DOI <http://dx.doi.org/10.18551/rjoas.2016-01.09>

**БИОЛОГИЗАЦИЯ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ - ВАЖНЕЙШИЕ НАПРАВЛЕНИЯ
ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В СТЕПНЫХ УСЛОВИЯХ**
BIOLOGIZATION AND RESOURCE SAVING - THE MOST IMPORTANT DIRECTIONS
OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE IN THE STEPPE CONDITIONS

**Кислов А.В., Глинушкин А.П.*, Кашеев А.В., Синиговец М.Е.,
Умнов А.М., Несват А.П., научные сотрудники**

Kislov A.V., Glinushkin A.P., Kasheev A.V., Sinigovech M.E.,
Umnov A.M., Nesvat A.P., Researchers

ВНИИ фитопатологии, Московская область, Россия

All-Russian Research Institute of Phytopathology, Moscow Region, Russia

Лобков В.Т., профессор

Lobkov V.T., Professor

Плыгун С.А., доцент

Plygun S.A., Associate Professor

ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, Орел, Россия

Orel State Agrarian University, Orel City, Russia

*E-mail: glinale@gmail.com

АННОТАЦИЯ

Повышение устойчивости земледелия в России при растущем спросе на продовольствие, стремлении снижения импорта и экономии внутренних резервов на техническое перевооружение и интенсификацию сельскохозяйственного производства во-многом определяет необходимость освоения в каждом хозяйстве биологизированных систем земледелия. Перспективным представляется такая возможность на принципах освоения экологически и экономически обоснованных севооборотов с регулируемым поступлением органического вещества в почву. Органическое вещество определенного качества, как основы воспроизводства почвенного плодородия, и ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур с учетом требования культур и агроэкологических условий. Такие подходы возможны для исключения токсикозов почвы, и самые перспективные в рентабельном отношении при вложении средств или их ограниченности. 25 летние исследования показывают стабильные возможности получения рентабельного производства, но также наводят на необходимость проведения исследований содержания токсинов и их продуцентов в растительных остатках. Исключение таких факторов повысит риск вложения в долгосрочное производство сельскохозяйственных культур. Смешанные посевы, особенно многолетних культур практически в 2 раза эффективнее чем посев суданской травы. Отдельные культуры до десяти раз менее эффективны по сравнению со злакособовыми травами. Наличие практически одинаковых патогенных организмов у таких культур и приводит к падению их привлекательности как по накоплению биорганической массы, так и не всегда рентабельно в прямом целевом использовании.

ABSTRACT

Increased sustainability of agriculture in Russia, with growing demand for food, the desire to reduce imports and save internal resources for modernization and intensification of agricultural production in many respects determines the need for development in every sector biologizing farming systems. Promising the opportunity to develop the principles of ecologically and economically sound crop rotation with an adjustable intake of organic matter in the soil. The organic matter of a certain quality, as the basis for the reproduction of soil fertility, and resource-saving technologies of cultivation of agricultural crops, taking into

account the requirements of crops and agro-ecological conditions. Such approaches are possible in order to avoid soil toxicosis, the most promising and cost-effective in relation to when investing or limitations. 25 years of research show stable opportunities for cost-effective production, but also suggest the need for studies of content producers and their toxins in plant residues. Excluding these factors increase the risk of investment in long-term crop production. Mixed crops, particularly perennial crops almost 2 times more effective than planting sudan grass. Individual culture up to ten times less effective in comparison with cereals, legumes. The presence of nearly identical pathogen in these cultures and leads to a drop in their attractiveness as an accumulation of biorganic mass and not always cost-effective to use in a live target.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Биологизация земледелия, степь, севооборот, резистентность, агроэкологические условия, качество органических остатков, фитопатогены, токсины.

KEY WORDS

Biologization farming steppe, crop rotation, resistant, agro-ecological conditions, quality of organic residues, phytopathogens, toxins.

Черноземы в России занимают 68,5 млн га пашни, где хорошие агроэкологические свойства почвы и большой размер полей создают определенные предпосылки для широкого применения минимальных технологий обработки почвы и использования высокопроизводительных широкозахватных комбинированных машин и орудий, а также современных информационных технологий с элементами точного земледелия.

Важное значение в повышении биологической активности почвы и воспроизводстве гумуса имеет ежегодное пополнение почвы органическим веществом, что является важной функцией севооборота [1,2,3]. Кроме того, в органической форме в почве аккумулировано 98% запасов азота, 60% фосфора, 80% серы [4]. Также в почве содержатся группы организмов фитопатогенного статуса, попадающие туда разными путями [3,5].

Факт процессов повсеместных потерь черноземами за последние 35-40 лет более одной трети гумуса, относится к недостаточным внесению органических и минеральных удобрений, развитием эрозийных процессов. Дегумификация, ухудшение фитосанитарного состояния, снижение обеспеченности почвы минеральными элементами и дестабилизация экологической обстановки в целом продолжается в настоящее время. Однако, современные требования к эффективному развитию сельскохозяйственного производства, кроме экологических и биологических факторов по сохранению почвенного плодородия, требуют достижения других показателей рентабельности. Это напрямую влияет на обеспечение более высокого уровня жизни, быта, культуры, образования в сельских территориях [2, 5, 6, 7,8]. В тоже время продолжающийся рост цен на технику, удобрения, ГСМ и химические средства защиты растений при более низком в 3-4 раза биологическом потенциале по сравнению со странами Европы и Америки не позволяет обеспечивать в полной мере конкурентное производство. Подходы больших процессов интенсификации технологических процессов, не всегда рентабельны [9, 10]. Это требует освоения биологизированных систем земледелия, обеспечивающих рациональное использование всех природных ресурсов. Нами рассматривается возможным успешный вариант, применение биологических приемов повышения почвенного плодородия и менее затратных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, с контролем патогенных организмов и их токсинов как на растительных остатках так и в почве.

Проведенные нами в течении 25 лет стационарные исследования в зоне южных черноземов позволили разработать биологизированную адаптивно-ландшафтную

систему земледелия для степных районов Южного Урала и Поволжья, сущность которой можно изложить в виде следующих инновационных положений.

Освоение севооборотов на экологической основе с учетом продуктивности и средообразующего влияния культур на плодородие почвы: – зерновые культуры наиболее выгодно выращивать в 4-5-польных севооборотах с чистым паром, высокая урожайность достигается за счет озимых по пару и положительного последствия пара по регулированию фитосанитарного состояния полей в течение ротации, урожайность в среднем по зернопаровому севообороту составила 17,6 ц/га, против 12,2-13,9 ц/га в севооборотах с занятым паром;

- высокая продуктивность севооборотов достигается также при включении в севооборот кукурузы и сорго на зерно – 17,2 ц/га, но средняя себестоимость зерна при этом возрастает на 21,5% , а затраты труда - на 11%;

- между зерновыми культурами в севообороте следует размещать культуры из других семейств: так введение в севообороте «пар чистый - озимая пшеница – яровая пшеница – яровая пшеница – ячмень» вместо яровой пшеницы после озимой, нута, гороха, кукурузы на силос, гречихи, зернового сорго на сенаж, проса повысило урожайность повторной пшеницы на 20, 18, 25, 35 и 13%. При этом с биомассой соломы нута, яровой пшеницы, гороха и гречихи возвращается в почву 13,0-24,7 кг/га д.в. азота, 2,8-3,8 кг/га фосфора и 6,5-65,2 кг/га калия;

- кормовые культуры более выгодно с целью сокращения транспортных расходов и сроков уборки выращивать в прифермерских севооборотах, наиболее продуктивными культурами являются кукуруза на силос и зерно, сорго на зерносенаж, суданская трава и её смеси с однолетним донником, злаковобобовые зерносмеси на сенаж (ячмень, овес в смеси с горохом);

- организация нового землеустройства в хозяйствах на агроэкологической основе с использованием спутникового мониторинга, системы GPS и компьютерной программы;

- многолетние травы дают самый дешевый корм, требуют меньших затрат и их следует выращивать в зернотравяных севооборотах на ограниченно пахотнопригодных и травопольных на пахотно-непригодных землях;

- по выходу органических остатков культуры располагаются в следующем порядке: многолетние бобово-злаковые травосмеси – 11,7 т/га после 5 года жизни, донник желтый – 6,6-6,8 т/га, суданская трава – 5,6-7,9, кукуруза – 3,9-4,0, яровые и озимые зерновые – 5,1-6,3 т/га, зернобобовые - 2,5-3,3 т/га;

- севооборот является основой культуры земледелия и внедрения ресурсосберегающих технологий, но при этом важное значение имеет правильный уход за чистым паром: при высокой засоренности многолетними сорняками и внесении навоза целесообразна культурная вспашка, при хорошем осенне-зимнем увлажнении после стерневых предшественников и подсолнечника возможно оставление стерни и стеблей подсолнечника для снегозадержания, но первое весеннее мелкое рыхление на 10-12 см при этом проводится, как можно раньше при наступлении физической спелости почвы комбинированными культиваторами по стерне или дискаторами после подсолнечника;

- при уходе за чистым паром возможно применение гербицидов в июне-июле в борьбе с многолетними сорняками, но при этом обязательной является первая культивация весной после обильного отрастания малолетних сорных растений;

- при невозможности посева озимых из-за иссушения верхнего слоя почвы во время паровых культиваций весной, по пару более выгодно вместо яровой пшеницы, урожайность которой зависит от выпадения осадков в период кущения, выращивать культуры со стержневым корнем, в частности горох. В среднем за 3 года урожайность озимой ржи по черному пару составила 27,7 ц/га, озимой пшеницы – 18,2, гороха – 16,8, нута – 12,4, яровой пшеницы мягкой – 12,5 и твердой – 9,2 ц/га.

В освоенных зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах важнейшим направлением ресурсосберегающих технологий является минимализация обработки почвы и применение высокопроизводительных комбинированных машин:

- главным условием эффективности минимализации обработки почвы является регулирование численности сорняков на уровне экономического порога вредоносности, длительная минимализация обработки приводила к некоторому увеличению засоренности многолетними сорняками до 4,5 шт./м² по сравнению с разноглубинной вспашкой (0,2 шт./м²) и комбинированной обработкой (0,8 шт./м²), но не увеличивала численность малолетников;

- урожайность зерновых на минимальных фонах особенно снижалась после кукурузы на силос вследствие чрезмерного уплотнения почвы и после озимой ржи из-за её осеннего отрастания вследствие потерь зерна при уборке;

- при содержании гумуса в почве около 4% черноземы способны к разуплотнению, когда равновесная плотность составляет 1,25-1,27 г/см³ и является оптимальной для зерновых, так как даже при влажности, раной НВ, объем пор, занятых воздухом, составляет около 15% от объема почвы, что достаточно для зерновых культур и урожайность при замене нулевых обработок мелкими рыхлениями снижалась всего с 1,73 т/га при разноглубинной вспашке до 1,69 т/га, т.е. всего на 40 кг/га;

- отказ от осенней обработки и проведение прямого посева стерневыми сеялками по стерне даже в оптимальные сроки снижал урожайность уже до 1,58 т/га, ещё большее снижение будет при задержании посева от оптимальных сроков;

- минимальные системы обработки, включающие мелкое осеннее рыхление под яровые зерновые культиватором Смарагд на 10-12 см и посев стерневыми сеялками снижает затраты ГСМ до 13,2 кг/га, труда – 0,41 чел./час, прямые затраты – до 199 руб./га по сравнению с раздельным проведением вспашки, боронования, предпосевной культивации, посева дисковыми сеялками и прикатывания где они, соответственно, составили 30,7 кг/га., 1,21 чел./час и 460,5 руб./га;

- на минимальных фонах и по стерне без обработки целесообразно весной проводить посев стерневыми сеялками с рассекателями семян, раздельное проведение культивации и посева дисковыми сеялками вследствие разрыва во времени приводит к иссушению почвы, снижению полевой всхожести семян и урожайности зерновых и зернобобовых, кроме проса, под которое проводится две предпосевные культивации.

Важнейшим условием ресурсосберегающих технологий является воспроизводство органического вещества и гумуса, как главных показателей плодородия почвы:

- благодаря снижению минерализации и ежегодному внесению органики в почву в виде соломы содержание гумуса к концу третьей ротации через 17 лет на минимальных фонах увеличилось на 0,2-0,5% по сравнению с разноглубинной вспашкой и комбинированной обработкой;

- при этом содержание макроэлементов в пахотном слое (азота, фосфора и калия) осталось существенно на одинаковом уровне;

- при внесении соломы озимых, нута, яровой пшеницы и стеблей подсолнечника только за третью ротацию поступление органики составило 20,6 т/га на разноглубинной вспашке, 21,3-31,7 при безотвальном и мелком рыхлениях и 22,3 т/га на нулевой, а содержание макроэлементов составило в органике: азота – 228,6-248,0 кг/га, фосфора - 50,1-55,3 кг/га и калия – 257,7-281,2 кг/га;

- при внесении соломы в почву вынос с урожаем зерна сокращается у зерновых: азота – на 35-47%, фосфора – на 31-57% и калия в 2,8-4,3 раза;

- для повышения эффективности соломы как удобрения её необходимо вносить в почву вместе с азотом – 8-10 кг на 1 т путем вспашки, а если азот не вносится, то заделывать в поверхностном слое дисковыми орудиями;

- внесение азота с соломой не эффективно под зернобобовые и после них.

Многостороннее изучение различных приемов повышения рентабельности производства сельскохозяйственных культур на орошении [11], в богарных условиях [12], при применении комбинированных смесей культур, других инноваций [13,14,15]. Показывает новые возможности по выходу из ограниченного рентабельного производства. Важно учитывать и другие оценки эффективности при разработке новых

технологий, систем производства [16, 17]. В последние десятилетия массовое производство органической продукции для прямых энергетических целей [18,19,20], для степных условий дает новые горизонты. Так если фитосанитарное состояние растительных остатков вызывает сомнения, либо прямо может вызывать накопление фитопатогенов в почве. Вызывая также угрозу токсикозов почв, направляет наши мысли на формирование системы биопереработки растительных отходов. Анализ широко опубликованных материалов показывает, что в засушливых условиях такие возможности практически не рассматриваются. В России имеется в засушливых условиях значительные площади под орошением, однако наши исследования также выявили и там проблему токсикозов при поражении растений различными фитопатогенами. Получается, что в условиях имеющихся ресурсов в т.ч. материально технических, космического зондирования нужно отрабатывать разные стратегии развития сельскохозяйственного производства.

С меньшей рентабельностью, но более высокой степенью надежности работают, ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых на основе минимализации обработки почвы и использования высокопроизводительных комбинированных агрегатов и элементов точного земледелия. Применения остаточной (солома, другие растительные остатки) продукции растениеводства в качестве удобрения представляют собой одно из важнейших направлений повышения эффективности растениеводства в степных условиях России. Однако нужно начинать учитывать их фитосанитарное состояние и альтернативные пути утилизации в случаях необходимости.

Усиливающийся фитосанитарный дисбаланс, отсутствие устойчивых к фитопатогенам сортов, возрастающий состав почвенных грибов патогенов. Вносит значительный риск накопления микотоксинов - ограничителей продуктивности культур. Также может служить риском для развития экспортоориентированного производства по наличию токсинов не определяемых в России, но уже приносящих серьезные последствия по здоровью в других странах.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин / М.: Колосс, 1996. – 365 с.
2. Кислов А.В. Биологизация и проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия в степной зоне Южного Урала и Поволжья / А.В. Кислов / Оренбург: Издательский центр ОГАУ. – 2015. – 289 с.
3. Соколов М.С., Глинушкин А.П., Торопова Е.Ю. Средообразующие функции здоровой почвы - фитосанитарные и социальные аспекты. *Агрохимия*. 2015. № 8. С. 81-94.
4. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л.Н. Александрова. – Л.: Наука, 1980
5. Соколов М.С., Марченко А.И. Экологический мониторинг здоровья почвы в системе "овос" (методология выбора критериев оценки) / *Агрохимия*. 2013. № 3. С. 3-18.
6. Лобков В.Т. О роли биологических факторов в токсичности почвы под бессменными посевами полевых культур // *Сельскохозяйственная биология*. 1989. № 5. С. 80.
7. Дудкин В.М., Лобков В.Т. Биологизация земледелия: состояние и пути совершенствования (аналитический обзор) // *Земледелие*. 1990. № 6. С. 6.
8. Лобков В.Т. Биологизация земледелия и почвозащитный комплекс // *Земледелие*. 1997. № 1. С. 8.
9. Лобков В.Т. Биоразнообразие в агроэкосистемах как фактор оптимизации биологической активности почвы // *Почвоведение*. 1999. № 6. С. 732.
10. Савич В.И., Парахин Н.В., Сычев В.Г. и др. Почвенная экология // Орловский государственный аграрный университет. Орел, 2002.
11. Дубенок Н.Н. Приоритеты научного обеспечения развития мелиорации // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2014. № 1. С. 96-104.

12. Кислов А.В., Диденко В.Н., Кашеев А.В., Грекова Н.В. Совершенствование севооборотов за счёт подбора культур по пару в степной зоне Южного Урала//Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 3. С. 19-22.
13. Дубенок Н.Н., Мушинский А.А., Несват А.П., Глинушкин А.П. Эффективность возделывания одновидовых и двухкомпонентных смесей бобовых и злаковых культур на корм в степной зоне Южного Урала// Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 6. С. 44-47.
14. Нарушев В.Б., Куанышкалиев А.Т., Мажаев Н.И., Желмуханов Т.А. Приёмы ресурсосберегающей технологии возделывания сафлора в степном Поволжье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 5 (49). С. 63-65.
15. Нарушев В.Б., Бегишанова З.Б. Повышение продуктивности агроценозов и сохранение плодородия почв при возделывании смешанных посевов могара и сои в степном Поволжье//Плодородие. 2013. № 1. С. 34-35.
16. Walsh M. E. et al. Bioenergy crop production in the United States: potential quantities, land use changes, and economic impacts on the agricultural sector //Environmental and Resource Economics. – 2003. – Т. 24. – №. 4. – С. 313-333.
17. Лобков В.Т., Абакумов Н.И., Кружков А.Н. Экономическая и биоэнергетическая оценка факторов биологизации в звене севооборота // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2009. Т. 19. № 4. С. 10-14.
18. Скороходов В.Ю., Зоров А.А., Глинушкин А.П. Продуктивность и фитосанитарное состояние беспаровых короткоротационных севооборотов и бессменных посевов на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. Т. 2. № 30-1. С. 30-33.
19. McLaughlin S.B., Walsh M.E. Evaluating environmental consequences of producing herbaceous crops for bioenergy //Biomass and Bioenergy. – 1998. – Т. 14. – №. 4. – С. 317-324.
20. Volk T.A. et al. Growing fuel: a sustainability assessment of willow biomass crops //Frontiers in Ecology and the Environment. – 2004. – Т. 2. – №. 8. – С. 411-418.