

The paper presents the main characteristics of the soil resources of the Ulyanovsk region (soil type, humus content, Vigny phosphorus and potassium, erosion zoning of territory).

УДК 631.874:631.559

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ СИДЕРАЦИИ В СОВРЕМЕННОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Лошаков В.Г., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБНУ ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова,
E-mail: LVG36@yandex.ru

Ключевые слова: экология, сидерация, плодородие почвы, гумус, агроэкосистема, эрозия почвы, пожнивные культуры.

В работе отмечается значение научно-технического прогресса в развитии мирового и российского земледелия и одновременно показана теневая сторона техногенных технологий, которые стали причиной экологических проблем постоянно возобновляемого источника энергии в земледелии, обеспечивающего экологическую устойчивость современных агроэкосистем.

Научно-технический прогресс, достижения научной агрономии, несмотря на две мировые войны, частые засухи, наводнения, другие социальные и природные катаклизмы за последнее столетие изменили земледелие нашей планеты до неузнаваемости. Начало этим изменениям было положено еще на заре развития научного земледелия – при замене средневекового трехполья плодосменной системой земледелия, что позволило западноевропейским странам в течение одного столетия (1780-1880 гг.) увеличить урожайность озимой пшеницы с 7 ц/га до 15 ц/га [1].

В последующий – уже полувековой период (1880-1930 гг.) производство и применение минеральных удобрений на фоне плодосменной системы земледелия позволило повысить урожайность пшеницы в этих странах до 30 ц/га, то есть вдвое. А суммарное увеличение производительности земледелия за полтора столетия стало четырехкратным.

Очередной вехой на пути развития мирового земледелия стала «зеленая революция», которая, начиная с 50-х годов прошлого столетия, последовательно охватила все континенты мира. Она выразилась в том, что достижения биологических наук позволили совершить прорыв в селекции сельскохозяйственных культур и повысить биологиче-

ский потенциал и продуктивность новых сортов и гибридов зерновых, технических, кормовых и других культур в несколько раз [2].

Параллельно с этим развитие химической и других смежных наук в дополнение к минеральным удобрениям поставило на службу земледелия еще один важный фактор его интенсификации – химические средства защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, регуляторы роста растений [3].

Все это в сочетании с другими достижениями научно-технического прогресса позволило многим странам мира перейти в земледелии на интенсивные технологии и увеличить за послевоенные 70 лет производство зерна и другой растениеводческой продукции в 2-3 раза [4].

Поэтому несмотря на то, что за это же время население планеты увеличилось с 2 до 7 млрд. человек, а площадь сельскохозяйственных угодий в расчете на 1 человека сократилась вдвое, глобального голода население нашей планеты не испытывает [3]. Обеспечивая потребности интенсивно развивающегося земледелия, мировой рынок минеральных удобрений за последние 50 лет увеличился в 5 раз, достигнув в последнее время ежегодного их потребления 185-190 млн. тонн в пересчете на содержание питательных веществ [4].

Как и во всем мире, в нашей стране накануне реформирования АПК в конце 1980-х гг. земледелие носило техногенный характер. Во второй половине XX века при широкой химизации земледелия воспроизводство плодородия почвы в Российской Федерации осуществлялось, главным образом, за счет минеральных удобрений, применение которых за период с 1965 по 1990 год увеличилось с 20 кг до 88 кг питательных веществ на 1 га посевной площади [5].

В интегрированной системе защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, в оптимизации условий вегетации сельскохозяйственных растений большую роль играли пестициды, регуляторы роста и другие химические препараты, которыми до 1990 года обрабатывалась большая часть посевной площади нашей страны [3]. В этих условиях стали возможными специализация земледелия и применение интенсивных технологий возделывания основных видов сельскохозяйственных культур. Они сыграли положительную роль в развитии земледелия Советского Союза [3,5].

Однако за достижения научно-технического прогресса в земледелии приходится платить большими экологическими потерями. И одновременно с интенсификацией и специализацией земледелия на техногенной основе в АПК развивались и негативные процессы – загрязнение почвы, грунтовых вод и водоемов остаточными веществами

минеральных удобрений, пестицидов, тяжелыми металлами, метаболитами, продуктами разрушения почвы водной и ветровой эрозией [4,5,7,8]. В 90-е годы прошлого столетия, несмотря на резкое падение уровня химизации земледелия нашей страны, оно не стало от этого экологически более безопасным, и экологические проблемы стали серьезным препятствием на пути дальнейшего развития сельского хозяйства, создали реальные угрозы для среды обитания человека [3,4,6].

В Московской, Ленинградской и в других промышленных зонах Центра России, в бассейнах крупных рек европейской части нашей страны антропогенная нагрузка уже давно превысила установленные нормативы. Практически все поверхностные источники водоснабжения в этом регионе подвергаются загрязнению. Экологическое состояние бассейнов крупнейших рек – Волги, Оки, Москвы-реки и их притоков оценивается как «загрязненное» или «сильно загрязненное» [5,6].

В нашей стране 125 млн. сельскохозяйственных угодий, или 60 % их общей площади, находятся в районах проявления водной и ветровой эрозии. Из них 58 млн. га подвержено эрозии, в результате чего утрачена значительная часть самого плодородного – гумусового слоя почвы, и урожайность полей на таких почвах снижается на 30-70 % [4,5]. Водная и ветровая эрозия не только уничтожает самую плодородную часть почвы и приводит к большим потерям урожая. Она является прямым источником загрязнения окружающей среды, причиной нарушения экологического равновесия в агроландшафтах. Продукты эрозионного разрушения почвы – различные химические соединения – загрязняют реки, озера, луга и пастбища, отравляют грунтовые воды.

Такая ситуация в АПК нашей страны связана, прежде всего, с экологической неграмотностью тех, кто работает на земле, с низкой культурой земледелия, когда нарушаются севообороты и технология обработки почвы, игнорируются мероприятия по защите почвы от эрозии, а сельскохозяйственных растений – от вредителей, болезней и сорняков, не соблюдаются правила хранения и использования минеральных удобрений, пестицидов и других средств химизации в земледелии.

Это является также результатом того, что со стороны государства ослаблен, а в ряде случаев утрачен контроль за соблюдением экологической дисциплины в АПК, за соблюдением законодательных актов о рациональном использовании земли и защите ее от эрозии. Защита почвы от водной и ветровой эрозии одновременно является важным экологическим фактором, позволяющим защитить окружающую среду от загрязнения продуктами разрушения почвы.

Возможности широкого использования агрохимикатов породили у некоторых землевладельцев иллюзию о том, что на этом фоне можно

отказаться от севооборотов и пойти по пути упрощенного хозяйствования на земле, реализуя преимущества специализации земледелия.

Однако результаты широкомасштабных многолетних исследований в нашей стране по севооборотам и применению удобрений показали, что:

1. При самом высоком уровне интенсификации земледелия применение удобрений, пестицидов не может заменить высокую эффективность правильного, научно обоснованного севооборота. И самые интенсивные агротехнологии становятся бессильными, если нарушается севооборот [5]. Это проявляется повсеместно в практике современного земледелия и подтверждается обобщенными данными многочисленных исследований, проведенных по программам Координационного совета по севооборотам в научных учреждениях ВАСХ-НИЛ - РАСХН в 70-90 гг. прошлого и в начале нынешнего столетия (таблица).

Таблица – Влияние севооборота и удобрений на урожайность полевых культур, т/га (5).

Культура	Без удобрений			С удобрениями		
	Бес- сменный посев	Сево- оборот	Прибавка от севооборота, %	Бес- сменный посев	Сево- оборот	Прибавка от сево- оборота, %
Оз. пшеница	2,03	3,38	66,5	2,88	4,42	53,4
Яр. пшеница	1,26	1,89	50,0	1,87	2,51	34,2
Оз.рожь	1,11	1,92	73,0	2,23	3,07	37,7
Ячмень	1,31	1,98	51,1	2,26	2,97	31,4
Овес	0,92	1,42	54,3	1,43	1,86	30,0
Картофель	10,94	14,05	28,4	18,94	23,05	21,7
Кукуруза сн.	16,47	19,95	21,1	29,21	31,37	7,4
Свекла сахар- ная	6,99	16,99	143,0	18,18	30,18	66,0
Подсолнечник	1,36	2,13	157,6	1,64	2,45	149,3

2. По-прежнему научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур на полях обеспечивает высокий коэффициент использования воды, питательных веществ почвы и удобрений, лучшее их накопление и сохранение в почве, способствует поддержанию благоприятных физических свойств почвы, защите ее от водной и ветровой эрозии, а растений – от вредителей, болезней и сорняков. В конечном итоге это дает высокие и устойчивые урожаи и эффективное использование удобрений и других средств интенсификации земледелия.

3. Современное многоукладное земледелие порождает сложный комплекс взаимосвязанных задач, в том числе и экологических. Их решение возможно лишь на основе системного подхода с помощью севооборота, который является многофункциональной основой современных систем земледелия и агротехнологий. На севооборот, как на стержень, нанизываются другие экологически важные звенья системы земледелия – система обработки почвы, система удобрений, система защиты почвы от эрозии, а растений – от вредителей, болезней и сорняков и т.д. [4,5,7,9].

4. В условиях специализации и интенсификации земледелия севооборот является основой биологизации земледелия, которая создает благоприятные предпосылки для ведения экологически чистого земледелия. Они реализуются путем оптимизации структуры посевных площадей и строгого соблюдения закона плодосмена, за счет расширения площади посевов многолетних трав, бобовых, промежуточных, сидеральных культур – зеленого удобрения [5,6].

Анализ агроклиматических ресурсов и структуры посевных площадей в основных земледельческих регионах страны показывает, что зеленое удобрение может найти широкое применение во всех почвенно-климатических зонах как в виде парозанимающих культур, так и в виде промежуточных посевов [5,7,9]. Они могли бы занимать в нашей стране до 19 млн. га ежегодно [9].

Основное предназначение сидерации – пополнение запасов органического вещества в почве. Зеленое удобрение является идеальной формой органического вещества, в составе которого находится полный набор питательных веществ, необходимых для роста и развития культурных растений.

Урожайность основных сидеральных культур – различных видов люпина, сераделлы, донника и других бобовых сидератов в занятых парах Нечерноземной зоны достигает 400-500 ц/га зеленой массы, удобрительная ценность которой не уступает подстилочному навозу хорошего качества. В зеленой массе таких сидератов содержится 200-250 кг/га азота, что при их запашке в почву равноценно внесению 6-7 ц/га дорогой аммиачной селитры [9].

Но самостоятельная форма сидерации бывает не выгодной, так как сидеральное поле в течение года не дает товарной продукции. Поэтому экономически выгоднее промежуточная форма сидерации в виде пожнивных, подсевных, поукосных, озимых и других промежуточных культур [2,9].

В условиях Центрального района Нечерноземной зоны перспективными сидеральными культурами являются пожнивные по-

севы горчицы белой, рапса, редьки масличной, фацелии. Установлено, что наибольшей устойчивостью к изменениям погодных условий по годам в пожнивный период здесь отличается горчица белая. Ее растения обладают хорошей устойчивостью к ранне-осенним заморозкам, быстрым ростом, и за 45-50 августовско-сентябрьских дней способны накопить 20-30 т/га зеленой массы и 6-10 т/га корней [4,7,9]. В отдельные годы общее количество органической массы, синтезированной пожнивной горчицей, достигает 45 ц/га, и с ней в почву поступает до 18 ц/га углерода. В одном центнере абсолютно сухой органической массы пожнивной горчицы содержится 38,6 кг углерода, 3,1 кг азота, 1,1 кг окиси фосфора и 1,9 кг окиси калия. Зеленая масса пожнивной горчицы богата азотом, что обеспечивает узкое соотношение C:N (10-12:1) и ее высокую удобрительную ценность [9]. При насыщении зернового севооборота пожновым сидератом до 50 % площади пашни поступление органического вещества в дерново-подзолистую суглинистую почву увеличивается на 46 %.

Однако для накопления гумуса в почве с позиций экологии важно, чтобы чрезмерная биологическая активность не приводила к полной минерализации органического вещества, вносимого в почву. Поэтому эффективнее сочетание биологически активного зеленого удобрения с удобрением соломой, которая уравнивает процессы преобразования органического вещества в почве в пользу улучшения гумусового баланса.

Пожнивная сидерация совместно с удобрением соломой на фоне минеральных удобрений оказывает заметное влияние на физические, химические и биологические показатели плодородия дерново-подзолистой почвы, имеющие большое агроэкологическое значение. Так, при запашке пожнивной горчицы (18-20 т/га) совместно с соломой (5-6 т/га) в течение двух шестилетних ротаций зернового севооборота количество гумуса в слое почвы 0-40 см увеличивалось на 0,48 %, то есть практически на столько же, на сколько и в плодосменном севообороте с двумя полями многолетних трав (0,49 %) [9].

Гумус является важным фактором структурообразования в почве, и этим обстоятельством объясняется тот факт, что повышение содержания гумуса в почве после пожнивной сидерации сопровождалось повышением количества водопрочных агрегатов в пахотном слое почвы 0-20 см с 34,2 до 40,1 %, а плотность той же почвы под посевами овса и ячменя снижалась с 1,30-1,31 до 1,20-1,22 г/куб. см., водороницаемость почвы повышалась на 19-65 % [9]. Такое улучшение агрофизических свойств почвы имеет большое агроэкологическое значение, так как с повышением водопроницаемости почвы поверхно-

стный сток талых и ливневых вод переходит во внутренний и снимается угроза развития водной эрозии почвы [5].

Запашка пожнивного сидерата в зерновом севообороте (83 % зерновых) в чистом виде повышала коэффициент использования азота минеральных удобрений ячменем на 13 %, овсом – на 36 %, а при сочетании пожнивного сидерата с удобрением соломой – на 22 и 69 % соответственно. При этом пожнивный сидерат увеличивал закрепление азота в почве с 6,8 до 17,5 %, а при сочетании с удобрением соломой – до 23,9 % [9].

Повышая коэффициент использования азота минеральных удобрений, пожнивное зеленое удобрение в сочетании с удобрением соломой снижает непроемительные потери азота на 35-43 % и тем самым выполняет важную экологическую функцию по защите окружающей среды от загрязнения остатками минеральных удобрений [9].

Пожнивное зеленое удобрение с узким соотношением углерода и азота повышает биологическую активность почвы и выполняет роль катализатора по разложению растительных остатков в почве. Установлено, что после пожнивного сидерата на следующий год в пахотном слое разлагалось 55-65 % растительных остатков, после внесения эквивалентного количества минеральных удобрений – 42-47 %, без удобрений – 36 % [9].

Это обстоятельство также имеет большое экологическое значение, так как зеленое удобрение увеличивает численность сапрофитной почвенной микрофлоры, которая является активным антагонистом почвенных грибов – возбудителей многих болезней культурных растений. В результате этих процессов после поживной сидерации поражение картофеля паршой обыкновенной снижалось в 2,2-2,4 раза, ризоктониозом – в 1,7-5,3 раза, ячменя – корневыми гнилями – в 1,5-2 раза [9].

После запашки пожнивного сидерата (горчица белая) весеннее поражение всходов овса шведской мухой в условиях Брянской области снижалось на 30 %. Голландские ученые отмечают снижение в почве количества цист свекловичной нематоды после поживных посевов масличной редьки [5].

Такое биологическое воздействие поживного зеленого удобрения экологически важно с позиций ограничения применения фунгицидов как фактора риска для окружающей среды.

Экологическая функция поживной сидерации проявляется и в снижении после нее засоренности основных культур севооборота на 30-60 %. В ряде случаев это позволяет снять вопрос о применении гербицидов и тем самым снизить пестицидную нагрузку на агрофитоценоз.

Положительное влияние пожнивного сидерата и соломы на биологические и другие показатели плодородия дерново-подзолистой почвы, на фитосанитарное состояние посевов благоприятно сказывается на росте, развитии и урожайности, на качестве урожая основных культур севооборота, на его продуктивности.

На среднесуглинистых почвах Подмосквья внесение 20 т/га навоза повышало урожайность картофеля на 48 %, равноценное ему количество минеральных удобрений – на 36 %, тогда как заплата зеленой массы пожнивной горчицы (15-20 т/га) в чистом виде повышала сбор клубней картофеля на 49,8 %, а в сочетании с удобрением соломой (5-6 т/га) – на 58,6 %. При этом повышалась товарность клубней и содержание крахмала в них [9].

На супесчаных дерново-подзолистых почвах Брянской области после заправки от 12 до 20 т/га зеленой массы пожнивных посевов горчицы белой, редьки масличной или рапса озимого урожайность картофеля повышалась на 86 %, после внесения равнозначного количества минеральных удобрений – на 46 %, минеральных удобрений с навозом – на 84 %. Сочетание пожнивного сидерата с удобрением соломой на фоне минеральных удобрений повышает урожайность зерна ячменя и овса на 50,5 и 51,2 % соответственно, зеленой массы викоовсяной смеси – на 34 %. Пожнивное зеленое удобрение как в чистом виде, так и в сочетании с удобрением соломой имеет хорошее последствие в севооборотах и повышает их продуктивность на 17-20 % [9].

Особенно эффективно применение пожнивного зеленого удобрения в специализированных зерновых севооборотах. Установлено, что многолетнее применение пожнивного сидерата с удобрением соломой в зерновом севообороте (83 % зерновых) повышает основные показатели плодородия дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы, улучшает фитосанитарную и экологическую ситуацию в севообороте, повышает урожайность зерновых культур, выход зерна и общую продуктивность севооборота. Помимо повышения продуктивности пашни и улучшения экологической ситуации в зерновых севооборотах пожнивная сидерация обеспечивает качество зерна пшеницы, ячменя не ниже, чем в плодосменных севооборотах [10].

Библиографический список:

1. Прянишников, Д.Н. Избранные сочинения в 3 томах. / Д.Н. Прянишников. М.: Сельхозгиз. – 1965.
2. Жученко, А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI веке. Теория и практика. / А.А. Жученко. Т. 1,2. М.: Агрорус. – 2009-2011. – 816 и 624 С.

3. Захаренко, В.А. Фитосанитарный мониторинг агроэкосистем и его научно-методическое обеспечение в России. / В.А. Захаренко // М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева. – 2010. – С. 124-138.
4. Лошаков, В.Г. Сидерация как фактор биологизации и природоподобных технологий в земледелии. / В.Г. Лошаков // Биогеосистемные технологии. – 2015. – Т.4. – №6. – С. 374-395.
5. Лошаков, В.Г. Севооборот и плодородие почвы / Под ред. В.Г. Сычева. – М.: Изд. ВНИИА. – 2012. – 512 с.
6. Лошаков, В.Г. Экологические проблемы современных агроландшафтов / В.Г. Лошаков // Экология и культура: от прошлого к будущему. Ярославль – Борок, НИИ биологии внутренних вод им. Папанова РАН, 2013. – С. 13-19.
7. Лошаков, В.Г. Промежуточные культуры – фактор экологически чистого земледелия / В.Г. Лошаков // Аграрная наука. – 1994. – № 6. – С. 24-26.
8. Попов, С.Я., Дорожкина Л.А., Калинин В.А. Основы химической защиты растений. Под ред. С.Я. Попова. М.: Арт-Лион. – 2003. – 208 с.
9. Лошаков, В.Г. Зеленое удобрение в земледелии России / Под ред. В.Г. Сычева. – М.: Изд. ВНИИА. – 2015. – 300 с.
10. Лошаков, В.Г. Научные основы зерновой специализации севооборотов // Изв. ТСХА. – 2006. – Вып. 4. – С. 3-22.

ECOLOGICAL FUNCTIONS OF GREEN MANURING IN MODERN AGRICULTURE

Loshakov, V. G., doctor agricultural Sciences, Professor
Federal state budgetary scientific institution all-Russian research Institute of Agrochemistry named. D. N. Pryanishnikov

Key words: *ecology, green manuring, soil fertility, humus, agro-ecosystem, soil erosion, crop culture.*

The work points out the importance of scientific and technological progress in the development of world and Russian agriculture and at the same time shows the dark side of man-made technologies, which have environmental problems than renewable energy source in agriculture, ensuring environmental sustainability of modern agro-ecosystems. Given the multi-lateral agronomic and environmental assessment of green manure as a constantly renewable energy source in agriculture, ensuring environmental sustainability of modern agro-ecosystems.