

У.Д.К.:631.523 (478)

## РОЛЬ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАЗРАБОТКЕ СОВРЕМЕННЫХ НАПРАВЛЕНИЙ В ОБЛАСТИ СЕЛЕКЦИИ И ГЕНЕТИКИ РАСТЕНИЙ

*ГАЛИНА КОМАРОВА*

*Государственный аграрный университет Молдовы*

**Abstract.** This article is presented the review of the specific scientific directions developed in Republic of Moldova for the period 1969 – 2010 years in genetics, breeding and biotechnology agricultural crops on the basis of the plant physiology and biochemistry key positions.

**Key words:** Biochemistry, Cell Culture, DNA-marker, Genetics, Maize, Plant Physiology, Somaclonal, Variability.

Середина двадцатого столетия для молдавской аграрной науки и для её научного центра Кишиневского сельскохозяйственного института во многом определялась расширением и углублением большого спектра научных интересов в области генетики сельскохозяйственных культур – науки, достижения которой определили успехи современной селекции, практики сельскохозяйственного производства (Коварский, 1956, Pali, 1998). В то же время, уже к началу 60-х годов XX-го столетия многие ученые-аграрии начали осознавать, что широкое внедрение в селекционную практику тех или иных генетических явлений ушло далеко вперед от их теоретической разработки и осмысления. Возникшее противоречие, в значительной степени, тормозило полное использование отдельных явлений и методов, а также накладывало отпечаток эмпиризма при их применении в селекции (Пашкар, 1970). В этой связи особую актуальность приобрели идеи классической фитофизиологии и биохимии, позволяющие рассматривать растение, как живую функционирующую систему во всем многообразии ее взаимодействия с окружающей средой (Дорохов, 1962). Об эффективном использовании этих идей свидетельствуют разработки ряда специфических научных направлений в области селекции и генетики ведущих полевых культур Молдовы, берущих свое начало с 60-х годов и набирающих новый, нарастающий темп своего развития в последние десятилетия.

Настоящая работа посвящена рассмотрению результатов, полученных за период 1969-2010 г.г. по этим направлениям.

Наиболее успешным объектом для этих исследований послужила генетическая коллекция одной из ведущих культур мирового земледелия – кукурузы.

Методологической основой разработок указанных специфических направлений по селекционно-генетическим исследованиям кукурузы явились ключевые положения физиологии и биохимии растений, в соответствии с которыми в представленной работе проведен анализ и обобщение накопленных экспериментальных данных.

*I. Физиолого-биохимические закономерности формирования, созревания, покоя и прорастания семени* определили одну из методологических основ разработки:

- модельных систем биохимического контроля качества зерна кукурузы с генами структуры эндосперма (*o2*, *fl2*, *o2M*, *su2*, *ix*) для создания высоколизиновых, высокобелковых, высококаротеновых, сахарных, рисовых, восковидных гибридов кукурузы (Rotari ș.a., 2002; Пашкаръ и др., 1976; Mihalachi et al., 2011; Palii ș.a., 2011; Палий, 1989; Ротарь, 1993; Цыганаш, 2001);

- энергосберегающей технологии заготовки и хранения влажного зерна и початков высоколизиновой кукурузы (Бабайцев и др., 1990).

*II. Биохимические основы процессов биосинтеза и превращения веществ вторичного происхождения* вегетативной массы силосной кукурузы послужили определяющим методологическим инструментом для использования специфики мутационной изменчивости *Zea mays* с генами коричневой жилки листа (*brown midrib*), а также их двойных рецессивов (*bm1o2*, *bm3o2*), с целью улучшения качества кормов жвачных животных и создания низколигниновых гибридов кукурузы силосного направления (Комарова, 1998; Комарова, Ротарь, 1989; Комарова и др., 1989).

*III. Физиологические основы устойчивости растений* явились определяющим фактором по разработке системы физиолого-биохимических тестов контроля устойчивости линий и гибридов кукурузы к неблагоприятным факторам внешней среды в процессе формирования урожая. К настоящему времени с полным правом можно говорить о том, что в условиях Молдовы функционирует физиологическая служба для реализации двух селекционных программ:

1) по созданию гибридов кукурузы устойчивых к засухе, - на основе использования физиологических методов, оценивающих водный режим листьев кукурузы по водоудерживающей способности, электрическому сопротивлению тканей листа и коэффициенту стабильности толщины листа (Штефырцэ и др. 1986; Комарова и др., 1990);

2) по созданию холодостойких гибридов кукурузы - на основе использования комплекса лабораторных тестов и биохимических критериев количественной оценки чувствительности к холоду испытуемых генотипов (Ротарь, Комарова, 1992).

*IV. Физиолого-биохимические основы роста и развития растений* определили специфику серии экспериментальных разработок на спонтанных мутантах кукурузы, как моделей для выявления взаимосвязи между генетической и гормональной регуляцией растительного организма (Комарова, 1984):

1) на хлорофильных мутантах кукурузы с геном *yellow stripe* (*ys1*) продемонстрирована модификация фотосинтетического комплекса листа в зависимости от способа обработки их корневой системы. Установлено, что обработка кинетином растений рецессивных гомозигот *ys1* (продольная жёлтая полосатость листа) после 10-го дня прорастания существенно снимает тормозящий эффект действия гена *ys1* на содержание фотосинтетических пигментов лишь при удалении корневой системы. Соответственно, хлоро-

фильная мутация кукурузы с геном *us1* была рекомендована в качестве модели по изучению регуляции эндогенными цитокининами биогенеза хлоропластов - для понимания сопряженности ответов ядерного генома и генома хлоропластов при поступлении в клетку цитокинина (Комарова и др., 1985);

2) на короткостебельных мутантах кукурузы с геном *brachytic (br2)*, повышающих устойчивость к полеганию, были получены, на основе трехфакторного дисперсионного анализа, экспериментальные доказательства нормализации роста растений рецессивных гомозигот *br2* при обработке гибберелловой кислотой. Соответственно, короткостебельные изогенные линии кукурузы с геном *br2* были рекомендованы как модельный материал, контрастный по содержанию гиббереллинов (ГБ), для изучения роли эндогенных ГБ в регуляции устойчивости к полеганию (Комарова и др., 1983);

3) на мутантах кукурузы с геном неограниченного вегетативного роста (*indeterminate growth - id*), блокирующих цветение у кукурузы в условиях длинного дня, на основе многофакториального дисперсионного анализа, был представлен широкий спектр модификаций по содержанию промежуточных и конечных метаболитов, сопряжено коррелирующих с состоянием гормонального комплекса растительной ткани. Выявлены изменения по уровню активности гиббереллиноподобных веществ в зависимости от генотипа, онтогенетической стадии развития, длины светового дня, фактора азотного питания. Соответственно, мутация с геном *id* была рекомендована в качестве модели по изучению роли эндогенных фитогормонов в регуляции цветения у кукурузы (Комарова и др., 1986; Анцибор, Комарова, 1986; Анцибор и др., 1986);

4) на мутантах кукурузы с генами, контролирующими половые признаки (гены озерненной метелки - *tassel seed [ts]* и гены развития мужского соцветия вместо початка - *teosinte branched [tb]*) в результате изучения особенностей азотного метаболизма в онтогенезе были выявлены чувствительные биохимические мишени в составе свободных аминокислот: лизин, лейцин и, особенно, пролин - по их участию в синтезе белка, а также специфики их транспортировки к вегетативным и генеративным органам кукурузного растения. Указанные мутации *ts* и *tb* были рекомендованы как модели для проверки эффективности использования химических регуляторов стерильности у кукурузы (Комарова и др., 1984).

Изложенная серия экспериментов показала возможность диалога с генетическим аппаратом растения на языке физиолого-биохимических экспериментов, и заставила осознать необходимость использования таких современных методов физиологии и биохимии растений, как метод культуры изолированных клеток, тканей и органов в условиях *in vitro*, а также методы электрофореза в селекционно-генетических исследованиях.

В этом аспекте за последние десятилетия на кафедре селекции, генетики и биотехнологии с.-х. культур ГУАМ проводятся достаточно интенсивные биотехнологические разработки в нескольких направлениях:

1) изучение роли эндогенных метаболитов в процессе регуляции

морфогенеза *in vitro* ценных генотипов кукурузы;

2) исследование потенциальных возможностей технологий оздоровления посадочного материала различных хозяйственно-ценных растений через культуру меристем и эффективности их микрклонального размножения в культуре *in vitro*;

3) получение новых генетических форм кукурузы для селекционного процесса на базе феномена соматклональной изменчивости;

4) маркирование растительного генома на уровне белковых молекул;

5) изучение эффекта гетерозиса на различных уровнях биологической организации генома кукурузы.

В соответствии с *первым направлением* впервые экспериментально проверена гипотеза о влиянии эндогенных аминокислот незрелых зародышей на специфику проявления морфогенеза эмбриокультуры кукурузы на основе использования генетических моделей - моногенных мутаций кукурузы с генами структуры эндосперма (Сомаров *et al.*, 1998). Выявлены значимые корреляционные зависимости между содержанием шести свободных аминокислот (изолейцина, метионина, треонина, пролина, аспарагиновой кислоты, лизина) и двумя показателями начальных этапов морфогенетической реакции незрелых гибридных зародышей кукурузы (индукции каллусообразования и накоплении массы каллуса) в условиях культуры *in vitro* (Palii *et al.*, 2001). Путём использования культуры незрелых гибридных зародышей показана стимулирующая роль дисбаланса свободных аминокислот для морфогенеза эмбриокультуры мутантов кукурузы с генами структуры эндосперма, обуславливающих белковый (ген *opaque-2*) и углеводный (гены *sugary-2* и *waxy*) метаболизм растительного организма. Причем, положительная регуляторная роль свободных аминокислот усиливается для эмбриокультуры мутантов с генами *sugary-2 (su2)* и *waxy (wx)*, изменяющих углеводный комплекс зерновки кукурузы (Zgardan *et al.*, 2002). Анализ полученных результатов позволил констатировать, что «генетическая память» незрелых зародышей кукурузы по реакции на эндогенную метаболическую среду вычлененного незрелого эндосперма на первых этапах морфогенеза *in vitro* реализуется на питательной среде без добавления экзогенных аминокислот (Сомаров, 2002).

По *второму направлению* исследований получены экспериментальные доказательства значимости физиологии растений как теоретической основы методологии клеточной инженерии. В сотрудничестве с Институтом растениеводства «Порумбень» на примере сорта *Sprinter* продемонстрирована эффективность технологии по оздоровлению и микрклональному размножению семенного картофеля. Сочетание в этой технологии таких лабораторных приёмов как: термотерапия, культура апикальных меристем, иммуноферментный экспресс-метод ELISA-тест, - позволило достичь оздоровления посадочного материала сорта *Sprinter* до 75% - 90%. Было рекомендовано включить в технологический цикл оздоровления и микрклонального размножения семенного картофеля сорта, которые характеризуются высокой частотой регенерации в культуре апикальных меристем, являются высокопро-

дуктивными, улучшенного качества, адаптивными к местным климатическим условиям, но, в то же время, нуждающиеся в оздоровлении: сорта *Sprinter*, *Kondor*, *Asterix* (Rotari ș.a., 2002).

Проведен также сравнительный анализ традиционных (*in vivo*) и нетрадиционных (*in vitro*) методов размножения *Stevia rebaudiana Bertoni* в условиях Республики Молдова. Сделано заключение о значительном превосходстве метода микроразмножения стевии *in vitro* через микрочеренкование дополнительных побегов (42% пересаженных растений в теплице от исходного подготовленного материала) в сравнении с методом вегетативного размножения стевии *in vivo* путем черенкования корнеотпрысков (7% пересаженных растений в теплице от исходного подготовленного материала).

На основе сопоставления указанных методов размножения стевии *in vivo* и *in vitro*, была экспериментально обоснована рекомендация расширения генотипического разнообразия *Stevia rebaudiana Bertoni* не только за счет семян стевии, отличающихся гетерозиготностью, но и за счет получения соматоклональных форм - из первичного каллуса в культуре *in vitro* (Ротарь и др., 2008).

В основу разработки *третьего направления* биотехнологических исследований, было положено явление соматоклональной изменчивости у кукурузы, возникающее за счёт значительной генетической неоднородности культивируемых на искусственных питательных средах дедифференцированных растительных клетках.

Из незрелых зародышей семян 2-х линий кукурузы (Poly 17 и BC27D4) отличающихся высокой комбинационной способностью и являющихся родительскими формами ряда районированных и перспективных гибридов, были индуцированы каллусные культуры. Полученные из них растения-регенеранты были высажены в грунт, самоопылены.

В результате изучения 20 соматоклональных вариантов кукурузы шести поколений выявлены отличительные характеристики:

- на уровне молекулярного маркирования (Comarova ș.a., 1996; Комарова и др., 2005);
- по биохимическим показателям питательной ценности и урожаю зерна (Rotari ș.a., 1998);
- по физиологической оценке потенциала засухоустойчивости (Клименко и др., 1998);
- по элементам структуры урожая, параметрам морфогенеза *in vitro* и ряда морфобиологических показателей вегетативной массы.

С целью доказательства целесообразности использования созданных соматоклонов в селекции кукурузы, была выбрана традиционная схема селекции: перевод изучаемых соматоклональных вариантов в гомозиготное состояние (включая 8-ое поколение от самоопыления), установление генетической дистанции между новой гомозиготной формой и линией-оригиналом, из которой получены указанные соматоклоны, а также их тестирование на общую комбинационную способность. Двухлетнее испытание топкроссов соматоклональных вариантов кукурузы по показателям продуктивности позволило выделить два соматоклона -

C57 и C4 – характеризующихся наиболее высокой общей комбинационной способностью. Значительный интерес селекционеров по комплексу изученных показателей вызвал соматклональный вариант C57, который был передан в коллекцию исходного материала кукурузы дочерней фирме транснациональной компании «AVENTIS» (MTI). ДНК-маркирование группы соматклонов линии BC27D4 позволило подтвердить оригинальность соматклона C.57, что, в свою очередь, явилось дополнительным аргументом, уже на молекулярном уровне, правильности передачи линии C.57 в фирму MTI для использования в качестве исходного материала для селекции кукурузы (Комарова, Ротарь, Клименко, 2002; Комарова, Ротарь, Крайнов и др., 2002; Комарова и др., 2005).

В соответствии с *четвертым направлением* - маркированием растительного генома на уровне белковых молекул - следует отметить, что, наряду с использованием метода электрофореза белков для изучения физиологических процессов в растении, этот метод получил наиболее широкое распространение в селекции и семеноводстве растений.

Так, на кукурузе в Республике Молдове с 1988 года, селекционно-генетический подход к изучению полиморфизма запасных белков у кукурузы позволил внедрить в практику и рекомендовать метод электрофореза зеина (Комарова, 1998): для идентификации и правовой защиты генотипов кукурузы; для сокращения сроков гибридологического анализа; для сравнительного изучения экспрессии генов структуры эндосперма на молекулярном уровне; для массового скрининга изучаемых генотипов кукурузы вплоть до отбора по белковым маркерам ценных для селекционного процесса новых форм; для идентификации типичности и однородности линейного материала; для оценки подлинности гибридных комбинаций кукурузы первого поколения в год их уборки; для ускорения сроков контроля качества заводских партий семян кукурузы; для увеличения точности оценки уровня гибридности семян кукурузы.

В плане методических доработок для электрофоретического изучения линий и гибридов кукурузы молдавской селекции были расширены и систематизированы следующие технологические возможности:

а) документация и обработка электрофореграмм белковых профилей исходных родительских форм создаваемых гибридных комбинации молдавской селекции - с помощью лазерного денситометра (модель SL-2D/1D UV/VIS - U.S.A.) и расчётных формул;

б) составление банка данных о белковых профилях исходных родительских форм, прогнозирования и идентификации полипептидных субъединиц зеина как маркеров гибридности – с помощью компьютерного моделирования по программе "FOREZ" (Комарова и др., 2003).

Совокупность указанных методических манипуляций позволила разработать и издать в содружестве с Институтом растениеводства «Порумбень» Национальный стандарт Республики Молдова (SM 223 - 2003) (Rotari ș.a., 2003). Именно этот стандарт дает юридическое право проведения и выдачи сертификатов по оценке уровня гибридности всех партий семян гибридной кукурузы, экспортируемой за рубеж (Ротарь и др., 2004).

*Пятое научное направление*, разрабатываемое на кафедре селекции, генетики и биотехнологии сельскохозяйственных культур совместно с Центром биоинженерии (г. Москва, Россия) и Институтом растениеводства (Республика Молдова), наиболее ярко отражает современную тенденцию объединения в единое целое физиологии, биохимии, молекулярной биологии, генетики и селекции растений. Изучение специфики эффекта гетерозиса осуществляется на репродуктивном, соматическом, адаптивном и молекулярном уровне, т.е. на различных уровнях биологической организации генома кукурузы – одной из наиболее широко используемых моделей в гетерозисной селекции.

Для всех изученных простых гибридов кукурузы выявлен широкий диапазон проявления эффекта гетерозиса: ярко выраженный *репродуктивный гетерозис*; тенденция аналогичной направленности экспрессии *вегетативного гетерозиса*; отсутствие для большинства изученных гибридов положительного *адаптивного гетерозисного эффекта* по физиологическим параметрам водного режима; генотипическая специфика проявления гетерозиса на молекулярном уровне в зависимости от используемой технологии Полимеразной Цепной Реакции – ПЦР (Comarova et al., 2010).

Показана определяющая роль используемого праймера при амплификации ДНК по каждой из использованных технологий ПЦР (RAPD и ISSR) для изучения степени проявления эффекта гетерозиса. Так, установлены существенные корреляционные зависимости между факториальными признаками молекулярного уровня (гетерозис  $H_{ip}$  по праймеру D97; гетерозис  $H_{real}$  - по праймеру D123) и результативными признаками репродуктивного уровня (гетерозис  $H_{ip}$  по урожаю зерна) и соматического уровня (гетерозис  $H_{real}$  по высоте растения), указывающие на реальную возможность поиска и выявления с последующей стандартизацией специфических праймеров (по соответствующей технологии ПЦР) для прогнозирования эффекта гетерозиса по урожайности зерна и вегетативной массе кукурузы, а, следовательно, и других сельскохозяйственных культур (Palii *et al.*, 2011).

Впервые, в физиологическом аспекте, в полевых условиях с контрастным температурным режимом (засуха/норма), изучена степень проявления гетерозиса по трем показателям водного режима листа у кукурузы. Экспериментально показано, что проведение физиологической диагностики водного режима листового аппарата кукурузы (водоудерживающей способности, электрического сопротивления тканей листа и коэффициента стабильности толщины листа), в сочетании с интерпретацией проявления эффекта гетерозиса по этим параметрам является достаточно чувствительной методологией для выявления не только контрастных, но и толерантных к засухе гибридных форм кукурузы. По комплексной оценке всех трех изученных параметров водного режима листа районированный гибрид Porumbeni 359 AMRf и его родительская гибридная комбинация Flavia M рекомендованы как генотипы, обладающие высокой толерантностью к засухе (Mihalachi et al., 2011).

Таким образом, проведенный анализ специфических направлений в области селекции и генетики кукурузы позволяет констатировать достаточно

результативный эффект их экспериментальных разработок в Республике Молдова, базирующихся на ключевых положениях физиологии и биохимии растений: физиологии семени; метаболизме вторичных соединений растительной клетки; физиологии устойчивости растений, взаимосвязи между генетической и гормональной регуляцией растительного организма, а также современных методах биотехнологии, берущих своё начало из методологии физиолого-биохимических исследований.

\* \* \*

*Выражаю глубокую признательность и благодарность научному руководителю, член-корреспонденту АНМ, профессору А. Палий; коллегам по комплексной работе: доктору хабилитат биологических наук А. Ротарь, доктору хабилитат сельскохозяйственных наук В. Цыганаш, доктору биологических наук Д. Дорохову (Россия), доктору сельскохозяйственных наук Г. Караиванову, доктору биологических наук И. Анцибору, доктору сельскохозяйственных наук Л. Кисничан, доктору биологических наук Д. Згардан, а также А. Адамчуку, Н. Клименко, А. Михалаки и О. Ожога.*

#### **БИБЛИОГРАФИЯ**

1. Comarov G. Realizările cercetărilor științifice în domeniul biotehnologiilor vegetale la Universitatea Agrară de Stat din Moldova. În: Inginerie genetică și biotehnologii moderne. Chișinău: Centrul Ed. al UASM, 2002, p. 151-155.
2. Comarova G., Anțibor I., Rotari A. et al. Cercetări electroforetice ale proteinelor zeinice în procesul variabilității somaclonale la porumb În: Cercetări de Genetică Vegetală și Animală, vol. IV, S.C.Agris. S.A. Fundulea. România, 1996, p.85-93.
3. Comarova G., Dorokhov D., Mihalachi A. et al. Comparative study of heterosis manifestation at the reproductive, somatic, adaptive and molecular levels of the simple maize hybrids. Congresul al IX-lea Național cu participare internațională al Geneticienilor și Amelioratorilor. Chișinău, 2010, p. 96.
4. Comarov G., Rotari A., Palii A. et al. Studiarea posibilității metabolitelor endogeni asupra reacției morfogenetice a mutațiilor de porumb în embriocultură. În: Cercetări de Genetică Vegetală și Animală, vol.V. S.C.Agris. Red.Rev.Agric. S.A. Fundulea-România, 1998, p. 159-169.
5. Mihalachi A., Rotari A., Palii A. et al. Study of physiological reactions particularizes of leaf apparatus of maize hybrids and its parental forms in drought conditions. In: Scientific Papers. Series A, vol. LIV, UASVM Bucharest. 2011, ISSN 1222-5339 (în tipar).
6. Palii A. Genetica. Chișinău: Ediția MUSEUM, 1998, 352 p.
7. Palii A., Comarov G., Dorokhov D. et al. Particularitățile manifestării heterozisului la diferite niveluri de organizație biologică a genomului hibrizilor simpli de porumb. В: Мат. конф. посвящ. 110-летию со дня рождения проф. Л.М. Дорохова, 2011.
8. Palii A., Rotari A., Zgardan D. et al. Expresia genelor structurii endospermului la nivelul metabolitelor endogeni ai embrionilor imaturi de porumb inoculați ulterior în cultura "in vitro". În: Lucrări științifice UASM, vol. 9. Chișinău, 2001, p. 78-82.
9. Rotari A., Anțibor I., Ojoga O. et al. Studiarea soiurilor de cartofi, cultivați în Moldova cu scopul însănătoșirii lor după metoda meristemei apicale. În: Bul. AȘ a Moldovei, Științe biol., chim. și agricole. 2002, vol. 288, nr. 3, p. 204-209.
10. Rotari A., Comarov G., Guțanu Gh. Standard Moldovean (SM 233 : 2003). Semințe de porumb. Determinarea purității biologice a liniilor consangvinizate și a gradului de



- гибридация на семенах гибридов пшеницы первого поколения методом электрофореза белков. Департамент "Молдова-Стандарт", 2003, 72 стр.
11. Rotari A., Comarov G., Palii A. ș.a. Variabilitatea somaclonală la porumb. În: Rezum. lucr. celui de-al XV-lea Simpozion Național de Genetică Vegetală și Animală. București, 1998, p. 14.
  12. Zgardan D., Rotari A., Palii A. et al. Rolul aminoacizilor endogeni în expresia genelor structurii endospermului opaque-2 (o2), sugary-2 (su2) și waxy (wx) la etapele inițiale ale morfogenezei embrionilor imaturi de porumb în cultura "in vitro". În: Mater. of the 27<sup>th</sup> annual ARA Congress. Oradea, Romania, 2002, p. 346-349.
  13. Анцибор И.А., Комарова Г.Е. Активность гиббереллиноподобных веществ у мутантов кукурузы с неограниченным вегетативным ростом. В: Физиолого-биохимические основы повышения продуктивности и устойчивости растений. Кишинев: Штиинца, 1986, с. 260.
  14. Анцибор И.А., Комарова Г.Е., Ротарь А.И. Физиолого-биохимические особенности линий и гибридов кукурузы с геном неограниченного вегетативного роста. Рукопись депонирована во ВИНТИ, №8706-В86. Москва, 1986, 23 с.
  15. Бабайцев Н.Ф., Ротарь А.И., Карайванов Г.П. Высоколизиновая кукуруза: заготовка и использование. В: Кукуруза и сорго. 1990, №4, с.23-25.
  16. Боровский М.И., Ротарь А.И., Карайванов Г.П. и др. Повышение содержания белка и улучшение его качества в зерне кукурузы. В: Селекция, генетика и технология возделывания кукурузы в Молдавии. Кишинев, 1980, с. 86-94.
  17. Дорохов Л.М. Жизнь сельскохозяйственных растений. Кишинев: Штиинца, 1962, 279с.
  18. Карайванов Г.П., Комарова Г.Е., Ротарь А.И. Возможности селекции зерновой кукурузы по улучшенному составу изопреноидных соединений. В: Бюл. КОЦ-2 по кукурузе. 1986, №5, с. 51-62.
  19. Клименко Н.В., Комарова Г.Е., Ротарь А.И. и др. Изучение потенциала засухоустойчивости у соматоклональных вариантов кукурузы. В: Новые методы и созд. адаптивных сортов с.-х. культур: результаты и перспективы. Киров, 1998, с. 59-60.
  20. Коварский А.Е. Новое в селекции и гибридизации кукурузы (По данным работ экспериментально-селекционной станции КСХИ за 1949-1955 гг). Кишинев, 1956, 16 с.
  21. Коварский А.Е., Чалык Т.С., Пашкаръ С.И. и др. Селекционные и биохимические пути создания высоколизиновой кукурузы в условиях Молдавии. В: Сельское хозяйство Молдавии. 1969, №11, с.33-35.
  22. Комарова Г.Е. Спонтанные мутанты кукурузы как объект для изучения взаимосвязей между генетической и гормональной регуляцией физиологических процессов. В: Тез. Всес. совещ. по физиологии кукурузы. Днепропетровск: ВНИИК, 1984, с. 84-85.
  23. Комарова Г.Е. Полиморфизм белков в селекционно-генетических исследованиях кукурузы. În: Lucrări științifice UASM, vol. 6, Chișinău, 1998, p. 14-22.
  24. Комарова Г.Е., Анцибор И.А., Ротарь А.И. Специфика проявления плейотропного эффекта мутации неограниченного вегетативного роста кукурузы в зависимости от длины светового дня. Рукопись депонирована в ВИНТИ, №8707-В86. Москва, 1986, 12с.
  25. Комарова Г.Е., Гынкул Т.Н., Рошка Л.В. Биохимический эффект генов пола *ts2* и *tb* у кукурузы. В: Материалы IV Всесоюзн. научно-практич. конф. молодых

- ученых и специалистов. Днепропетровск: ВНИИК, 1984, с. 99-100.
26. Комарова Г.И., Дорохов Д., Ротарь А. др. Сравнительное исследование генома соматоклональных линий кукурузы с использованием различных типов молекулярных маркеров. În: *Lucrări științifice UASM*, vol. 13, Chișinău, 2005, p. 66-69.
  27. Комарова Г., Ротарь А., Адамчук А. Возможности компьютерного моделирования для паспортизации гибридов кукурузы методом электрофореза. *Simpoz. Științific Internaț. "70 ani ai Universității Agrare de Stat din Moldova"*. Chișinău, 2003, p. 38-40.
  28. Комарова Г.Е., Ротарь А., Карайванов Г. др. Изучение соматоклональных вариантов кукурузы для их использования в селекционном процессе. În: *Bul. AȘM, științe biol., chim. și agricole*. 2002, vol. 288, Nr.3, p. 144-148.
  29. Комарова Г.Е., Мику В.Е., Гынкул Т.Н. О возможности влияния кининов на регуляцию действия генов *us*, затрагивающих функцию фотосинтетического аппарата кукурузы. В: *Известия АН МССР, серия биол. и хим. наук*. 1985, № 3, с.20-24.
  30. Комарова Г.Е., Ротарь А.И. Подобрыване качеството на биомасата - резерв за ефективно използване на фуражата царевица в Молдавия. Първа научн. конф. по дъпобочино оползотворяване на царевицата. Кс.нежа (Болгария). 1989, с. 100-111.
  31. Комарова Г.Е., Ротарь А.И., Бахчиванжи М.А. Влияние сроков уборки на химический состав и питательную ценность гибридов кукурузы. В: *Технология возделывания и урожай кукурузы и сорго*. Кишинев: Штиинца, 1989, с. 126-135.
  31. Комарова Г.Е., Ротарь А.И., Клименко Н.В. Изучение соматоклональной изменчивости в потомстве растений-регенерантов кукурузы. *Mater. Congr. II. Societatea de Fiziologie și Biochimie Vegetală din R. Moldova. Fiziologia și Biochimia Plantelor la inceput de Mileniu: Realizări și perspective*. Chișinău, 2002, p.281-284.
  32. Комарова Г.Е., Ротарь А.И., Руденко В.Л. Возможности диагностики засухоустойчивости кукурузы по показателям водного режима листа. В: *Инф. бюлл. по кукурузе КОЦ-2*, № 8, НИИСХ Венгерской АН Мартонвашар. 1990, с. 39-48.
  33. Комарова Г.Е., Солоненко Т.А., Ротарь А.И. Ответная реакция короткостебельных мутантов кукурузы на обработку гибберелловой кислотой. В: *Известия АН МССР, серия биол. и хим. наук*. 1983, № 5, с. 67-68.
  35. Палий А.Ф. Генетические аспекты улучшения качества зерна кукурузы. Кишинев: Штиинца, 1989, 175 с.
  36. Пашкарь С.И. Физиологически активные соединения в селекционно-генетических процессах. Кишинев: РИО АН МССР, 1970, 171 с.
  37. Пашкарь С.И., Ротарь А.И., Киртока И.Х. Динамика свободных аминокислот в процессе созревания и прорастания семян опейк-2 и нормальных форм кукурузы. В: *Селекция высоколизиновой кукурузы*, вып. XI. Краснодар, 1976, с. 124-132.
  38. Ротарь А.И. Генетико-биохимические методы селекции кукурузы на качество. Автореферат диссерт. на соиск. уч. ст. докт.-хаб. биол. наук. Кишинев, 1993, 44 с.
  39. Ротарь А.И., Кисничан Л.П., Анцибор И.А. и др. Сравнительный анализ традиционных (*in vivo*) и нетрадиционных (*in vitro*) методов размножения *Stevia rebaudiana* Bertoni в условиях Республики Молдова. *Academicianul P.M. Jukovskii – 120 ani: Culegere de articole științifice. Eco-TIRAS*. Chișinău, 2008, p.96-101.
  40. Ротарь А.И., Комарова Г.Е., Мику В.Е. Качество силосной кукурузы. Кишинев: Штиинца, 1987, 245 с.
  41. Ротарь А.И., Комарова Г.Е. Опыт использования методов оценки селекционного материала кукурузы на холодостойкость. Ч.1. Возможности лабораторных

- методов оценки холодостойкости кукурузы в фазе прорастания семени. Ч.2. Возможности количественной оценки селекционных форм кукурузы на чувствительность к холоду. В: Создание гибридов кукурузы и сорго и технология их возделывания. Кишинев: Штиинца, 1992, с. 89-109.
42. Ротарь А.И., Мику В.Е., Комарова Г.Е. Возможности использования метода электрофореза зеина в селекции и семеноводстве кукурузы. В: Сб. научн. трудов – 90 лет КНИИСХ “Эволюция науч. технологий в растениеводстве”, Том 2, Краснодар, 2004, с. 288-295.
  43. Цыганаш В.И. Улучшение качества зерна кукурузы на основе использования действия и взаимодействия отдельных генов эндосперма. Автореферат дисс. др хаб. с.-х. наук. Кишинев, 2001, 48 с.
  44. Штефырцэ А.А., Курчатова Г.П., Кушниренко М.Д. и др. Комплексная диагностика жаро- и засухоустойчивости кукурузы. В: Устойчивость с.-х. растений к засухе и экстремальным температурам. Кишинев: Штиинца, 1986, с. 77-86.