

Научная статья

УДК: 633.34:631.53.01:631.95(510)

EDN: CGPGKW

<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2026-4-2-15-22>**ТЕХНОЛОГИИ УСКОРЕННОГО РАЗМНОЖЕНИЯ СОИ В ЮЖНЫХ РАЙОНАХ ХАЙНАНЯ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ****Вэй Жань¹, Ли Ян², Ли Сяофэн³**¹ Хэйхэский филиал Академии сельскохозяйственных наук провинции Хэйлунцзян, г. Хэйхэ, Китай² Метеорологическое бюро города Хэйхэ, г. Хэйхэ, Китай³ Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск, Россия

Аннотация. Соя является важной белково-масличной культурой, однако длительный селекционный цикл остается одним из факторов, ограничивающих создание и обновление сортов. Южные районы Хайнаня благодаря тропическому климату, высокой обеспеченности теплом и светом, а также возможности зимнего и круглогодичного выращивания являются важной базой для ускоренного размножения сои и сокращения продолжительности селекционного процесса. Цель исследования – Систематизация технологических подходов к ускоренному размножению сои в южных районах Хайнаня, выявление основных лимитирующих факторов и разработка направлений по оптимизации технологии. Исследование выполнено на основе анализа опубликованных научных источников, производственно-практических данных по выращиванию сои на Хайнане, а также обобщения сведений о климатических, почвенных, биологических и агротехнологических факторах, влияющих на эффективность ускоренного размножения. Обобщены меры комплексной защиты растений от вредителей, болезней, сорняков и грызунов. Установлено, что основными ограничениями остаются недостаточная выраженность фенотипических признаков в тропических условиях, сложность гибридизации, высокая биологическая нагрузка и недостаточная стандартизация технологической системы. Полученные результаты могут быть использованы при разработке регламентов ускоренного размножения сои в тропических и субтропических регионах.

Ключевые слова: соя, Хайнань, ускоренное размножение, внесезонное размножение, селекция сои, семеноводство, технология выращивания, биологические риски.

Для цитирования: Вэй Жань, Ли Ян, Ли Сяофэн. Технологии ускоренного размножения сои в южных районах Хайнаня: состояние и перспективы развития // Агронаука. 2026. Том 4. № 2. С. 15–22. EDN: CGPGKW. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2026-4-2-15-22>

Original article**TECHNOLOGIES FOR ACCELERATED SOYBEAN MULTIPLICATION IN THE SOUTHERN REGIONS OF HAINAN: CURRENT STATE AND DEVELOPMENT PROSPECTS****Wei Ran¹, Li Yang², Li Xiaofeng³**¹ Heihe Branch of the Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Heihe, China² Heihe Meteorological Bureau, Heihe, China³ Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia

Abstract. Soybean is an important protein and oilseed crop; however, the long breeding cycle remains one of the factors limiting the development and renewal of varieties. Due to its tropical climate, abundant heat and light resources, and the possibility of winter and year-round cultivation, the southern regions of Hainan serve as an important base for accelerated soybean multiplication and shortening of the breeding process. The aim of the study is to systematize technological approaches to accelerated soybean propagation in the southern regions of Hainan, identify the main limiting factors and develop directions for technology optimization.

© Вэй Жань, Ли Ян, Ли Сяофэн, 2026

The study was based on the analysis of published scientific literature, production and practical data on soybean cultivation in Hainan, and the generalization of information on climatic, soil, biological, and agrotechnological factors affecting the efficiency of accelerated multiplication. Measures for integrated plant protection against pests, diseases, weeds, and rodents were summarized.

It was established that the main limitations include insufficient expression of phenotypic traits under tropical conditions, difficulties in hybridization, high biological pressure, and inadequate standardization of the technological system. The findings may be used in the development of regulations for accelerated soybean multiplication in tropical and subtropical regions.

Keywords: soybean, Hainan, accelerated multiplication, off-season multiplication, soybean breeding, seed production, cultivation technology, biological risks

For citation: Wei Ran, Li Yang, Li Xiaofeng. Technologies for accelerated soybean multiplication in the southern regions of Hainan: current state and development prospects [Tekhnologii uskorennoho razmnozheniya soi v yuzhnykh raionakh Khainanya: sostoyanie i perspektivy razvitiya]. *Agronauka = Agrosience*. 2026;4:2:15–22 (in Russ.). EDN: CGPGKW. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2026-4-2-15-22>

Введение

Соя является одной из важнейших белково-масличных культур мирового земледелия и занимает значимое место в обеспечении продовольственной безопасности, развитии пищевой промышленности и структурной перестройке сельского хозяйства. Традиционная селекция сои обычно требует 6–8 лет и более для получения гомозиготных линий со стабильными признаками, а полный цикл от составления гибридных комбинаций до отбора и утверждения сортов может занимать еще более продолжительный период. Поэтому длительность селекционного процесса и сравнительно низкая скорость получения стабильного исходного материала остаются ключевыми проблемами, ограничивающими повышение эффективности селекции сои [1].

В условиях роста потребности в продуктивных, высококачественных сортах сои с комплексной устойчивостью и широкой адаптивностью особое значение приобретает ускорение селекционного процесса. Одним из эффективных подходов является ускоренное размножение в районах вне-сезонного выращивания, основанное на использовании благоприятных световых и температурных условий тропических и субтропических регионов для ускоренной смены поколений растений.

Остров Хайнань расположен на северной границе тропиков и характеризуется высокой обеспеченностью солнечной радиацией, стабильным температурным ре-

жимом и отсутствием заморозков в зимний период. Эти условия позволяют проводить зимнее и круглогодичное выращивание сельскохозяйственных культур, включая сою. На протяжении длительного времени Хайнань используется как важная база для ускоренного размножения, оценки сортовой чистоты и селекционной работы с соей, кукурузой, рисом и другими культурами [2].

В результате многолетней практики ускоренного размножения сои в южных районах Хайнаня сформирована технологическая система, включающая выбор оптимальных районов и сроков посева, регулирование густоты стояния растений, управление режимами орошения и удобрения, а также комплексную защиту от болезней, вредителей, сорняков и грызунов [1, 3]. В последние годы внедряются новые подходы, включая досрочный сбор бобов, искусственное регулирование освещения, круглогодичное выращивание нескольких поколений и сочетание ускоренного размножения с молекулярно-маркерной селекцией [4, 5].

Несмотря на достигнутый прогресс, технология ускоренного размножения сои в южных районах Хайнаня характеризуется рядом ограничений. К ним относятся недостаточная выраженность фенотипических признаков в условиях короткого светового дня и высоких температур, сложность проведения гибридизации, высокая биологическая нагрузка, нестабильность технологий круглогодичного выращивания в произ-

водственных масштабах и недостаточная стандартизация отдельных технологических операций [1, 5]. В связи с этим требуется систематизация накопленного опыта и определение направлений дальнейшего совершенствования технологии.

Цель исследования – систематизация технологических подходов к ускоренному размножению сои в южных районах Хайнаня, выявление основных лимитирующих факторов и разработка направлений по оптимизации технологии.

Материалы и методы

Исследование выполнено на основе анализа научных публикаций, производственно-практических материалов и сведений о многолетнем опыте ускоренного размножения сои в южных районах Хайнаня. В качестве информационной базы использованы работы, посвященные технологии вне-сезонного размножения сои, управлению посевами в условиях тропического климата, защите растений от биологических рисков, ускоренной смене поколений, гибридизации и применению молекулярных методов в селекционном процессе [1–10].

Материалом для анализа служили сведения о природно-климатических условиях южных районов Хайнаня, особенностях почвенного покрова, биологической среде, технологических параметрах посева, орошения, удобрения, защиты растений, уборки урожая и хранения семян. Особое внимание уделено технологиям получения нескольких поколений сои в течение календарного года, раннего сбора бобов, регулирования искусственного освещения и совмещения ускоренного размножения с маркерной селекцией.

Исследование проводилось в три этапа. На первом этапе выполнено обобщение природных и агротехнологических факторов, определяющих возможность ускоренного размножения сои на Хайнане. На втором этапе систематизированы основные технологические операции и меры защиты растений. На третьем этапе выявлены ограничения существующей технологии и определены направления ее дальнейшего совершенствования.

Результаты анализа и систематизации данных представлены в виде таблиц, отражающих условия выращивания, рекомендуемые технологические параметры, основные биологические риски и перспективные инновационные решения.

Результаты и обсуждение

Условия окружающей среды и адаптивность сои при размножении на юге Хайнаня

Южные районы Хайнаня характеризуются высокой обеспеченностью теплом и светом в зимний период, что создает благоприятные условия для ускоренного размножения сои. Для проведения работ по ускоренному размножению наиболее благоприятным является период с конца октября текущего года до начала апреля следующего года, когда количество осадков невелико, а температурные и световые условия удовлетворяют потребности растений в росте и развитии [1].

Соя относится к культурам короткого дня, поэтому в условиях Хайнаня фаза вегетативного роста сокращается, цветение наступает раньше, а продолжительность вегетационного периода уменьшается примерно до 85 дней. Это формирует естественные предпосылки для ускоренной смены поколений. Одновременно высокая температура и влажность способствуют развитию вредителей, болезней и сорняков, что требует усиления фитосанитарного контроля [1, 2].

Почвы ключевых зон ускоренного размножения преимущественно песчаные, отличаются хорошей воздухопроницаемостью, но слабой способностью удерживать воду и элементы питания. В большинстве районов содержание эффективных клубеньковых бактерий является недостаточным, что снижает азотфиксирующую способность сои и повышает зависимость растений от минерального питания [1, 3]. Основные условия, определяющие эффективность ускоренного размножения сои в южных районах Хайнаня, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Условия ускоренного размножения сои в южных районах Хайнаня**Table 1 – Conditions for accelerated soybean multiplication in the southern regions of Hainan**

Фактор	Характеристика	Технологическое значение
Климат	Высокие температуры, достаточная обеспеченность светом, отсутствие заморозков в зимний период	Обеспечивает возможность зимнего и круглогодичного выращивания сои
Осадки	Выраженные различия между сухим и дождливым сезонами; в зимний период количество осадков невелико	Требуются регулярное орошение и контроль водного режима
Фотопериод	Короткий световой день	Ускоряет цветение и сокращает вегетационный период, но ограничивает проявление ряда признаков
Почвы	Преимущественно песчаные, с низкой влагоемкостью и низкой обеспеченностью элементами питания	Необходимы дробное внесение удобрений и контроль вымывания питательных веществ
Биологическая среда	Высокая численность вредителей, распространенность болезней, сорняков и грызунов	Требуются комплексная система защиты растений

Основные технологические приемы ускоренного размножения сои

Технология ускоренного размножения сои на юге Хайнаня включает комплекс взаимосвязанных операций: выбор района и сроков посева, тщательную подготовку почв опытных участков, формирование гряд, предпосевную обработку семян, регулирование нормы высева семян, управление режимами орошения и минерального питания, своевременную уборку урожая и хранение семенного материала в оптимальных условиях.

Не вся территория Хайнаня одинаково пригодна для ускоренного размножения сои. Наиболее благоприятными являются районы, расположенные к югу от горы Учжишань, включая Санья, Ячэн и район Чунпо в Ледуне, где температура, почвенные условия и возможность организации искусственного орошения обеспечивают высокую стабильность выращивания сои [1–3]. При технологии получения одного поколения в год посев сои целесообразно проводить во второй–третьей декаде ноября, а уборку – во второй–третьей декаде февраля следующего года. При технологии получения двух поколений в год первый посев можно перенести на вторую декаду

октября, обеспечивая возможность последнего посева второго сезона до наступления дождливого периода [1, 4].

Для размещения опытных делянок следует выбирать ровные участки, расположенные на возвышенных элементах рельефа с хорошим дренажем и возможностью орошения. Использование рисовых чеков не рекомендуется из-за слабой водопроницаемости почвы, риска переувлажнения почвы, загнивания семян и гибели проростков. После выбора участка проводят глубокую вспашку, рыхление и выравнивание поверхности. Посев рекомендуется осуществлять на грядах шириной 100...120 см в два ряда, что облегчает проведение орошения, внесение удобрений и ухода за посевами [2, 3].

Особое значение имеет регулирование густоты стояния растений. В условиях короткого дня растения сои на Хайнане остаются сравнительно низкорослыми, поэтому изреженные посевы приводят к недостаточному смыканию растительного покрова и усилению засоренности. Для расщепляющихся образцов ранних поколений целесообразно применять более плотное размещение растений с междурядьями 25...30 см и густо-

той 375...450 тыс. растений/га, но не менее 300 тысяч растений на гектар. Стабильные линии поздних поколений допускается размещать с меньшей густотой стояния растений, что облегчает оценку хозяйственно

ценных признаков и отбор отдельных растений [1, 3].

Систематизированные технологические параметры ускоренного размножения сои представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные технологические параметры ускоренного размножения сои на юге Хайнаня
Table 2 – Main technological parameters of accelerated soybean multiplication in southern Hainan

Элемент технологии	Рекомендуемые параметры	Назначение
Сроки посева	Одно поколение: II–III декада ноября; два поколения: первый посев со II декады октября	Снижение риска тайфунов и дождей, повышение качества семян
Формирование гряд	Гряды шириной 100...120 см, двурядный посев	Улучшение орошения, подкормки и ухода за посевами
Густота стояния	Для ранних поколений – 375...450 тыс. растений/га; минимально допустимая густота – 300 тыс. растений/га.	Ускорение размножения, подавление сорняков, рациональное использование площади
Орошение	Песчаные почвы – раз в 3...4 дня; суглинистые – раз в 6...9 дней	Поддержание оптимального водного режима растений в сухой сезон
Удобрение	Основное комплексное удобрение 600...750 кг/га; на тяжелых песчаных почвах 900...1050 кг/га; подкормка 300...450 кг/га	Компенсация недостаточной азотфиксации и потерь элементов питания вследствие вымывания
Уборка	Своевременная уборка при полной зрелости бобов; для ранних поколений – сбор бобов по гибридным комбинациям или селекционным линиям	Сохранение качества семян и ускорение смены поколений
Хранение семян	Просушивание в тени 3...4 дня, маркировка, хранение в сухом проветриваемом месте	Сохранение всхожести и предотвращение поражения плесенью, насекомыми и грызунами

Комплексная защита сои от биологических рисков

Биологические риски являются одним из наиболее значимых факторов, ограничивающих эффективность ускоренного размножения сои на Хайнане. Высокие температуры и благоприятные условия окружающей среды способствуют развитию вредителей, сорняков, грызунов и возбудителей болезней. Поэтому система защиты должна строиться на принципах профилактики, регулярного мониторинга, чередования препаратов и комплексного воздействия на разные

группы вредных организмов [2, 6].

К почвенным вредителям относятся подгрызающие совки, личинки щелкунов, муравьи и другие виды, повреждающие семена и всходы. Для профилактики применяют тщательную подготовку почвы, уничтожение сорняков, обработку гряд и использование инсектицидов при формировании посевного ложа. Надземные вредители, включая тлю, трипсов, листовёрток, капустную и хлопковую совку, повреждают листья, побеги и бобы, а также могут переносить вирусные заболевания [2].

Среди болезней наибольшее значение имеют корневая гниль, ложная мучнистая роса и пурпурный церкоспороз. Их вредность существенно возрастает при повышенной влажности воздуха и наличии ночной росы. Борьба с сорняками должна начинаться до посева и продолжаться в те-

чение всего периода вегетации, поскольку сорные растения конкурируют с соей за воду, свет и элементы питания, а также служат резерваторами возбудителей болезней и местом обитания вредителей [2, 6]. Основные биологические угрозы и меры защиты приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Биологические риски при ускоренном размножении сои и меры защиты растений
Table 3 – Biological risks during accelerated soybean multiplication and plant protection measures

Группа рисков	Основные проявления	Рекомендуемые меры
Почвенные вредители	Повреждение семян, проростков и корневой системы	Глубокая обработка почвы, уничтожение сорняков, внесение инсектицидов при формировании гряд
Наземные вредители	Повреждение листьев и бобов, перенос вирусных заболеваний	Регулярный мониторинг, чередование инсектицидов, санитарное удаление поврежденных растений
Болезни	Развитие корневых гнилей, ложной мучнистой росы и пурпурного церкоспороза	Профилактические обработки фунгицидами, снижение переувлажнения, своевременная уборка
Сорняки	Быстрый рост и конкуренция с соей за ресурсы	Предпосевная обработка участка, почвенные гербициды, ручная прополка и точечное опрыскивание
Грызуны	Повреждение семян и бобов в период посева и налива семян	Выбор участков вдали от зон высокой численности грызунов, ограждения, безопасные приманки и регулярный мониторинг

Технологические инновации и ограничения ускоренного размножения

Современное развитие ускоренного размножения сои на Хайнане связано с переходом от однократного зимнего выращивания к круглогодичному получению нескольких поколений. Использование благоприятных световых и температурных условий острова в сочетании с досрочным сбором бобов и регулированием искусственного освещения позволяет получать 4...6 поколений сои в течение года, а у раннеспелых форм – до семи поколений. Это сокращает селекционный цикл более чем на 50 % и ускоряет получение гомозиготных линий [5].

Искусственное освещение способствует увеличению продолжительности светового дня, улучшению роста растений, увеличению размеров цветков и повышению эффективности ручной гибридизации. В сочетании с технологиями сохранения пыльцы и

регулирования сроков цветения это расширяет временные рамки гибридной селекции и позволяет проводить скрещивания в течение более продолжительного периода [5, 7].

Ранний сбор бобов сои является одним из ключевых приемов сокращения продолжительности одного поколения. При стандартизации сроков сбора, сушки в тени и последующего обмолота можно сократить цикл одного поколения примерно на 40 дней при сохранении высокой всхожести и энергии прорастания семян [4, 5]. Дополнительные возможности открывает сочетание ускоренного размножения с методами молекулярно-маркерной селекции, позволяющее проводить отбор по целевым признакам непосредственно в процессе размножения [5, 9].

Вместе с тем технология имеет ряд ограничений: в условиях короткого дня и высоких температур растения сои часто форми-

руют низкорослый фенотип, что снижает информативность отбора по урожайности. У части селекционных образцов затрудняется проведение гибридизации из-за уменьшения размера цветков и раннего завершения опыления. Дополнительные сложности создают высокая фитосанитарная нагрузка,

значительные затраты на защитные мероприятия и недостаточная стандартизация технологических регламентов для разных экотипов сои [1, 5, 7]. Основные инновации, их эффекты и ограничения систематизированы в таблице 4.

Таблица 4 – Инновационные решения и ограничения технологии ускоренного размножения сои
Table 4 – Innovative solutions and limitations of accelerated soybean multiplication technology

Направление	Ожидаемый эффект	Ограничения
Получение нескольких поколений в год	Сокращение селекционного цикла более чем на 50 %, ускоренное получение гомозиготных линий	Высокие требования к организации посева, уборки, хранения и защите растений
Искусственное освещение	Повышение эффективности гибридизации, увеличение размеров цветков, расширение сроков проведения скрещиваний	Высокие затраты на оборудование и эксплуатацию
Ранний сбор стручков	Сокращение продолжительности одного поколения примерно на 40 дней	Необходимость точного определения стадии зрелости и условий сушки
Молекулярно-маркерный отбор	Ускорение отбора по целевым признакам и повышение эффективности селекционного процесса	Потребность в лабораторной базе и квалифицированных специалистах
Стандартизация регламентов	Повышение воспроизводимости и масштабируемости технологии	Необходимость адаптации к разным экотипам и селекционным целям

Выводы

Южные районы провинции Хайнань благодаря тропическому климату, высокой обеспеченности теплом и светом, а также возможности зимнего и круглогодичного выращивания являются важной базой для ускоренного размножения сои. Сформированная технологическая система включает выбор подходящих районов и сроков посева, подготовку участков, формирование гряд, регулирование густоты стояния растений, управление орошением и минеральным питанием, комплексную защиту от биологических рисков, своевременную уборку урожая и хранение семян.

В результате проведенного анализа установлено, что наиболее значимыми факторами, определяющими эффективность ускоренного размножения сои в южных районах Хайнаня, являются световой режим, сроки посева, густота стояния расте-

ний, уровень обеспеченности влагой и эффективность фитосанитарной защиты.

Применение инновационных подходов, включая ранний сбор бобов сои, получение нескольких поколений в течение календарного года, искусственное регулирование освещения и использование методов молекулярно-маркерной селекции, позволяет существенно сократить продолжительность селекционного цикла и повысить эффективность получения исходного селекционного материала.

Основными лимитирующими факторами являются недостаточная выраженность фенотипических признаков в тропических условиях, сложность гибридизации, высокая фитосанитарная нагрузка, обусловленная распространением вредителей, болезней, сорняков и грызунов, а также недостаточный регламент технологических операций для различных экотипов сои. Дальней-

шее развитие технологии должно быть направлено на точное управление водным и питательным режимами, экологически безопасную защиту растений, регламент ускоренного размножения, интеграцию методов челночной селекции, молекулярно-маркерного отбора и интеллектуальных систем мониторинга.

Совершенствование технологии ускоренного размножения сои в южных районах Хайнаня будет способствовать повышению эффективности селекции, ускоренному созданию новых сортов и расширению возможностей использования тропических и субтропических регионов в селекционно-семеноводческой практике.

References

1. Li Lei, Li Zhi, Shi Hebin. *Practice and understanding of accelerated soybean multiplication in Hainan*. *Crops*. 2003;(4):68–70. (In Chin.).
2. Jiang Cuilan, Wang Deliang, Jiang Yujiu et al. Management measures for soybean cultivation under adverse biological conditions during multiplication in southern Hainan. *Heilongjiang Agricultural Sciences*. 2010;(5):11–14. (In Chin.).
3. Yu Fengyao, Yu Baoquan, Xin Xiujiun et al. Technical measures in soybean cultivation in southern Hainan. *Seed World*. 2008;(9):39. (In Chin.).
4. Pei Chunling, Gu Yongzhe, Fu Jiaqi et al. Study on the technology of accelerated multiplication of summer soybean from the Huang-Huai-Hai region on Hainan Island. *Crops*. 2023;(6):35–40. (In Chin.).
5. Gao Huawei, Li Jindong, Xu Jianguan et al. Year-round multi-generation soybean multiplication and breeding technology under Hainan Island conditions. *Soybean Science*. 2025;44(6):17–26. (In Chin.).
6. Zuo Jiao, Guo Yunling, Kong Hua et al. Study of weed species in genetically modified soybean fields in the southern breeding area. *Proceedings of the 12th National Scientific Conference on Weeds*. 2015:14. (In Chin.).
7. Zhang Yong, Sun Shi, Yang Xingyong et al. Methods for improving soybean hybridization success under southern multiplication conditions. *Bulletin of Plant Breeding*. 2014;40(7):1296–1303. (In Chin.).
8. Han Tianfu, Chang Zongyun, Yang Hua. Method for increasing generation advancement rate in soybean breeding. Patent CN1370395A. Published 2002 Sep 25. (In Chin.).
9. Fang Y, Wang L, Sapey E et al. Speed breeding system in soybean: integrating off-site generation advancement, fresh seeding, and marker-assisted selection. *Frontiers in Plant Science*. 2021;12:717077.
10. Qiu Lijuan, Chang Ruzhen. Data standards and description rules for soybean germplasm resources. Beijing : China Agriculture Press; 2006. (In Chin.).

Информация об авторах

Вэй Жань – кандидат наук, научный сотрудник;
Ли Ян – научный сотрудник;
Ли Сяофэн – магистр.

Information about the authors

Wei Ran – Candidate of Sciences, Researcher;
Li Yang – Researcher;
Li Xiaofeng – Master's degree holder.

**Статья поступила в редакцию 20.05.2026;
одобрена после рецензирования 22.05.2026;
принята к публикации 08.06.2026**

**The article was submitted 20.05.2026;
approved after reviewing 22.05.2026;
accepted for publication 08.06.2026**