобулярных эмбриоидов. В результате воздействия холодом в культуре изолированных пыльников гороха получены морфогенные каллусы и корнесобственные растения-регенеранты [27, 28, 29].

В опытах с культурой пыльников проса *Panicum miliaceum* L. наиболее эффективным оказался стресс высоких (32-33°C) температур. В вариантах с указанным типом стрессового воздействия отмечалось увеличение эффективности эмбриогенного каллусогенеза и регенерации растений [30]. **По закону гомологических рядов, доложенному Н.И. Вавиловым в 1920 году на третьем съезде селекционеров, следует ожидать сходство гомологии в эффектах генов теплового шока у представителей злаковых и бобовых культур. В связи с чем, стрессовая обработка высокими (32-38°C) температурами была применена к культуре изолированных пыльников гороха *in vitro*. Наилучший эффект получен при 35°C. После стрессового воздействия зеленые эмбриогенные каллусы были получены на агаризованных средах в присутствии 2,4-Д. После переноса этих каллусов на среды с БАП и НУК получены регенерирующие длительно культивируемые каллусные ткани. В этих тканях продолжительное время присутствовали гипертрофированные эмбриоподобные структуры на различных стадиях развития.**

Литература

1. Griga M., Tejklova E., Novak F.J., Kubalaková M. *In vitro* clonal propagation of *Pisum sativum* L. // Plant cell tissue organ culture. -1986. -V.6. -P.95-104.
2. Hussey G., Gann H.V. Plant production in pea (*Pisum sativum* L. cvs Puget and Upton) from long-term callus with superficial meristems // Plant Science Letters. -1984. -V.37. -P.143-148.
3. Kubalaková M., Tejklova E., Griga M. Some factors effecting root formation on *in vitro* regenerated pea shoots // Biologia plantarum (Praha). -1988. -V.30. -№3. -P.179-184.
4. Ochatt S.J., Mousset-Declas C., Rancillac M. Fertile pea plants regenerate from protoplasts when calluses have not undergone endoreduplication // Plant Science. -2000. -V.156. -P.177-183.
5. Griga M. Direct somatic embryogenesis from shoot apical meristems of pea, and thidiazuron-induced high conversion rate of somatic embryos // Biologia plantarum. -1998. -V.41. -№4. -P.481-495.
6. Kysely W., Myers J.R., Lazzeri P.A., Collins G.B., Jacobsen H.J. Plant regeneration via somatic embryogenesis in pea // Plant cell reports. -1987. -V.6. -P.305-308.
7. Lehminge-Mertens R., Jacobsen H.J. Plant regeneration from pea protoplast via somatic embryogenesis // Plant cell reports. -1989. -V.8. -P.379-382.
8. Stejskal J.H., Griga M. Somatic embryogenesis and plant regeneration in *Pisum sativum* L. // Biologia plantarum. -1992. -V.34. -P.15-22.
9. Tetu T., Sangwan R.S., Sangwan-Noreel Direct somatic embryogenesis and organogenesis in cultured immature zygotic embryos of *Pisum sativum* L. // Journal of plant physiology. -1990. -V.137. -P.102-109.
10. Griga M. Morphology and anatomy of *Pisum sativum* somatic embryos // Biologia plantarum. -2002. -V.45. -№2. -P.173-182.
11. Lazzeri P.A., Hildebrand D.F., Collins D.B. Soybean somatic embryogenesis: effect of nutritional and chemical factors // Plant cell tissue organ culture. -1987. -V.10. -P.209-220.
12. Ochatt S.J., Delaitre C., Lionneton E., Hughette O., Patat-Ochatt E.M., Kahane R. One team, PCMV and one approach, *in vitro* biotechnology, for one aim, the breeding of quality plants with a wide array of species // Crops: growth, quality and biotechnology". Ramdane Dris PhD. (ed.). -2005. -P.1038-1067.
13. Gupta S. Morphogenetic response of haploid callus tissue of *Pisum sativum* (var. B22) // Indian Agriculturalist. -1975. -V.19. -№4. -P.11-21.
14. Gupta S., Ghosal K.K., Gadgil V.N. Haploid tissue culture of *Triticum aestivum* var. Sonalina and *Pisum sativum* var. B22 // Indian Agriculturalist. -1972. -V.16. -№3. -P.277. -278.
15. Gosal S.S., Bajaj Y.P.S. Pollen embryogenesis and chromosomal variation in anther culture of three food legumes – *Cicer arietinum*, *Pisum sativum* and *Vigna mungo* // SABRAO J. -1988. -V.20. -P.51-58.
16. Sidhu R., Davies P. Pea anther culture: Callus initiation and production of haploid plants // Proceedings of the Australian Branch of the IAPT&B, Perth, Western Australia, 21-24th September, 2005. -P.180-186.
17. Croser J., Lulsdorf M., Davies P., Clarke H., Wilson J., Sidhu P., Grewal R., Allen K., Dament T., Warketin T., Vandenberg A., Siddique K. Haploid embryogenesis from chickpea and field pea – progress towards a routine protocol // Proceedings of the Australian Branch of the IAPT&B, Perth, Western Australia, 21-24th September, 2005. -P.71-82.
18. Ochatt S., Pech C., Grewal R., Coreux C., Lulsdorf M., Jacas L. Abiotic stress enhances androgenesis from isolated microspores of some legume species (*Fabaceae*) // Journal of plant physiology. -2009. Doi: 10.1016/j.jplph.2009.01.011
19. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures // Physiology of plant. -1962. -V. 15. -№13. -P. 473-497.
20. Griga M., Tejklova E., Novak F.J., Kubalaková M. *In vitro* clonal propagation of *Pisum sativum* L. // Plant cell tissue organ culture. -1986. -V.6. -P.95-104.
21. Telmer C.A., Simmonds D.H., Newcomb W. Determination of development stage to obtain high frequencies of embryogenic microspores in *Brassica napus* // Physiologia plantarum. -1992. -V.84. -P.417-424.
22. Бобков С.В. Использование улучшенных вариантов среды N₆ в культуре пыльников гороха // Аграрная наука. -2005. -№8. -С. 23-25.
23. Бобков С.В., Уваров В.Н. Каллусогенез и регенерация растений в культуре пыльников гороха // Достижения науки и техники АПК. -2004. -№2. -С.2-3.
24. Уваров В.Н. Люпиноид – новый тип детерминантности у гороха // Селекция и семеноводство. -1993. -№5-6. -С.15-20.
25. Бобков С.В. Культуры изолированных пыльников и микроспор гороха *Pisum sativum* L. Isolated microspores and anthers cultures of pea *Pisum sativum* L. // Материалы IX Международной конференции “Биология клеток растений *in vitro* и биотехнология”. Звенигород, Россия, 8-12 сентября 2008. -С.48-49.
26. Бобков С.В. Культура изолированных пыльников гороха // Доклады РАСХН. -2010. -№6. -С.19-21.
27. Бобков С.В. Культура *in vitro* изолированных пыльников и микроспор гороха (методические рекомендации). - Орел, 2011.
28. Бобков С.В. Влияние стресса на эффективность эмбриогенного каллусогенеза и регенерации

растений в культуре пыльников проса // Доклады РАСХН. -2007. -№1. -С.13-14.

EMBRIODS AND REGENERATED PLANTS IN CULTURE OF PEA ISOLATED ANTERS (*PISUM SATIVUM* L.)

S.V. BOBKOV, Dr. Sci. Agric.

The All-Russia Research Institute of Legumes and Groat Crops, Orel, Russia

Culture of the isolated anthers of pea was studied. Stress treatments of buds with cold (+4°C) and cultures of anthers with heat (+32°C, +35°C) were used. Nodular green calli and embryos at various stages of development were obtained. Regeneration process was initiated and regenerated plants with roots were produced. With use of morphological markers origin of several regenerated plants from microspores was confirmed.

Key words: Peas, anther, microspore, stress, callus, embryoid, regenerated plant, haploid

УДК 633.31/37:581.5

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ОДНОЛЕТНИХ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ СМЕСЕЙ НА ЗАГРЯЗНЁННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ ТЕРРИТОРИЯХ

Г.В. СЕДУКОВА, кандидат с.х. наук,

С.А. ДЕМИДОВИЧ,

Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие

«Институт радиологии», г. Гомель, Беларусь

В настоящее время ведение сельскохозяйственного производства должно быть не только экономически выгодным, но и обеспечивать рациональное использование природных ресурсов, охрану окружающей среды и безопасность жизнедеятельности. Рост цен на энергоносители, минеральные удобрения и средства защиты растений ведет к необходимости поиска менее затратных путей увеличения производства высококачественной растениеводческой продукции.

Перспективной технологией, использующей природные достоинства многовидовых сообществ, является возделывание смешанных бобово-злаковых агрофитоценозов. Насыщение посевов видами со способностью к симбиотической фиксации снижает остроту проблемы кормового белка без увеличения применения азотных удобрений.

Сотрудниками Института радиологии на протяжении 2008-2010 гг. проводились исследования по определению параметров перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в продукцию смешанных горохо- и

люпино-злаковых посевов, возделываемых на дерново-подзолистой супесчаной почве в почвенно-климатических условиях Гомельской области.

Оценка продуктивности исследуемых смесей показала, что для гарантированного получения высоких урожаев зерна и зелёной массы предпочтение следует отдавать бобово-овсяным и бобово-просьяным агрофитоценозам (таблица 1). Можно использовать в качестве злакового компонента также яровое тритикале и ячмень. Однако урожаи смесей с участием данных культур в течение разных вегетационных периодов не стабильны. Так, урожай зерна тритикале в условиях засушливого года снижается до 3 раз.

Оптимальным количественным соотношением компонентов, обеспечивающим наибольший сбор зелёной массы, кормовых единиц и переваримого протеина с 1 га посевов для люпино-злаковых смесей является вариант, где культуры высеваются в соотношении 75 % бобового и 25 % злакового компонента. Горо-