

УДК 631.528:631

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕВООБОРОТА И УДОБРЕНИЙ**

**В.Г. Лошаков, ВНИИА**

*На основе результатов многолетних исследований, выполненных в различных почвенно-климатических условиях, показано, что научно обоснованное чередование культур в севооборотах, построенных на принципах плодосмена, позволяет при том же уровне применения удобрений и других средств производства повысить продуктивность пашни в 1,5-2 раза по сравнению с бессменными посевами. При недостатке органических и минеральных удобрений особое значение приобретает рациональное использование в севооборотах как обычных органических и минеральных удобрений, так и их не традиционных форм – соломы, растительных остатков, зеленого удобрения и других. Оптимальное сочетание научно обоснованных доз удобрений с правильным чередованием культур на полях обеспечивает их высокий агротехнический, агроэкологический и экономический эффект в современных системах земледелия.*

*Ключевые слова: севооборот, бессменный посев, удобрения, плодородие почвы, экология, многолетние травы, зеленое удобрение, промежуточные культуры.*

Сохранение и воспроизводство плодородия почвы – одна из ключевых задач современного земледелия, от решения которой зависит дальнейшее развитие аграрно-промышленного комплекса нашей страны.

Государственная комплексная (1992-2000 гг.) и Федеральные целевые (2002-2005 и 2006-2012 гг.) программы повышения плодородия почв России были призваны не только предотвратить снижение плодородия почвы, но и, стабилизировав его, создать предпосылки для расширенного воспроизводства. В развитие и в поддержку этих программ головными научно-исследовательскими институтами и многими региональными научными учреждениями и сельскохозяйственными ВУЗами страны были разработаны и предложены производству научно обоснованные рекомендации по воспроизводству плодородия почвы. Их основой является комплексное применение органических и минеральных удобрений, известкования или гипсования в сочетании с различными видами органических удобрений – навоза, торфа, соломы и др. [8,12,14,18 и др.].

Однако из-за недостаточного финансирования эти научно обоснованные программы и рекомендации не были выполнены, и земледелие страны постоянно, из года в год, остается при отрицательном балансе питательных веществ – в среднем минус 70 кг /га NPK при ежегодных потерях гумуса около 1 т/га [18].

Другой, не менее важной проблемой современного земледелия являются вопросы экологии. Несмотря на то, что за последние десятилетия уровень химизации земледелия в России снизился в несколько раз и оно перешло на экстенсивные технологии, оно не стало экологически более безопасным. Это связано с низкой культурой земледелия, при котором нарушаются севообороты и технология обработки почвы, не соблюдаются правила применения минеральных удобрений, пестицидов и других химических веществ, не выполняются простейшие приемы по защите почвы от эрозии. Все это вместе с воздействием на природу промышленных выбросов и бытовых отходов создает предпосылки для разрушения природных ландшафтов [11, 12, 20 и др.].

Неблагополучное состояние экологии в значительной мере связано с деятельностью АПК. Уже через 30 лет после распада и интенсивного использования целинных земель была утрачена третья часть запасов гумуса в этих почвах. А через

100 лет после Докучаевских экспедиций российский чернозем потерял половину своего плодородия. Многие миллионы гектаров бывшей пашни в ЦЧЗ покрылись сетью оврагов, и не пригодны для сельскохозяйственного использования [2, 12].

Эрозия не только уничтожает плодороднейшую часть почвы, но и является прямым источником загрязнения окружающей среды. Продукты смыва почвы загрязняют реки, озера, Луга и пастбища, отравляют грунтовые воды [9].

Другим последствием сельскохозяйственного производства является химическое загрязнение агроландшафтов. Остаточные вещества минеральных удобрений, пестицидов и других агрохимикатов при неправильном использовании последних накапливаются в почве и урожае, мигрируют с атмосферными осадками в грунтовые воды и загрязняют окружающую среду.

В этих условиях задачи повышения продуктивности и устойчивости земледелия должны решаться комплексно в рамках современных систем земледелия, которые наряду с воспроизводством плодородия почвы и защитой ее от эрозии должны обеспечивать сохранение агроландшафтов и экологическую чистоту среды обитания человека [2, 9, 11].

Основополагающими звеньями в решении этих задач является система севооборотов на пашне, хорошо увязанная со структурой посевных площадей, продуктивностью других сельскохозяйственных угодий, с системой удобрения и другими звеньями систем земледелия [4,12, 20 и др.].

Смена на полях культур с существенными различиями по биологии и технологии возделывания – озимых или яровых зерновых с бобовыми или с пропашными, многолетних с однолетними, широколиственных с узколиственными, “почвоулучшателей” с “почвоухудшателями”, растений с глубоким и мелким залеганием корневой системы (корнесмен) – эти и другие элементы плодосмена получили развитие и научное обоснование в современной теории севооборота и нашли отражение в законе плодосмена: – *смена культур на полях при прочих равных условиях эффективнее их бессменного возделывания, и эффективность плодосмена тем выше, чем больше различия в биологии и технологии выращивания культур* [12]. На протяжении всей истории развития научного земледелия учение о плодосмене стало краеугольным камнем теории и практики севооборота [2, 4, 12, 19 и др.].

Однако научно-технический прогресс и широкое применение средств химизации, механизации и мелиорации позволили во второй половине XX в. перейти к специализации земледелия на основе его интенсификации. Вместе с тем, это породило иллюзию о том, что в условиях такой интенсификации земледелия возможны его специализация и концентрация на основе повторных и даже бессменных посевов сельскохозяйственных культур, т. е. отказа от принципов плодосмена.

Как в нашей стране, так и за рубежом в науке и практике земледелия были сделаны неоднократные попытки отойти от обременительных обязанностей соблюдать известные принципы чередования культур на полях, чтобы использовать привлекательные преимущества специализации [1, 2, 4, 12]. Эти иллюзии, как правило, приносили большие убытки тем, кто пренебрегал законами научного земледелия.

В связи с этим в теории и практике севооборота возникли вопросы, которые требовали научно-практического решения. Для научно-методического руководства и координации научных исследований по этим вопросам в 60-90 гг. прошлого столетия при МСХА им. К.А.

Тимирязева был создан Координационный совет ВАСХНИЛ и МСХ СССР по севооборотам под руководством профессора С.А. Воробьева. В нашей стране была разработана и реализована комплексная программа по изучению и разработке научно-практических основ севооборотов *в условиях интенсификации и специализации земледелия*. В этой масштабной работе принимало участие более 80 сельскохозяйственных научно-исследовательских учреждений и вузов во всех почвенно-климатических зонах страны [1, 3, 4, 7, 10, 12, 15, 16, 20 и др.].

В результате многолетних исследований в этот период были сделаны важные научно-практические выводы. Главный из них заключается в том, что во всех зонах страны при самом высоком уровне интенсификации земледелия применение удобрений, пестицидов, регуляторов роста растений, средств механизации и мелиорация не могут заменить высокую эффективность правильного, научно обоснованного чередования культур в севооборотах. И самые интенсивные и прогрессивные технологии становятся бессильными, если нарушается севооборот, игнорируется закон плодосмена.

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 её благоприятных физических и биологических свойств, защите почв от водной и ветровой эрозии, а растений – от вредителей, болезней и сорняков.

В рамках плодосмена – это прежде всего вопросы биологизации и экологизации земледелия через расширение полевого травосеяния, посевов бобовых и промежуточных культур, сидератов и другие, которые тесно связаны с использованием природоохранных и почвозащитных севооборотов как основы современных агротехнологий [6, 11-13, 17, 20 и др.].

Научно обоснованное чередование культур позволяет при том же уровне применения удобрений и других средств производства повысить продуктивность пашни в 1,5-2 раза по сравнению с бессменными посевами или беспорядочным чередованием культур (табл.).

Обобщенные результаты многолетних исследований 11 научных учреждений показывают, что совместное влияние севооборота и удобрений на урожайность озимой пшеницы в основных районах ее возделывания выражается прибавкой урожая 2,39 т/га, а сумма прибавок от раздельного применения этих приемов составляет 2,2 т/га.

Таким образом, взаимодействие между этими двумя важными факторами формирования урожая дает дополнительно 0,19 т/га зерна. Севооборот оказывает более сильное влияние на урожайность пшеницы на фоне удобрений, чем без них, а их эффективность выше в севообороте по сравнению с бессменными посевами [1, 4, 5, 7, 12].

**Влияние севооборота и удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур [1, 4, 12]**

Культура	Урожайность без удобрений, т/га			Урожайность с удобрениями, т/га			Общая прибавка, т/га	Доля прибавки, %		Эффект взаимодействия, %
	Бессменный посев	Севооборот	Прибавка от севооборота	Бессменный посев	Севооборот	Прибавка от удобрений		от севооборота	от удобрений	
Озимая пшеница	2,03	3,38	1,35	2,88	4,42	0,85	2,39	56,5	35,6	7,9
Озимая рожь	1,11	1,92	0,81	2,23	3,07	1,12	1,96	41,3	57,1	0,6
Яровая пшеница	1,26	1,89	0,63	1,87	2,51	0,65	1,55	50,4	48,8	0,8
Ячмень	1,31	1,98	0,67	2,26	2,97	0,95	1,66	40,4	57,2	2,4
Овес	0,92	1,42	0,50	1,43	1,86	0,51	0,94	53,2	54,2	-7,4
Горох	1,34	1,67	0,33	1,71	2,12	0,37	0,78	44,9	47,4	7,7
Картофель	10,94	14,05	3,11	18,94	23,05	10,0	12,11	25,7	66,0	8,3
Кукуруза на зерно	3,39	4,00	0,61	4,16	4,52	0,77	1,13	53,1	68,1	-22,1
Кукуруза на силос	16,47	19,95	2,48	29,21	31,37	12,74	14,90	16,6	85,5	- 2,1
Сахарная свекла	6,99	16,99	10,0	18,18	30,18	11,19	23,19	43,1	48,2	8,7
Подсолнечник	1,36	2,13	0,77	1,64	2,45	0,28	1,09	70,6	25,6	4,8

Такая же, хотя и менее выраженная, закономерность наблюдается в опытах с озимой рожью. Несколько меньшая прибавка урожая ржи по сравнению с пшеницей в результате влияния севооборота объясняется тем, что в 75 % случаев в районах достаточного увлажнения (лесная и лесостепная зоны) рожь размещали по занятым парам, тогда как пшеницу высевали по чистым парам в районах недостаточного увлажнения (степная зона). Разница в урожайности озимой пшеницы по чистым и занятым парам, по данным 37 опытных учреждений, в этих условиях составляет в среднем 0,28 т/га, а в степной зоне (13 опытов) – 0,56 т/га.

На черноземных почвах степной зоны Молдавии длительное – в течение 40 лет – применение удобрений в севообороте обеспечивало нарастающий эффект совместного действия этих двух факторов урожая в виде прибавок зерна озимой пшеницы от 0,48 т/га, или 16,3 % в первой ротации 10-польного севооборота до 2,45 т/га, или 90,7 % в 4-й ротации того же севооборота при тех же дозах удобрений. Урожайность озимой пшеницы в севообороте по трехгодичной люцерне на удобренном агрофоне в среднем за 30 лет составила 5,02 т/га, по силосной кукурузе – 4,69 т/га, а эффект совокупного действия севооборота и удобрений по этим двум предшественникам выразился в прибавках урожая зерна 1,73 и 1,40 т/га соответственно [3].

Зональными различиями почвенно-климатических условий объясняются и более высокие прибавки урожая ржи по сравнению с пшеницей в результате применения удобрений. Урожайность озимой ржи приведена по данным научно-исследовательских учреждений, расположенных преимущественно в зоне малоплодородных дерново-подзолистых почв с достаточным увлажнением. Здесь удобрения более эффективны, чем на черноземных почвах в зоне неустойчивого увлажнения, где возделывали озимую пшеницу. Отзывчивость яровой пшеницы и ячменя на севооборот и удобрения примерно одинаковая. Прибавка урожая яровой пшеницы и ячменя так же, как и озимой ржи в результате влияния севооборота на удобренном фоне несколько выше, чем на неудобренном.

В результате внесения удобрений в севообороте урожайность яровой пшеницы повышалась на 0,64 т/га и ячменя – на 0,71 т/га, а при бессменном возделывании, соответственно, на 0,61 и 0,67 т/га. Эффективность удобрений при бессменном выращивании этих культур примерно такая же, как в севообороте. Это связано с тем, что яровую пшеницу и ячмень чаще высевают после зерновых колосовых, реже после пропашных, зерновых бобовых и еще реже по чистому пару. Удобрения вносили непосредственно под пшеницу и ячмень в дозах, ре-

комендованных научно-исследовательскими учреждениями каждой зоны [1].

Таким образом, преобладающее влияние севооборота на урожайность зерновых колосовых по сравнению с удобрениями проявляется лишь на культурах, размещаемых по лучшим предшественникам (озимая пшеница).

При использовании удобрений под горох прибавка урожайности этой культуры при возделывании в севообороте по сравнению с его бессменными посевами без удобрений составила 0,33 т/га, а на удобренном фоне – 0,41 т/га.

По-другому реагируют на севооборот и удобрение пропашные культуры, причем и между ними имеются большие различия. Наиболее требовательны к севообороту подсолнечник, сахарная свекла, менее требовательны картофель, и слабо или совсем не реагирует на севооборот кукуруза. Первые две культуры больше поражаются болезнями и вредителями, и для них по-прежнему остаются в силе пророческие слова Д.Н. Прянишникова об ограничивающем действии биологических причин чередования культур на полях [19].

Наряду с этим, подсолнечник и сахарная свекла сильно и на большую глубину иссушают почву. Так, по данным ВНИИМК, содержание влаги (в % сухой почвы) в трехметровом слое составило: после подсолнечника – 17,2, сахарной свеклы – 17,1, кукурузы – 19,4, озимой пшеницы – 20, а на глубине от 1,5 до 3 м, соответственно, 16,6; 15,9; 20,2 и 19,5. Такое иссушение почвы не могло не повлиять на эффективность как севооборота, так и удобрений [1].

По среднесовокупным данным опытных станций ВНИИМК прибавка урожайности семян подсолнечника на южных черноземах при урожайности на контроле 1,36 т/га под влиянием севооборота составила 0,77 т/га и в результате применения удобрений – 0,28 т/га. При совместном их воздействии урожайность возросла на 1,09 т/га, доля прибавки урожая семян от севооборота составила 70,6%.

В среднем по многолетним данным научных учреждений Воронежской, Белгородской и Саратовской областей урожайность сахарной свеклы при возделывании в севообороте без применения удобрений повысилась с 8,89 до 17,21 т/га, или на 8,38 т/га, а с применением удобрений – с 18,06 до 31,46 т/га. Прибавка урожая от удобрений составила при бессменном возделывании 10,0 т/га, а в севообороте – 17,25 т/га. Эффект взаимодействия севооборота и удобрений достигал 5,02 т/га [1]. В степной зоне Молдавии урожайность сахарной свеклы в среднем за 40 лет составила 41,64–44,59 т/га, а прибавка урожая корнеплодов от севооборота на удобренном фоне – 21,41 т/га (94,6%), без удобрений 24,98 т/га (218,5 %) [3].

При длительном изучении совместного и раздельного влияния севооборота и удобрений на урожайность картофеля в 12 научно-исследовательских и опытных учреждениях, расположенных главным образом в Нечерноземной зоне и прилегающих к ней районах, выявлено преимущество совместного воздействия севооборота и удобрений. Прибавка урожайности от совокупного действия была на 1,0 т/га больше, чем при раздельном применении этих звеньев системы земледелия [1].

Прирост урожайности картофеля в результате применения удобрений значительно выше, чем под влиянием севооборота, так как под эту культуру вносят высокие дозы органических и минеральных удобрений, и она менее требовательна к севообороту. Поэтому доля удобрений в совокупном влиянии севооборота и удобрений на урожай картофеля составляет в среднем 66 % (см. табл.).

Результаты исследований по совместному и раздельному воздействию севооборота и удобрений при возделывании кукурузы на силос преимущественно в Нечерноземной зоне свидетельствуют об очень слабом влиянии севооборота на урожайность зеленой массы, особенно на фоне удобрений, где прибавка составила 2,16 т/га. В отличие от других культур удобрения под кукурузу были более эффективными в бессменных посевах. Прирост урожая при использовании удобрений в севообороте оказался на 1,32 т/га меньше, чем при

раздельном воздействии этих факторов. Однако, в доле участия в формировании урожая зеленой массы кукурузы преобладали удобрения (85,5%).

Аналогичные результаты получены при выращивании кукурузы на зерно. По данным ВНИИ кукурузы, средний урожай зерна этой культуры при возделывании в севообороте составил на удобренном фоне 4,52 т/га, а на неудобренном – 4,0 т/га, при бессменном выращивании получено, соответственно, 4,16 и 3,39 т/га. Урожайность возросла от совместного действия севооборота и удобрений на 1,13 т/га, а сумма прибавок от раздельного применения этих приемов равна 1,38 т/га [1]. Положительное влияние севооборота на урожай зерна кукурузы не вызывает сомнений, прибавка на удобренном фоне составила 0,36 т/га, или 8,6 %. В отличие от силосной кукурузы при формировании урожая зерновой кукурузы доля участия севооборота была несколько большей (54%), чем участия удобрений (46%).

Результаты исследований и производственная практика подтверждают возможность и целесообразность повторных посевов кукурузы на зерно и силос в обычных севооборотах и бессменное возделывание кукурузы на силос в выводных полях кормовых севооборотов с применением интенсивной технологии.

Для большей части сельскохозяйственных культур совместное применение севооборотов и удобрений дает дополнительную прибавку урожая по сравнению с раздельным их использованием. Но для различных культур эффект взаимодействия неодинаков. Так, для озимой пшеницы он выражается прибавкой урожая 0,19 т/га зерна, для яровой пшеницы и ячменя – 0,07, для озимой ржи – лишь 0,03 т/га, тогда как для сахарной свеклы он равен 4,96 т/га корнеплодов, картофеля – 1,0 т/га. В то же время для кукурузы эффект взаимодействия севооборота и удобрений отрицательный: для силосной кукурузы – 1,32 т/га, зерновой – 0,25 т/га [1].

Однако прибавки урожайности непостоянны и зависят от плодородия почвы, дозы вносимых удобрений, предшественников, погодных условий и сортов [1, 2, 19 и др.]. Так, прибавка урожая овса, размещаемого обычно в последнем поле севооборота после других зерновых колосовых, составила от севооборота 0,46 т/га (34 %), а от удобрений 0,71 т/га (52,5%).

В засушливых районах, занимающих большую часть площади пахотных земель нашей страны, повышению эффективности севооборотов и удобрений способствует более высокое содержание влаги в почве, особенно при посеве озимой пшеницы по чистым и ранним занятым парам.

По данным ВНИИ кукурузы, ко времени посева озимой пшеницы в 1,5-метровом слое почвы содержание продуктивной влаги в поле чистого пара составило 147,8 мм, а после озимой пшеницы – 48,3 мм. В засушливой зоне Северного Кавказа осенью в благоприятные по увлажнению годы в пахотном слое южного чернозема в поле чистого пара было 47,3 мм продуктивной влаги и в неблагоприятные – 36 мм, а после озимой пшеницы, соответственно, 29,1 и 7,2 мм [1].

По данным Донского ЗНИИСХ, озимая пшеница по чистому пару в севообороте в среднем за 17 лет (1968–1984) давала без удобрений 4,49 т/га зерна, на умеренно удобренном фоне (навоз 5 т/га +  $N_{46}P_{30}K_{30}$ ) – 5,04 т/га, на повышенном фоне удобрений (навоз – 8 т/га +  $N_{84}P_{48}K_{48}$ ) – 5,41 т/га, тогда как по пшенице – 3,03, 3,44 и 3,78 т/га соответственно [10].

При этом на повышенном фоне удобрений коэффициент водопотребления озимой пшеницы по чистому пару в среднем за 12 лет снижался с 669 до 568, пшеницы по пшенице – с 1121 до 707.

Эффект взаимодействия севооборота и удобрений проявляется и в улучшении качества зерна. По данным ВСГИ, содержание белка в зерне озимой пшеницы при посеве по чистому пару и внесении 20 т/га навоза на южных черноземах составило 15,2 %, а сырой клейковины – 37,5 %. По сравнению с посевом пшеницы после кукурузы без удобрений прибавка содержания белка от предшественника и навоза составила 3,7 %,

клеяковины – 9,9 %. Сумма прибавок от раздельного воздействия предшественника и навоза равнялась: белка – 3,3 %, клейковины – 7,4 %. Эффект взаимодействия выразился в увеличении содержания белка на 0,4 %, сырой клейковины на 2,5 %.

Аналогичные результаты получены в опытах С.А. Воробьева на дерново-подзолистых почвах Подмоскovie [1,4].

Масса поступающих в почву растительных остатков, их качественный состав – важные факторы формирования почвенной биоты, ее роли в биологическом окультуривании почвы [1,4,6,8,12].

Установлено, что в плодосменном севообороте (50 % зерновых) с двумя полями многолетних трав (33,3 % севооборотной площади) в среднем за ротацию в почве ежегодно накапливалось растительных остатков на 31,5 % больше, чем в зерновом специализированном севообороте (83 % зерновых) и на 56 % больше, чем при бессменном посеве ячменя. В плодосменном севообороте преобладали растительные остатки, имеющие узкое соотношение С : N, что очень важно с позиций повышения биологической активности почвы [4,5,11]. При этом биологическая активность почвы в плодосменном севообороте была на 35-40 % выше [12,13]. Это подтверждается и другими показателями состояния почвенной биоты – количеством и биомассой дождевых червей. И после четырех шестилетних ротаций в почве плодосменного севооборота количество дождевых червей весной было в 1,6 раза больше, чем в зерновом севообороте [12].

Существенным дополнением к возобновляемым биологическим ресурсам – плодосмену с бобовыми травами являются *посевы промежуточных культур*, особенно если их используют в качестве *зеленого удобрения*. Значение их как важного источника органического удобрения, равноценного навозу, хорошо известно [1, 2, 6, 11-13, 16, 17, 20 и др.].

Высокое содержание азота, сахаров и иных простых углеводов делает зеленую массу горчицы и других пожнивных сидератов хорошим питательным субстратом для почвенной микрофлоры и вызывает значительные изменения в количественном и качественном составе последней.

Установлено, что использование поживной сидерации как в чистом виде, так и в сочетании с удобрением – соломой повышает биологическую активность пахотного слоя (0-20 см) дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в зерновом севообороте на 28,7 и 29,7 %, при бессменном посеве – на 25,6 и 30,6 соответственно [11,12].

Таким образом, плодосменный севооборот и поживный сидерат по своему положительному влиянию на биологические показатели плодородия почвы близки, и в условиях Нечерноземной зоны являются эффективным средством биологического окультуривания дерново-подзолистых почв.

При длительном использовании в зерновом севообороте поживного сидерата совместно с соломой число дождевых червей в почве увеличилось в 1,5 раза, а их биомасса – в 2 раза, что превышало их количество по сравнению с пло-

сменным севооборотом на 29,3 %, а их биомассу – на 50,3 % [12].

Поживная сидерация положительно влияет не только на биологические, но и на агрофизические, агрохимические показатели плодородия почвы, на фитосанитарное состояние посевов. В результате такого комплексного воздействия многолетнего применения поживной сидерации как в чистом виде, так и в сочетании с удобрением – соломой устраняет отрицательное влияние зерновой специализации севооборота на плодородие почвы, повышает урожайность зерновых культур, увеличивает общую продуктивность специализированного севооборота [11-13, 20].

#### Литература

1. *Агрономические основы специализации севооборотов*/Под ред. С.А.Воробьева и А.М.Четверни. – М.: Агропромиздат, 1987.–240 с.
2. Баздырев Г.И., Захаренко А.В., Лошаков В.Г. и др. *Земледелие* /Под ред. Г.И. Баздырева. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 608 с.
3. Боинчан Б.П. Севооборот и урожайность полевых культур на черноземных почвах Молдавии. – Севооборот в современном земледелии. – М.: МСХА, 2004. – С. – 43-48.
4. Воробьев С.А. Севообороты интенсивного земледелия.- М.: Колос, 1979. – 368 с.
5. Годулян И.С. Озимая пшеница в севооборотах. – Днепропетровск, Проминь, 1974. – 178 с.
6. Довбан К.И. Зеленое удобрение в современном земледелии. – Минск: Белорусское земледелие, 2009. – 404 с.
7. Казаков Г.И., Авраменко В.В. Севообороты в Среднем Поволжье. – Самара, 2008. – 136 с.
8. Концепция развития агрохимии и агрохимического обслуживания сельского хозяйства Российской Федерации на период до 2010 года/Под ред. Г.А. Романенко. – М: ВНИИА, 2005. – 80 с.
9. Кочетов И.С. Агроландшафтное земледелие и эрозия почв в Центральном Нечерноземье. – М.: Колос, 1999. – 222 с.
10. Листопадов И.Н. Севообороты южных регионов.- Ростов-на-Дону, 2005. – 276 с.
11. Лошаков В.Г. Проблемы экологического земледелия и севооборотов// Доклады ТСХА.- 2001. – Вып. 273. – С. 77-82.
12. Лошаков В.Г. Севооборот и плодородие почвы/Под ред. В.Г.Сычева.- М.: ВНИИ агрохимии, 2012. – 512 с.
13. Лошаков В.Г. Промежуточные культуры в севооборотах Нечерноземной зоны.- М.: Россельхозиздат, 1980. – 134 с.
14. Методическое руководство по проектированию применения удобрений в технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия/Под ред. А.Л. Иванова, Л.М. Державина.- М.: РАСХН, 2008. – 392 с.
15. Неклюдов А.Ф. Севообороты – основа урожая.- Омск:Зап.-Сиб. кн. изд-во,1980. – 96 с.
16. Никончик П.И. Агроэкономические основы систем использования земли. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 532 с.
17. Новиков М.Н., Тужилин В.М., Самохина О.А. и др. Биологизация земледелия в Нечерноземной зоне.- Владимир: ВНИПТИОУ, 2004. – 260 с.
18. Прогноз потребности и платежеспособности спроса сельского хозяйства Российской Федерации на минеральные удобрения до 2020 года.- М.: ВНИИА, 2011. – 52 с.
19. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения. Т. 1-3.- М.: Колос, 1965.
20. Севооборот в современном земледелии/Под ред. В.Г. Лошакова. – М.: МСХА, 2004. – 308 с.

## EFFICIENCY OF THE SEPARATE AND COMBINED USE OF CROP ROTATION AND FERTILIZERS

V.G. Loshakov

*Pryanishnikov All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry, Russian Academy of Agricultural Sciences,  
ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia, E-mail: LVG36@yandex.ru*

*From the results of long-term research carried out under different soil and climatic conditions, it was shown that scientifically based alternation of crops in rotations based on the principles of rotation allowed increasing the productivity of plowland by 1.5–2 times compared to permanent crops at the same level of application of fertilizers and other agents. The lack of organic and mineral fertilizers was of special importance for the rational use of organic and mineral fertilizers in crop rotations, as well as their nonconventional forms: straw, crop residues, green manure, etc. The optimal combination of scientifically based fertilizer rates with the proper alternation of crops on the fields ensures their high agronomic, agro-ecological, and economic effect in modern farming systems.*

*Keywords: crop rotation, permanent planting, fertilizers, soil fertility, ecology, perennial grasses, green manure, interplanted crops.*