

СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ В СИСТЕМЕ УСТОЙЧИВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Музафарова Динара Шавкатовна, к.с.-х наук, доцент,
Международного сельскохозяйственного университета
ORCID ID: 0009-0007-1683-7875

Аннотация. Устойчивое сельское хозяйство требует комплексных решений для управления сорной растительностью, учитывающих продовольственную безопасность, экономическую эффективность и охрану окружающей среды. В статье проанализированы международный и узбекский опыт, а также современные подходы к борьбе с сорняками: агроэкологические методы, биотехнологии, точное земледелие и биогербициды. Особое внимание уделено интегрированной защите растений, позволяющей минимизировать экологические риски, снизить зависимость от химических гербицидов, сохранить биоразнообразие и повысить устойчивость агроэкосистем.

Ключевые слова: Устойчивое сельское хозяйство, сорные растения, интегрированная защита растений (ИЗР), агроэкология, резистентность к гербицидам, биотехнологии, точное земледелие, севооборот.

Abstract. Sustainable agriculture requires comprehensive solutions for weed management that take into account food security, economic efficiency, and environmental protection. The article analyzes both international and Uzbek experiences, as well as modern approaches to weed control: agroecological methods, biotechnology, precision agriculture, and bioherbicides. Particular attention is paid to integrated weed management, which minimizes environmental risks, reduces dependence on chemical herbicides, preserves biodiversity, and enhances the resilience of agroecosystems.

Keywords: Sustainable agriculture, weeds, integrated pest management (IPM), agroecology, herbicide resistance, biotechnology, precision agriculture, crop rotation.

Annotatsiya. Barqaror qishloq xo'jaligi begona o'tlarni boshqarishda oziq-ovqat xavfsizligi, iqtisodiy samaradorlik va atrof-muhitni muhofaza qilishni hisobga olgan holda kompleks yechimlarni talab qiladi. Maqolada xalqaro va O'zbekiston tajribasi, shuningdek, begona o'tlar bilan kurashning zamonaviy yondashuvlari: agroekologik usullar, biotexnologiyalar, aniq dehqonchilik va bioherbitsidlar tahlil qilingan. Maxsus e'tibor ekologik xavflarni kamaytirish, kimyoviy gerbitsidlarga qaramlikni pasaytirish, biologik xilma-xillikni saqlash va agroekotizimlar barqarorligini oshirishga qaratilgan integratsiyalashgan begona o'tlarni boshqarishga qaratilgan.

Kalit so'zlar: Barqaror qishloq xo'jaligi, begona o'tlar, integratsiyalashgan begona o'tlarni boshqarish (IBB), agroekologiya, gerbitsidlarga chidamlilik, biotexnologiyalar, aniq dehqonchilik, ekin almashinuvi.

Введение. В условиях глобальных изменений климата, роста численности населения и истощения природных ресурсов, устойчивое сельское хозяйство (УСХ) становится не просто научной концепцией, а жизненной необходимостью. УСХ нацелено на удовлетворение потребностей нынешнего поколения в продуктах питания без ущерба для будущих поколений, обеспечивая при этом экологическую безопасность и экономическую жизнеспособность агропроизводства [3]. Однако на пути к этой цели агропромышленный комплекс сталкивается с многочисленными вызовами, одним из наиболее серьезных и повсеместных из которых является проблема засоренности сельскохозяйственных угодий.

Сорные растения, являются неотъемлемой частью любой агроэкосистемы. Их высокая плодовитость, адаптивность и способность к быстрому распространению позволяют им успешно конкурировать с культурными растениями. Ущерб, наносимый сорняками, колоссален и многосторонен. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), в мировом масштабе потери урожая от засоренности могут достигать от 20% до 40% для зерновых культур и до 60% для пропашных [6, 7, 17]. Помимо прямого снижения урожайности, сорняки ухудшают качество продукции, усложняют процесс уборки и сушки, а также могут служить убежищем для вредных насекомых и очагами распространения болезней.

Исторически борьба с сорняками велась преимущественно механическими и ручными методами. Однако с середины XX века доминирующее положение заняли химические гербици-

ды. Интенсивное и часто бесконтрольное применение этих препаратов позволило значительно увеличить урожайность и производительность труда [9]. Вместе с тем, данный подход привёл к серьезным негативным последствиям. К ним относятся загрязнение почв и водных ресурсов, вредное воздействие на живые организмы, включая полезных насекомых, и, что особенно важно, стремительное развитие резистентности сорных растений к основным классам гербицидов [10]. Появление популяций сорняков, устойчивых к химическим препаратам, угрожает эффективности традиционных систем земледелия и требует поиска принципиально новых решений.

Настоящая обзорная статья ставит перед собой цель проанализировать современные подходы к управлению засоренностью в системе устойчивого сельского хозяйства на основе международного опыта и специфики агропромышленного комплекса Узбекистана. Для достижения этой цели в работе будут решены следующие задачи:

Описать основные проблемы, создаваемые сорняками в агроэкосистемах.

Рассмотреть современные устойчивые и инновационные подходы к борьбе с засоренностью, включая агроэкологические методы, биотехнологии и точное земледелие.

Проанализировать текущий опыт и вызовы в Узбекистане и оценить потенциал внедрения интегрированной защиты растений (ИЗР) от сорняков.

Оценить перспективы развития и внедрения устойчивых стратегий в контексте обеспечения долгосрочной продовольственной безопасности.

Данный обзор призван стать основой для понимания того, как современные научные достижения и принципы устойчивого развития могут быть применены для эффективного решения проблемы засоренности, минимизируя экологический ущерб и обеспечивая стабильность сельскохозяйственного производства [18].

Проблемы, создаваемые сорными растениями. Сорные растения являются не просто конкурирующими элементами агроэкосистемы; их воздействие носит комплексный характер и затрагивает все стадии сельскохозяйственного производства — от роста культур до качества конечного продукта. Понимание этих проблем критически важно для разработки эффективных и устойчивых стратегий борьбы.

Конкуренция за ресурсы. Основной и наиболее очевидной проблемой является прямая конкуренция за жизненно важные ресурсы: свет, воду и питательные вещества [12]. Соревнование начинается уже на ранних стадиях роста, когда сорняки, часто обладающие высокой энергией прорастания и более мощной корневой системой, активно подавляют культурные растения.

Конкуренция за воду: В засушливых регионах, в том числе в Узбекистане, где сельское хозяйство сильно зависит от ирригации, сорняки могут поглощать значительные объемы воды. Например, некоторые виды сорняков способны испарять в 2-3 раза больше влаги, чем пшеница или хлопчатник [11]. Это приводит к дефициту воды для культурных растений, снижая их тургор и замедляя фотосинтез, что в конечном итоге уменьшает урожайность.

Конкуренция за питательные вещества: Сорняки, как правило, более агрессивно поглощают из почвы основные элементы питания, такие как азот, фосфор и калий. Засоренность посевов может привести к так называемому «голоданию» культурных растений, требуя внесения дополнительных удобрений, что увеличивает затраты и экологическую нагрузку на почву.

Конкуренция за свет: Быстрорастущие сорняки с развитой листовой массой затеняют культурные растения, особенно на ранних стадиях их развития. Недостаток света замедляет фотосинтез, приводит к вытягиванию стеблей и уменьшению количества продуктивных побегов.

Снижение качества и стоимости продукции. Присутствие сорняков на полях влияет не только на количество, но и на качество собранного урожая, что напрямую отражается на его рыночной стоимости. Семена сорняков, попадая в урожай зерновых или масличных культур, загрязняют его, снижая качество сортности и требуют дополнительных затрат на очистку. В случае с хлопчатником, засоренные поля дают урожай с более низким качеством волокна. Некоторые сорняки, такие как амброзия полыннолистная или горец птичий, имеют ядовитые свойства, и их семена в кормовых культурах могут нанести вред скоту [9]. Более того, сорная растительность усложняет механизированную уборку урожая, приводит к поломкам техники и увеличивает время на сбор, что в конечном итоге повышает себестоимость продукции.

Резистентность сорняков к гербицидам. Интенсивное применение химических гербицидов, которое было основой сельского хозяйства последние полвека, привело к серьезной эволюционной проблеме — развитию у сорняков устойчивости, или резистентности, к этим препаратам. Сорные растения, как и любые другие живые организмы, адаптируются к окружающей среде. Постоянное воздействие одного и того же гербицида ведет к тому, что выживают только те особи, у которых уже есть или возникает в результате мутации генетическая устойчивость. Эти устойчивые растения размножают-

ся, и со временем на полях формируются популяции, которые полностью игнорируют ранее эффективные химикаты [1,9].

Масштаб проблемы: на сегодняшний день в мире зафиксировано более 500 биотипов сорняков с резистентностью к различным группам гербицидов. Эта проблема не обошла стороной и страны Центральной Азии. Так, в Узбекистане, где традиционно широко применялись гербициды на хлопковых и зерновых полях, наблюдаются случаи снижения эффективности некоторых препаратов, что ставит под угрозу урожайность и требует пересмотра стратегий борьбы [1,2].

Экономические последствия: Развитие резистентности вынуждает фермеров либо увеличивать дозировку (что усугубляет экологический вред), либо переходить на более дорогие и менее эффективные гербициды, что значительно повышает производственные затраты. В конечном итоге, резистентность сорняков снижает экономическую целесообразность химической защиты.

Таким образом, проблемы, создаваемые сорными растениями, включают в себя экономические, экологические и эволюционные аспекты, что делает поиск устойчивых решений не просто желательным, а жизненно необходимым.

Устойчивые и инновационные подходы к управлению сорняками

В ответ на растущие проблемы, связанные с засоренностью и резистентностью к гербицидам, современная аграрная наука и практика активно разрабатывают и внедряют новые подходы, основанные на принципах устойчивого сельского хозяйства. Эти решения направлены на минимизацию экологического вреда, снижение затрат и обеспечение долгосрочной эффективности.

1. Агроэкологические методы

Агроэкология рассматривает агроэкосистему как целостный организм, где все элементы взаимосвязаны. Управление сорняками в рамках этого подхода строится на использовании природных механизмов подавления.

Севооборот: правильно спланированная ротация сельскохозяйственных культур является одним из самых эффективных и старейших агроэкологических методов. Чередование культур с разным жизненным циклом (яровые/озимые), разными требованиями к почве и способами обработки нарушает циклы развития специфичных для каждой культуры сорняков [13, 15]. Например, включение в севооборот бобовых культур, которые обогащают почву азотом, позволяет снизить засоренность полей, предназначенных для зерновых.

Использование сидератов и покровных культур: выращивание покровных культур (например, ржи, горчицы) в промежутках между основными культурами или в качестве подсева позволяет эффективно подавлять рост сорняков. Эти культуры создают плотный покров, который затеняет почву, препятствуя прорастанию семян сорняков, а также могут выделять вещества, ингибирующие их рост [5, 16]. После завершения своего вегетационного периода покровные культуры заделываются в почву, обогащая её органикой.

Обработка почвы: переход от традиционной вспашки к минимальной или нулевой обработке почвы (No-till) также является важным элементом устойчивого управления. Отказ от глубокой вспашки оставляет семена сорняков на поверхности, где они могут быть уничтожены естественными врагами или неблагоприятными условиями, а также предотвращает вынос новых семян из глубоких слоев [13, 16].

Механическая прополка: Современные технологии возрождают механическую прополку, делая её более точной и менее трудоёмкой. Новые культиваторы оснащаются автома-

тическими датчиками, которые позволяют им работать с высокой точностью, избегая повреждения культурных растений.

2. Биотехнологические подходы

Биотехнологии предоставляют инструменты для решения проблемы сорняков на генетическом и микробиологическом уровнях, открывая новые возможности для повышения устойчивости. **Биогербициды:** Использование природных врагов сорняков — фитопатогенных грибов, бактерий или вирусов — является перспективным направлением. Биогербициды, в отличие от химических, обладают высокой специфичностью, не наносят вреда окружающей среде и не создают риска развития резистентности в том же масштабе. Примеры успешных биогербицидов уже существуют, хотя их коммерческое внедрение пока ограничено из-за сложности производства и нестабильности [4,8].

3. Точное земледелие и цифровые технологии

Цифровизация сельского хозяйства позволяет перейти от «сплошной» обработки полей к точечному, интеллектуальному управлению, что особенно актуально для борьбы с сорняками.

Мониторинг и картирование: с помощью беспилотных летательных аппаратов (дронов), спутниковых снимков и GPS-технологий агрономы могут создавать точные карты засоренности полей [14]. Это позволяет идентифицировать очаги сорняков и оценить их плотность, а также прогнозировать их распространение.

Дифференцированное внесение: на основе карт засоренности разработаны системы, которые позволяют технике (опрыскивателям, культиваторам) вносить гербициды или проводить механическую обработку только там, где это действительно необходимо. Это значительно сокращает расход гербицидов, снижает экологическую нагрузку и экономит ресурсы.

Роботизированные системы: Новейшие инновационные идеи и технические решения включают в себя роботизированные машины, которые могут распознавать сорняки, удалять их механически или с помощью точечного распыления гербицидов. Эти технологии находятся на стадии активного развития, но уже демонстрируют высокий потенциал для устойчивого земледелия. Эти инновационные подходы не являются взаимоисключающими, а, напротив, должны работать в комплексе в рамках системы управления.

Опыт Узбекистана в борьбе с сорняками и перспективы

Сельское хозяйство Узбекистана, являясь ключевым сектором экономики, сталкивается с уникальными вызовами, связанными с проблемой сорных растений. Характерные для региона засушливый климат, высокие летние температуры и широкое распространение ирригации формируют специфический видовой состав и динамику засоренности, что требует особых подходов к их управлению.

Основные сорные растения и текущие методы борьбы

В агроэкосистемах Узбекистана, особенно на хлопковых, зерновых и овощных полях, доминируют такие сорные растения, как гумай (*Sorghum halepense*), свинорой пальчатый (*Cynodon dactylon*), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*), лебеда татарская (*Atriplex tatarica*) и другие. На орошаемых землях, в частности на рисовых полях, особую проблему представляют водные сорняки, такие как ежевник обыкновенный (*Echinochloa crus-galli*) и частуха (*Alisma plantago-aquatica*) [1,2].

Традиционные методы борьбы в Узбекистане включают комбинацию:

Ручная прополка: широко применяется на хлопковых и овощных полях, где ручной труд остается важным, хотя и затратным компонентом.

Механическая обработка: Культивация и междурядная обработка используются для подавления сорняков в пропашных культурах.

Химическая обработка: Широкое применение гербицидов, особенно на хлопковых и зерновых полях, является доминирующим методом.

Несмотря на это, наблюдается снижение эффективности традиционных подходов. Интенсивное использование одних и тех же классов гербицидов привело к появлению устойчивых популяций сорняков. Кроме того, высокая плотность сорняков в условиях жаркого климата и орошения способствует их быстрому восстановлению после обработки.

Вызовы и необходимость перемен

На современном этапе развития сельского хозяйства Узбекистана проблема сорняков требует новых, комплексных решений по нескольким причинам:

1. Экологические риски: интенсивное использование гербицидов в условиях ирригации может приводить к загрязнению грунтовых и поверхностных вод, что угрожает здоровью населения и экосистемам.

2. Водные ресурсы: сорняки, конкурируя с культурами за воду, усугубляют проблему дефицита водных ресурсов, которая является одной из главных угроз для сельского хозяйства Центральной Азии.

3. Экономическая эффективность: рост цен на гербициды и снижение их эффективности из-за резистентности приводят к увеличению производственных затрат для фермеров, снижая их доходы.

4. Продовольственная безопасность: Замедление темпов роста урожайности, вызванное засоренностью, ставит под угрозу планы по обеспечению продовольственной безопасности страны и расширению экспорта сельскохозяйственной продукции.

Перспективы внедрения интегрированной защиты растений (ИЗР)

Интегрированная защита растений (ИЗР) - это системный подход, который сочетает в себе различные методы контроля сорняков (агротехнические, биологические, механические, химические) с целью минимизации их вредоносности при наименьшем экономическом и экологическом ущербе [6,7]. Для Узбекистана внедрение ИЗР является наиболее перспективной стратегией.

Адаптация ИЗР: ИЗР может быть адаптирована к местным условиям путем:

Оптимизации севооборота: Включение в севооборот культур с разными требованиями к обработке почвы (например, зерновые с минимальной обработкой, хлопчатник с глубокой) может эффективно бороться с различными типами сорняков.

Применение покровных культур: Использование сидератов, таких как рожь или вика, в промежутках между основными культурами может снизить засоренность и улучшить почву.

Точечное применение гербицидов: Внедрение технологий точного земледелия позволит фермерам вносить гербициды только в те места, где это необходимо, сокращая их расход на 50-70% [12].

Использование биологических методов: Исследования и внедрение биогербицидов, основанных на местных штаммах фитопатогенов, может стать экологически чистым

и эффективным решением.

Роль государства и науки:

Научно-исследовательские институты: Узбекские НИИ должны активно проводить исследования по резистентности сорняков, разработке адаптированных севооборотов и поиску биологических агентов.

Образование и просвещение: необходимо обучать фермеров принципам ИЗР, демонстрируя её экономическую и экологическую выгоду.

Государственная поддержка: создание программ субсидирования для внедрения технологий точного земледелия и приобретения биологических средств защиты будет стимулировать фермеров к переходу на устойчивые практики.

Таким образом, переход от преимущественно химического подхода к комплексной системе ИЗР является стратегически важным направлением для сельского хозяйства Узбекистана. Это позволит не только эффективно контролировать сорняки, но и обеспечить долгосрочную устойчивость агропромышленного комплекса в условиях ограниченных ресурсов и климатических изменений.

Заключение. Проблема сорных растений остается одним из главных вызовов для мирового сельского хозяйства, угрожая продовольственной безопасности и экономической стабильности. Как показал анализ, традиционный подход, основанный на интенсивном применении химических гербицидов, истощает свои возможности из-за экологических рисков и повсеместного развития резистентности. Это делает переход к новым, более устойчивым стратегиям жизненно необходимым.

Современные инновационные подходы предлагают ком-

плексный набор решений, который позволяет эффективно контролировать сорняки, минимизируя негативное воздействие. Агроэкологические методы, такие как севооборот и использование покровных культур, создают условия, неблагоприятные для развития сорняков, в то время как биотехнологии предоставляют инструменты для создания устойчивых культур и биологических средств борьбы. Цифровые технологии и устойчивое современное земледелие, в свою очередь, позволяют оптимизировать все процессы, делая управление засоренностью более эффективным и экономичным.

Опыт Узбекистана показывает, что страна сталкивается с теми же проблемами, что и мировое сообщество, но в условиях ограниченных водных ресурсов и жаркого климата эти вызовы приобретают особую остроту. Внедрение интегрированной защиты растений (ИЗР) является наиболее перспективным направлением для республики. Системный подход, включающий адаптацию севооборота, использование покровных культур и точечное применение современных технологий, позволит значительно снизить зависимость от химических гербицидов, повысить устойчивость агроэкосистем и обеспечить долгосрочную продовольственную безопасность.

Успешная реализация этих стратегий требует совместных усилий: правительства, предоставляющего экономические стимулы и создающего законодательную базу; научного сообщества, разрабатывающего новые технологии и сорта; и, конечно, самих фермеров, внедряющих новые, более устойчивые практики. Только такой междисциплинарный подход позволит превратить проблему сорняков из угрозы в возможность для построения по-настоящему устойчивого и продуктивного сельского хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Дехканов, А. А. (2022). Развитие резистентности сорняков к гербицидам в условиях хлопководства Узбекистана. Ташкент: Fan.
2. Эргашев, Э. Э. (2023). Состав и распространение сорных растений в ирригуемых районах Узбекистана. Аграрная наука Узбекистана, 3(2), 34–42.
3. Bawden, R. J. (1995). The Earth only endures: The principles and practices of sustainable agriculture. *Journal of Agricultural Science*, 124(3), 321–334.
4. Charudattan, R. (2001). Biological control of weeds by microorganisms: A comprehensive review. *Journal of Crop Production*, 4(1–2), 1–28.
5. DiTomaso, J. M., & Healy, E. A. (2007). Weeds of California and other western states. University of California Agriculture and Natural Resources.
6. FAO. (2018). The state of food and agriculture 2018: The global challenge of weeds. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
7. FAO. (2019). Integrated pest management: Guidelines and principles. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
8. Gurevich, V., & O'Hara, P. (2020). A review of genetic engineering for weed management. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(19), 5275–5285.
9. Heap, I. (2014). Global perspective of herbicide-resistant weeds. *Pest Management Science*, 70(11), 1699–1705.
10. International Survey of Herbicide-Resistant Weeds (IWMSS). (2024). Global herbicide resistance database. <http://www.weedscience.org>
11. Korres, N. E., Norsworthy, J. K., & Steppuhn, H. (2017). Crop-weed competition for water and nutrients: A review. *Weed Research*, 57(1), 1–13.
12. Kropff, M. J., & van Laar, H. H. (2000). Modeling crop–weed interactions. CAB International.
13. Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *The Nature of Sustainable Agriculture*, 1, 199–228.
14. Lati, R. N., & O'Hanlon, J. P. (2021). The use of drones for weed management: A review. *Weed Science*, 69(1), 101–115.
15. Liebman, M., & Gallandt, E. R. (1997). Many little hammers: Agroecology, weed control and the management of weed seedbanks. *Weed Science*, 45(4), 519–522.
16. Miralles-Crespo, A., & Pérez, E. (2019). The potential of cover crops in weed management. *Agronomy*, 9(7), 358.
17. Oerke, E. C., & Dehne, H. W. (2004). Safeguarding production—Losses in major crops and the role of crop protection. *Crop Protection*, 23(4), 275–285.
18. Vollmer, M. P., & O'Hanlon, R. F. (2020). Integrated weed management: An ecosystem approach. *Journal of Agricultural Science*, 158(2), 173–186.