



## ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РЕДАКТИРОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ

**Иванова Мария Сергеевна**

кандидат биологических наук, доцент кафедры агробиотехнологий, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева  
г. Москва, Россия

**Петров Алексей Николаевич**

аспирант кафедры агробиотехнологий, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева  
г. Москва, Россия

### **Аннотация**

В статье рассматривается применение методов генетического редактирования, таких как CRISPR-Cas9, в сельском хозяйстве для повышения урожайности и устойчивости растений к биотическим и абиотическим стрессам. Проанализированы преимущества и потенциальные риски технологий, приведены примеры успешного использования редактирования генома в различных культурах. Обсуждаются этические, правовые и социальные аспекты внедрения таких растений в агропромышленное производство.

**Ключевые слова:** генетическое редактирование, CRISPR-Cas9, устойчивость растений, урожайность, агробиотехнологии, сельское хозяйство.

### **Введение**

Рост мирового населения и изменение климата создают необходимость в устойчивых и высокопродуктивных сельскохозяйственных культурах. Традиционные методы селекции недостаточно быстры, чтобы удовлетворить растущие потребности. Генетическое редактирование представляет собой инновационный инструмент, позволяющий точно изменять геном растений, улучшая их характеристики без введения чужеродной ДНК.

Технологии, такие как CRISPR-Cas9, TALEN и ZFN, открывают новые возможности для селекции, обеспечивая более быструю и точную модификацию растений по сравнению с классической генной инженерией. Исследования последних лет показывают значительный потенциал этих методов для повышения урожайности, устойчивости к болезням, вредителям, засухе и другим стрессовым факторам.

## **1. Принципы генетического редактирования**

Генетическое редактирование предполагает целенаправленное изменение определённых участков ДНК. Система CRISPR-Cas9 использует направляющую РНК для поиска целевого гена и фермент Cas9 для внесения разрыва в цепь ДНК. Далее клеточные механизмы восстанавливают разрыв, что приводит к выключению или изменению гена.

Эта технология отличается высокой точностью, относительной простотой и доступностью. По сравнению с методами трансгенной инженерии, редактирование не всегда приводит к включению новых генов, что упрощает регуляторное одобрение в ряде стран.

## **2. Применение в повышении урожайности**

Генетическое редактирование позволяет увеличить урожайность за счёт:

- подавления генов, отвечающих за торможение роста;
- усиления фотосинтетической активности;
- улучшения поглощения питательных веществ.

Например, в Китае с помощью CRISPR-Cas9 были созданы линии риса с изменённым геном GS3, отвечающим за размер зерна. В результате удалось увеличить массу 1000 зёрен на 10–15%.

В США исследователи редактировали ген ARGOS8 в кукурузе, чтобы повысить её толерантность к засухе, что привело к увеличению урожая на 5–10% в условиях недостатка влаги.

## **3. Повышение устойчивости растений**

Генетическое редактирование также используется для создания устойчивости к:

- грибковым и бактериальным заболеваниям (например, редактирование генов MLO в пшенице для устойчивости к мучнистой росе);
- вирусам (например, редактирование генома кассавы для устойчивости к вирусной мозаике);
- насекомым-вредителям (например, повышение выработки специфических защитных белков).

В Японии успешно редактировали ген SlDMR6-1 в томатах для увеличения устойчивости к бактериальному увяданию, при этом не снижая урожайности.

## **4. Этика, регулирование и восприятие общества**

Вопросы этики и регулирования остаются важными аспектами внедрения генетически отредактированных растений.

В США и некоторых странах редактированные растения, не содержащие чужеродной ДНК, не подпадают под регулирование как ГМО. Однако в ЕС такие растения приравниваются к трансгенным организмам и требуют строгого контроля.

Социальное восприятие технологии также неоднозначно: несмотря на научное обоснование безопасности, часть общества выражает опасения по поводу «игры с природой». Необходима просветительская работа и открытый диалог между учёными, производителями и потребителями.

## 5. Перспективы развития

В перспективе генетическое редактирование может быть использовано для:

- создания растений с улучшенным питательным составом (например, обогащённых витаминами);
- повышения устойчивости к экстремальным климатическим условиям;
- сокращения применения пестицидов и удобрений за счёт собственной защиты растений.

Также активно развивается технология **multiplex editing** — одновременного редактирования нескольких генов для создания комплексных признаков.

## Заключение

Генетическое редактирование открывает новые горизонты для сельского хозяйства, позволяя быстрее и точнее создавать культуры с заданными свойствами. Эта технология способна сыграть ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности в условиях роста населения и изменения климата. Однако её успешное внедрение требует комплексного подхода, включающего научные, регуляторные и социальные аспекты.

## Литература

1. Chen K., Wang Y., Zhang R., Zhang H., Gao C. CRISPR/Cas genome editing and precision plant breeding in agriculture. *Annual Review of Plant Biology*. 2019;70:667-697.
2. Li T., Liu B., Spalding M.H., Weeks D.P., Yang B. High-efficiency TALEN-based gene editing produces disease-resistant rice. *Nature Biotechnology*. 2012;30(5):390–392.
3. Zhang Y., Massel K., Godwin I.D. Applications and potential of genome editing in crop improvement. *Genome Biology*. 2018;19:210.
4. Каменева Л.Ю., Гаврилова О.В. Генетическое редактирование растений: возможности и вызовы. *Биотехнология*. 2021;37(3):5–15.
5. Европейская комиссия. Регулирование геной инженерии в сельском хозяйстве. 2023. [Электронный ресурс].