

Подготовка кадров по селекции, семеноводству и биотехнологии в ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева

Educational programs on breeding, seed production and biotechnology in the RSAU–MTAA

Монахос С.Г., Вишнякова А.В., Zubko O.H.

Аннотация

Трёхуровневая система подготовки кадров по селекции, семеноводству и биотехнологии в ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева включает базовую и основательную подготовку выпускников бакалавриата к профессиональной деятельности в государственных и частных организациях селекционного профиля, а также к углубленному обучению в магистратуре и аспирантуре по научной специальности «Селекция, семеноводство и биотехнология». В университете по селекционному профилю одновременно обучаются 160–200 студентов бакалавриата по направлению «Селекция, генетика и биотехнология садовых культур», «Генетика и селекция сельскохозяйственных культур», 40–60 студентов магистратуры по программам «Технологии ускоренной селекции растений» и «Селекция и генетика растений» в рамках двух направлений «Садоводство» и «Агрономия». Четырёхлетняя образовательная программа бакалавриата представлена общеобразовательными дисциплинами, читаемыми на 1–2 курсах, с 3 курса начинается блок специальных дисциплин, формирующих профессиональные компетенции селекционеров. Общий объем профильных дисциплин и практик (учебной и производственной) в составе образовательной программы бакалавриата (без учета смежных агрономических дисциплин) составляет 70 зачетных единиц, или 30% от всего объема образовательной программы. Теоретические знания и практические навыки, приобретаемые студентами бакалавриата, позволяют выпускникам уверенно представлять себя на рынке труда или продолжить углубленное обучение в магистратуре. Двухлетние магистерские программы включают преимущественно дисциплины, формирующие профессиональные компетенции выпускника, а научно-исследовательская работа в рамках производственной практики, занимающей 40 зач.ед., или 1/3 от общей трудоемкости образовательной программы магистратуры, позволяет магистрантам развивать свои профессиональные навыки в любой из интересующих его областей науки и практики, к примеру, в области молекулярной селекции, культуры клеток и тканей, генетической инженерии или традиционной селекции. В университете реализуется цикл дополнительных образовательных программ для повышения квалификации специалистов разного уровня в области селекции и семеноводства. Реализуют образовательные программы профессионалы-практики на развитой материально-технической базе университета, оснащенной современным оборудованием, и на базе ведущих партнерских Федеральных исследовательских центров.

Ключевые слова: подготовка, селекция, семеноводство, биотехнология, бакалавриат, магистратура, аспирантура.

Для цитирования: Монахос С.Г., Вишнякова А.В., Zubko O.H. Подготовка кадров по селекции, семеноводству и биотехнологии в ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева // Картофель и овощи. 2022. №9. С. 33–36. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.93.41.003>

Monakhos S.G., Vishnyakova A.V., Zubko O.N.

Summary

Educational programs in breeding, seed production and biotechnology in the FSBEI of Higher Education Russian Timiryazev State Agrarian University includes basic training of bachelor's graduates for professional activities in public and private breeding organizations, as well as for in-depth training in master's and postgraduate studies in the «Breeding, seed production and biotechnology». At the university, 160–200 undergraduate students are studying at the specialization of «Breeding, genetics and biotechnology of horticultural crops», «Genetics and breeding of agricultural crops», 40–60 master's students in the programs «Technologies of accelerated plant breeding» and «Plants Breeding and genetics» within the framework of two directions «Horticulture» and «Agronomy». The four-year educational program of the bachelor's degree is represented by general educational disciplines taught in the 1st–2nd year, the block of special disciplines that form the professional competencies of breeders begins from the 3rd year. The total volume of specialized disciplines and practices (educational and industrial) as part of the undergraduate educational program, excluding related agronomic disciplines, is 70 credits or 30% of the entire volume of the educational program. The theoretical knowledge and practical skills acquired by undergraduate students allow graduates to confidently represent themselves in the labor market or continue in-depth studies in the master's program. Two-year master's programs include mainly disciplines that form the professional competencies of the graduate, and research work within the framework of industrial practice, which occupies 40 credits or 1/3 of the total labor intensity of the educational program of the master's program, allows master students to develop their professional skills in any of the areas of science and practice that are of interest to them, for example, in the field of molecular breeding, cell and tissue culture, genetic engineering or traditional breeding and seed technologies. The university is implementing a cycle of additional educational programs to improve the skills of specialists of various levels in the field of breeding and seed production. The implementation of educational programs is carried out by professional practitioners using equipped with modern equipment facilities of University and Federal Research Centers.

Key words: educational programs, breeding, seed production, biotechnology, bachelor, master, postgraduate study.

For citing: Monakhos S.G., Vishnyakova A.V., Zubko O.N. Educational programs on breeding, seed production and biotechnology in the RSAU-MTAA. Potato and vegetables. 2022. No9. Pp. 33–36. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.93.41.003> (In Russ.).

В настоящее время в ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева подготовка селекционеров и семеноводов ведется в рамках бакалавриата и магистратуры по направлению «Садоводство» в Институте садоводства и ландшафтной архитектуры и по направлению «Агрономия» в Институте агробиотехнологии. На третьей степени образования в рамках подготовки кадров высшей квалификации (кандидатов и докторов наук) реализуется образовательная программа «Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений» по направлению «Сельское хозяйство», переходящая в новую научную специальность 4.1.2 «Селекция, семеноводство и биотехнология».

Подготовку селекционеров и семеноводов в бакалавриате проводят в рамках двух профилей: «Селекция, генетика и биотехнология садовых культур» по направлению «Садоводство» (ежегодный прием 20–25 человек); «Генетика и селекция сельскохозяйственных культур» по направлению «Агрономия» (ежегодно – 20–25 человек). Всего в университете по селекционному профилю одновременно обучается 160–200 студентов бакалавриата с учетом четырехлетней программы обучения.

48 зач. ед. профильных дисциплин, формирующих у выпускников бакалавриата общепрофессиональные и профессиональные компетенции, дополняемые 4 зач. ед. профильной учебной практики и 18 зач. ед. производственной практики, в совокупности составляют 70 зач. ед., или 30% от всего объема образовательной программы [1].

На 1–2 курсах все студенты изучают общеобразовательные дисциплины и генетику, с 3 курса начинается специализация: дисциплины «Селекция и семеноводство садовых растений», «Частная селекция садовых культур», «Методы микроскопии в исследовании», «Основы молекулярной генетики и цитогенетики», «Основы биотехнологии садовых культур», на 4 курсе – «Сортоведение садовых культур», «Селекция декоративных культур», «Технологии вегетативного размножения садовых культур», «Селекция на устойчивость и качество», «Семеноводство и семеноведение», «Помология», «Основы ДНК-технологий в селекции» [1]. Вышеуказанный перечень дисциплин бакалаврской образовательной программы в совокупности с учебной и производственной практика-

ми, где студенты осваивают практические навыки, позволяют выпускникам уверенно представлять себя на рынке труда или продолжить углубленное обучение в магистратуре, что характерно для большинства выпускников бакалавриата.

Выпускник бакалавриата селекционного профиля должен знать: теоретические основы селекции растений, технологию создания сорта, гибрида, генетические источники, методы селекции, испытания сортов и гибридов, генотипическую структуру сорта (F_1 -гибрида, клона); теоретические основы и методы культуры клеток и тканей – методы производства безвирусного материала, методы спасения зародышей, технологии производства удвоенных гаплоидов; теоретические основы молекулярной селекции растений, генетического картирования, методы молекулярного генотипирования, молекулярные маркеры; концепции селекции генетически модифицированных сортов, геномного редактирования, основы технологии рекомбинантной ДНК, биоинформатики в селекции растений.

Выпускник бакалавриата селекционного профиля должен уметь: разрабатывать и анализировать селекционные программы сорта и/или F_1 -гибрида самоопыляющихся и перекрестноопыляющихся растений с учетом качественных и количественных признаков; проводить молекулярно-генетический анализ – выделять геномную ДНК растений, а также полимеразную цепную реакцию, электрофоретическое разделение молекул ДНК, окрашивание флуоресцентными красителями, документирование и анализ данных молекулярного генотипирования; проводить микроскопические анализы, измерять растительные объекты под микроскопом, применять на практике современные микротехнические методы клеточных и анатомических анализов; применять на практике методы выращивания и подготовки донорных растений; приготовления и хранения маточных растворов, рабочих питательных сред; стерилизации питательных сред, растительных эксплантов, инструментов и принадлежностей; методы работы в асептиче-

ских условиях ламинарного бокса; методы работы с растительными клетками и тканями при производстве оздоровленного посадочного материала из апикальных побеговых меристем; методы спасения недозревших зародышей; изоляции и инокуляции на питательную среду, инкубирования растительных клеток и тканей в оптимальных условиях; методы поддержания и размножения растений in vitro.

Готовят селекционеров и семеноводов в магистратуре в рамках двух магистерских программ: «Технологии ускоренной селекции растений» по направлению «Садоводство» (ежегодный выпуск составляет 10–15 человек, **рис. 1**); «Селекция и генетика растений» по направлению «Агрономия» (ежегодно – 10–15 человек). Итого одновременно с учетом четырехлетней программы в университете обучается 40–60 магистрантов-селекционеров.

Подготовка в бакалавриате и магистратуре по указанным профилям и магистерским программам существенно отличается от подготовки студентов других профилей, даже в рамках одного направления подготовки. Отличия касаются перечня дисциплин в учебных планах, объема часов по профильным дисциплинам, учебным и производственным практикам (в том числе научно-исследовательской работы) [1].

На примере магистерской программы «Технологии ускоренной селекции растений», цель которой – подготовка магистра садоводства к деятельности, требующей углубленной, фундаментальной и профессиональной подготовки в области частной селекции и генетики, биотехнологии с.-х. культур, в том числе



Рис. 1. Выпускники бакалавриата и магистратуры РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева по направлению селекции, семеноводства и биотехнологии, 2022 год



Рис. 2. Лаборатория генетики, селекции и биотехнологии РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

к управленческой, аналитической, экспертной, информационно-консультационной, научно-исследовательской и методической работе. Программа ориентирована на подготовку квалифицированных руководителей и специалистов для учреждений высшей школы, биотехнологических и селекционно-семеноводческих компаний.

Программа включает следующие дисциплины общепрофессионального уровня: тенденции в развитии технологий селекции и семеноводства, декоративного садоводства, овощеводства, плодородства и виноградарства; профессиональный иностранный язык; управление в отраслях и на предприятиях АПК; методику профессионального обучения; основы коммерциализации технологических достижений; понятия об интеллектуальной собственности и технологических инновациях в селекции; моделирование и анализ данных в селекции растений. В профессиональный блок входят: методы молекулярной биологии в селекции; биоинформатика; биология семени; биология клетки и клеточные технологии в селекции; геномика и протеомика. Дисциплины по выбору: генетические основы селекции овощных культур / селекция и сортоведение овощных культур; генетические основы селекции плодовых и декоративных культур / селекция и сортоведение плодовых и декоративных культур [1].

Общая трудоемкость программы составляет 120 зач. ед. (1 зач. ед. = 36 ч), из них на дисциплины приходится 71 зач. ед., на практику – 40 зач. ед. и Государственную итоговую аттестацию, госэкзамен и защи-

ту магистерской диссертации – 12 зач. ед. [1].

Компетенции выпускников магистратуры селекционного профиля. Выпускник должен знать: технологии и концепции создания и семеноводства сортов, F_1 -гибридов растений, различающихся по способу размножения и опыления; технологии культуры клеток и тканей, производства безвирусного материала, спасения зародышей – «embryo rescue», *in vitro*-технологии производства удвоенных гаплоидов; технологии биоинформатического поиска и анализа биологических данных (методы геномного, протеомного, метаболомного и другого анализа); технологии молекулярной и геномной селекции растений; технологии генетической инженерии и создания генно-модифицированных растений; технологии геномного редактирования.

Выпускник должен уметь: разрабатывать и анализировать селекционные программы создания и первичного семеноводства сортов или F_1 -гибридов растений, различающихся по способу размножения и опыления; применять на практике технологии производства оздоровленного посадочного материала вегетативно размножаемых растений, технологии спасения зародышей – «embryo rescue», *in vitro*-технологии производства удвоенных гаплоидов андро- и гиногенезом; применять на практике технологии биоинформатического поиска и анализа биологических данных (методы геномного, протеомного, метаболомного и др. анализа); применять на практике технологии молекулярной и геномной селекции растений; применять на практике технологии генетической инженерии и создания генно-модифицированных растений; применять на практике технологии геномного редактирования и создания растений с измененным геномом.

Особенность бакалаврской и магистерской программ состоит в том, что их реализуют на базе оснащенных на вы-

соком уровне современными приборами и оборудованием лабораторий и центров университета, а также Федеральных исследовательских центров России с применением передовых биотехнологических методов селекции (молекулярной селекции, клеточных и тканевых технологий в селекции).

Программы подготовки селекционеров реализуются с применением передовых биотехнологических методов селекции (молекулярного маркирования, эмбриокультуры, производства удвоенных гаплоидов) в непосредственной привязке к селекционному процессу по созданию F_1 -гибридов и сортов с.-х. растений (рис. 2).

Подготовка семеновода существенно отличается более глубокими знаниями законодательной базы селекции и семеноводства, вопросов семеноведения, контрольно-семенного дела, технологии послеуборочной обработки семян и механизированных комплексов, биотехнологических методов оздоровления и размножения семенного материала, семеноводческой документации, организации и экономики семеноводства.

Программы дополнительного образования и профориентации

Университет – соисполнитель масштабного проекта по трансферу селекционных технологий для селекционеров частных и государственных организаций России по основным тематическим направлениям:

- основы клеточных технологий в селекции растений. Основы молекулярной селекции растений;
- эмбриокультура, селекция растений на устойчивость [2];
- технологии ускоренной селекции



Рис. 3. Студенты бакалавриата со всей России на занятиях Летней школы «Современные технологии селекции растений»

растений – производство линий удвоенных гаплоидов. Молекулярная селекция растений [3, 4].

Все вышеперечисленные образовательные программы нацелены, в первую очередь, на повышение общей информированности сотрудников российских агрокомпаний о наиболее перспективных направлениях с.-х. науки и возможностях производства продукции растениеводства за счет внедрения новых технологий, а также на формирование в российском агросекторе большого числа специалистов, способных эффективно интегрировать технологии мирового уровня в российскую практику селекционного бизнеса и R&D.

К настоящему моменту за 2020–2022 годы подготовку прошли более 140 селекционеров, педагогов и научных сотрудников из разных регионов России.

В 2021–2022 годах проведена и будет продолжена в последующие годы Летняя школа по направлению «Современные технологии селекции растений», предназначенная для студентов бакалавриата российских аграрных вузов и стран СНГ (рис. 3).

Более 30 студентов ежегодно на конурсной основе получают актуальное представление о том, что такое современная селекция и семенной бизнес; получают навыки работы в биотехнологических лабораториях Тимирязевки и Сколтеха, осваивают базовые методы клеточных технологий и молекулярной селекции, знакомятся с высококлассными специалистами, представляющими российские и зарубежные семенные компании, мировое академическое сообщество, получают заряд вдохновения на профессиональное развитие по направлению селекции и семеноводства растений.

Научные исследования по селекции и семеноводству

Университет проводит самостоятельные исследования по селекции овощных, зерновых, зернобобовых и других культур. Образовательную и исследовательскую деятельность по селекции, семеноводству и биотехнологии ведут в учебно-научных подразделениях университета: кафедре ботаники, селекции и семеноводства садовых растений; кафедре генетики, селекции и семеноводства;

кафедре биотехнологии; лаборатории генетики, селекции и биотехнологии овощных культур; Центре зерновых бобовых культур и производства растительного белка; лаборатории плодородия; полевой опытной станции; селекционной станции имени П.И. Лисицина; Центре молекулярной биотехнологии [5].

Университет – часть Научного центра мирового уровня (НЦМУ) «Агротехнологии будущего», в рамках которого до 2025 года запланированы и реализуются исследования в области селекции и семеноводства.

На базе университета создан «Селекционно-семеноводческий центр овощных культур», цель деятельности которого – создание импортозамещающего сорта овощных культур.

В университете также создано и успешно функционирует Малое инновационное предприятие (МИП) ООО «Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева», задача которого – организация промышленного семеноводства, внедрение и коммерциализация селекционных достижений [6].

Библиографический список

1. Об описании образовательной программы [Электронный ресурс] URL: <https://www.timacad.ru/sveden/education/eduop/>. Дата обращения 24.08.2022.
2. Монахос С.Г., Богданова В.Д. Отдаленная гибридизация капустных растений (Brassica). Технология «спасения зародышей»: методические рекомендации. М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2014. 87 с.
3. Монахос С.Г. Создание чистых линий – удвоенных гаплоидов капусты в культуре изолированных микроспор и селекция F₁-гибридов на основе современных методов биотехнологии: методические рекомендации. М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2014. 44 с.
4. Монахос С.Г., Чистова А.В. Создание удвоенных гаплоидов моркови столовой (*D. carota* L.) в культуре изолированных микроспор: учеб. – метод. пособие. М.: Грифон, 2017. 32 с.
5. Научные подразделения [Электронный ресурс] URL: <https://www.timacad.ru/science/nauchnye-podrazdeleniia>. Дата обращения: 24.08.2022.
6. Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева [Электронный ресурс] URL: <http://breedst.ru>. Дата обращения: 24.08.2022.

References

1. About the description of the educational program [Web resource] URL: <https://www.timacad.ru/sveden/education/eduop/>. Access date: 24.08.2022 (In Russ.).
2. Monakhos S.G., Bogdanova V.D. Distant hybridization of cabbage plants (Brassica). Technology of «embryo rescue»: methodological recommendations. Moscow. Publishing House of the RSAU – MTAA named after K.A. Timiryazev. 2014. 87 p. (In Russ.).
3. Monakhos S.G. Creation of pure lines – doubled cabbage haploids in the culture of isolated microspores and selection of F₁ hybrids based on modern methods of biotechnology: methodological recommendations. Moscow: Publishing House of the RSAU – MTAA named after K.A. Timiryazev, 2014. 44 p. (In Russ.).
4. Monakhos S.G., Chistova A.V. The creation of doubled haploids of table carrots (*D. carota* L.) in the culture of isolated microspores: educational and methodical manual. Moscow. Grifon. 2017. 32 p. (In Russ.).
5. Scientific divisions [Web resource] URL: <https://www.timacad.ru/science/nauchnye-podrazdeleniia>. Access date: 24.08.2022 (In Russ.).
6. Breeding station named after N.N. Timofeev [Web resource] URL: <http://breedst.ru>. Access date: 24.08.2022 (In Russ.).

Об авторах

Монахос Сократ Григорьевич, доктор с.-х. наук, профессор, зав. кафедрой ботаники, селекции и семеноводства садовых растений. E-mail: s.monakhos@rgau-msha.ru

Вишнякова Анастасия Васильевна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений. E-mail: a.vishnyakova@rgau-msha.ru

Зубко Ольга Николаевна, канд. с.-х. наук, старший преподаватель кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений. E-mail: o.zubko@rgau-msha.ru

ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева (ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Author details

Monakhos S.G., D.Sci. (Agr.), Prof., Head of Department of Botany, Plant Breeding and Seed Technology. E-mail: s.monakhos@rgau-msha.ru

Vishnyakova A.V., Cand. Sci. (Agr.), assoc. prof., Department of Botany, Plant Breeding and Seed Technology. E-mail: a.vishnyakova@rgau-msha.ru

Zubko O.N., Cand. Sci. (Agr.), senior lecturer, Department of Botany, Plant Breeding and Seed Technology. E-mail: o.zubko@rgau-msha.ru

Russian Timiryazev State Agrarian University (FSBEI HE RSAU–MTAA)