

СЕВООБОРОТ И ЕГО РОЛЬ В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

© 2024. Т. В. Шайкова, М. В. Дятлова, Е. С. Волкова
ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»,
г. Тверь, Российская Федерация

Результаты многолетних многофакторных опытов на протяжении 4 ротаций полевого севооборота по 2 закладкам во времени в ОП Псковский НИИСХ ФГБНУ ФНЦ ЛК позволили выявить влияние отдельных видов удобрений и их сочетаний на плодородие почвы и урожайность сельскохозяйственных культур в 7-польном севообороте. Чередование сельскохозяйственных культур было следующим: горохо-овсяная смесь (на з/к) + озимая рожь (с подсевом многолетних трав); многолетние травы I года пользования; многолетние травы II года пользования; лен-долгунец; картофель; овес. Анализ почвенного плодородия за период исследований показал, что на контрольном варианте за 30 лет происходила постепенная деградация почвенного плодородия. Так содержание гумуса снизилось с 2,5 до 2,15%, содержание фосфора практически не изменилось, а содержание K_2O снизилось с 13,5 до уровня 3,3 мг/100 г почвы. Внесение органических удобрений в виде навоза за ротацию севооборота не повлияло на содержание гумуса, в сравнении с исходным значением, незначительно снизилась кислотность почвы, увеличилось содержание фосфора до 180 мг/кг почвы, превысив исходное значение на 64 мг/кг. Применение органических удобрений не позволило повысить содержание подвижного калия до такого уровня, что находилось перед закладкой опытов. Внесение одних минеральных удобрений $N_{390}P_{530}K_{620}$ привело к снижению гумуса в почве на 4,8% и увеличило ее кислотность на 0,2 ед. рН, практически в 3 раза выросло содержание подвижных форм фосфора, а содержание калия достигло через 30 лет исходных данных. Лишь систематическое внесение на 1 га севооборотной площади 12,8 т/га органических удобрений и минеральных в дозе $N^{55.7}P^{75.7}K^{88.6}$ позволило не только сохранить почвенное плодородие на прежнем уровне, но значительно его повысить и оказать положительное влияние на продуктивность всех культур севооборота.

Ключевые слова: севооборот, почвенное плодородие, органические, минеральные, известковые удобрения, продуктивность.

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания Федерального научного центра лубяных культур по теме № FGSS-2024-0001.

Для цитирования: Шайкова Т.В., Дятлова М.В., Волкова Е.С. Севооборот и его роль в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур и плодородия дерново-подзолистой почвы. Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. 2024; 3(4):(44-49). DOI: 10.54016/SVITOK.2024.74.17.006

Поступила: 11.07.2024 Принята к публикации: 19.08.2024 Опубликовано: 27.09.2024

CROP ROTATION AND ITS ROLE IN INCREASING CROP PRODUCTIVITY AND FERTILITY OF SOD-PODZOLIC SOIL

© 2024. T. V. Shaykova, M. V. Dyatlova, E. S. Volkova
Federal Research Center for Bast Fiber Crops,
Tver, Russian Federation

Results of long-term multifactorial experiments over 4 field crop rotations in 2 trial establishments on experimental field of Pskov Research Institute of Agriculture of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops allowed to identify the influence of individual types of fertilizers and their combinations on soil fertility and crop yields in a 7-field crop rotation. The rotation of agricultural crops was as follows: pea-oat mixture (for green fodder) + winter rye (with undersowing of perennial grasses); perennial grasses of the first year

of use; perennial grasses of the second year of use; flax; potatoes; oats. The analysis of soil fertility over the study period showed that in the control variant, over 30 years, there was a gradual degradation of soil fertility. Thus, the humus content decreased from 2.5 to 2.15%, the phosphorus content remained virtually unchanged, and the K_2O content decreased from 13.5 to 3.3 mg/100 g of soil. The application of organic fertilizers in the form of manure during crop rotation did not affect the humus content, the soil acidity decreased slightly, the phosphorus content increased to 180 mg/kg of soil, exceeding the initial value by 64 mg/kg. The use of organic fertilizers did not increase the content of mobile potassium to the level that was before the experiments. The application of mineral fertilizers $N_{390}P_{530}K_{620}$ resulted in a 4.8% decrease in humus in the soil and an increase in its acidity by 0.2 pH units, the content of mobile forms of phosphorus increased almost 3 times, and the potassium content reached the initial data after 30 years. Only the systematic application of organic and mineral fertilizers allowed not only to maintain soil fertility at the previous level, but also to significantly increase it and have a positive effect on the productivity of all crops in the crop rotation.

Keywords: crop rotation, soil fertility, organic, mineral, lime fertilizers, productivity.

Acknowledgments: the research was carried out within the framework of the State Assignment of the Federal State Budgetary Research Institution “Federal Research Center for Bast Fiber Crops” (topic No. FGSS-2024-0001).

For citation: Shaykova T.V., Dyatlova M.V., Volkova E.S. Crop rotation and its role in increasing crop productivity and fertility of sod-podzolic soil. Technical crops. Scientific agricultural journal. 2024; 3(4):(44-49). DOI: 10.54016/SVITOK.2024.74.17.006

Received: 11.07.2024 Accepted for publication: 19.08.2024 Published: 27.09.2024

Введение. Во всем многообразии природно-климатических и организационно-хозяйственных условий региона система севооборотов является одним из ключевых вопросов реализации концепции устойчивого адаптивно-ландшафтного земледелия. Именно адаптивно-ландшафтный подход позволяет найти экологическую нишу той или иной сельскохозяйственной культуре, подобрать близкие по агроэкологическим требованиям группы культур для определенной категории земель. Социально-экономическая ситуация в сельском хозяйстве обуславливает необходимость системного многовариантного подхода при формировании севооборотов [3, 11].

По результатам агрохимического обследования пашни Псковской области свыше 85% площади характеризуется низким содержанием гумуса, 45% имеют кислую реакцию почвенной среды, с низким содержанием фосфора – 18% и калия – 46%.

Доля таких почв за последние годы увеличивается, что связано с низким применением в хозяйствах области средств химизации. Для решения проблем рационализации структуры посевов необходим поиск прин-

ципально новых научных решений, либо проверка и адаптация известных подходов для условий региона [1, 4]. Поэтому в работе используется экспериментальный материал, полученный в результате ранее проведенных исследований.

Влияние севооборота на урожай и качество продукции проявляется в значительной мере через предыдущую культуру - предшественник. Под различные культуры севооборота применяют определенные нормы органических, минеральных и известковых удобрений, остаточное количество которых в последующем влияет на плодородие почвы, ее химический состав и, следовательно, на продуктивность следующих культур [2, 5, 6].

Сельскохозяйственные культуры потребляют и выносят с урожаем из пахотного слоя почвы неодинаковое количество элементов питания, а пожнивные и корневые их остатки отличаются химическим составом и массой [7, 9, 10]. Поэтому после разных предшественников баланс элементов минерального питания и органического вещества почвы складывается по-разному, он или положительный, или имеет отрицательные показатели [8, 12]. Об этом свидетельствуют

исследования многолетних многофакторных опытов на протяжении 4 ротаций севооборота по 2 закладкам во времени.

Цель исследований заключалась в изучении влияния органических, минеральных и известковых удобрений при длительном их применении на продуктивность севооборота и плодородие почвы и на основе полученных данных в усовершенствовании системы удобрений в севооборотах со льном-долгунцом.

Методика исследований. В опытах на протяжении 30 лет с 1966 года изучалось влияние отдельных видов удобрений и их сочетаний на плодородие почвы и урожайность сельскохозяйственных культур в 7-польном севообороте на дерново-слабоподзолистой, легкосуглинистой почве, с содержанием глины по гранулогическому составу - 32%. Агрохимическая характеристика почвы: pH_{KCl} - 4,7-4,8, гидролитическая кислотность - 4,4-4,6 мг-экв/100 г почвы, сумма поглощенных оснований - 2,9-3,8 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности основаниями - 40-45%, содержание подвижного фосфора - 106-121 мг/кг, подвижного калия - 77-130 мг/кг почвы (по методу Кирсанова), гумус (по Тюрину) - 2,6%. Исследования проводились на опытном поле ОП Псковский НИИСХ ФГБНУ ФНЦ ЛК.

Чередование сельскохозяйственных культур было следующим: горохо-овсяная смесь (на з/к) + озимая рожь (с подсевом многолетних трав); многолетние травы I года пользования; многолетние травы II года пользования; лен-долгунец; картофель; овес.

Дозы минеральных удобрений под культуры севооборота были рассчитаны под урожай зерновых культур на уровне 2,5-3,0 т/га, льноволокна - 0,8-1,0 т/га, картофеля - 18-20 т/га. За ротацию севооборота вносилось 90 т/га навоза, с осени под первую культуру - горохо-овсяную смесь - 40 т и шестую - под картофель 50 т, с содержанием в нем элементов минерального питания следующего состава: N - 0,42-0,46%, P_2O_5 - 0,20-0,22%, K_2O - 0,56-0,60%. В среднем с навозом за ротацию было внесено в действующем веществе - $N_{380}P_{182}K_{480}$. Дозы минеральных удобрений за ротацию составили в действующем веществе - $N_{390}P_{530}K_{620}$. В качестве азотных удобрений применяли аммиачную селитру (34,5% N), суперфосфат двойной гранулированный (46% P) как фосфорное удобрение,

хлористый калий с содержанием калия 60%. Доза извести при первичном известковании составила 5,2 т/га (по полной гидролитической кислотности).

Результаты и их обсуждение. Анализ почвенного плодородия за период исследований показал, что на контрольном варианте, где не вносились удобрения, а происходила только смена культур севооборота, произошла деградация почвенного плодородия. Так, содержание гумуса за 30-летний период снизилось с 2,5 до 2,15%, содержание фосфора практически не изменилось, а содержание калия снизилось с 13,5 до уровня 3,3 мг на 100 г почвы.

Эти данные могут свидетельствовать о тех изменениях в плодородии почв в условиях области, которые происходили с 90-х годов прошлого столетия, когда в сельскохозяйственном производстве прекратили или вносили недостаточное количество минеральных, органических и известковых удобрений.

Применение минеральных, органических и известковых удобрений в различных сочетаниях не могло не сказаться на плодородии дерново-подзолистой почвы в разрезе каждого варианта и культуры севооборота.

Внесение органических удобрений в виде навоза за ротацию севооборота способствовало сохранению содержания гумуса на исходном уровне, незначительно снизилась кислотность почвы, увеличилось содержание фосфора до 180 мг/кг почвы, превысив исходное значение на 64 мг/кг. Применение органических удобрений способствовало увеличению содержания подвижного калия, однако не в полной мере. После проведения исследований содержание калия в почве составило 78 мг/кг почвы или 60% от содержания перед закладкой опыта. При возделывании в севообороте зерновых культур - озимой ржи и овса вынос калия с урожаем (особенно с соломой) заметно превышает вынос азота и фосфора.

Динамика показателей плодородия за период исследований приведена в таблице 1.

Внесение одних минеральных удобрений $N_{390}P_{530}K_{620}$ (в среднем на 1 га $N_{55,7}P_{75,7}K_{88,6}$) привело к снижению содержания гумуса в почве на 4,8% и увеличило ее кислотность на 0,2 ед. pH, практически в 3 раза выросло содержание подвижных форм фосфора, а содержание калия через 30 лет изменилось слабо.

Таблица 1 – Динамика изменения показателей плодородия почвы при систематическом применении удобрений за 30-летний период в полевом севообороте

Варианты опыта	Показатели плодородия почвы							
	гумус, %		рН _{сол.}		P ₂ O ₅ , мг/кг		K ₂ O, мг/кг	
	до закл.	после 4 рот.	до закл.	после 4 рот.	до закл.	после 4 рот.	до закл.	после 4 рот.
Контроль	2,50	2,15	4,7	4,4	114	95	134	35
Навоз (90 т/га)	2,50	2,49	4,6	4,8	116	180	130	78
НРК	2,50	2,38	4,7	4,5	113	305	113	107
Навоз + НРК	2,50	2,61	4,6	4,6	109	371	132	176
Навоз + НРК+ известь (1,0 гк)	2,50	2,66	4,7	6,3	125	425	121	205

Систематическое внесение органических и минеральных удобрений позволило не только сохранить почвенное плодородие на прежнем уровне, но и значительно его повысить. Отмечена положительная динамика накопления гумуса в сравнении с контрольным вариантом. За эти годы содержание фосфора в почве увеличилось в 3 раза, содержание калия выросло на 13,3% (вариант 4). Как и в варианте навоз + НРК, ещё большие изменения произошли в плодородии почвы при внесении комплекса удобрений - органических, минеральных и известковых. Это способствовало сохранению содержания гу-

муса на прежнем уровне, как и в 4-м варианте (навоз+ НРК), повышению содержания фосфора в 3,4 раза, калия на 57% и показатель степени кислотности вырос до уровня рН 6,3, характеризуя данную почву как близкую к нейтральной.

На основании многолетних исследований, в соответствии с данными таблицы 2 установлено, что в среднем на контрольном варианте без внесения удобрений только за счет естественного плодородия и соблюдения севооборота урожайность составила 21,2 ц/га зерновых единиц.

Таблица 2 – Влияние минеральных, органических, известковых удобрений на продуктивность сельскохозяйственных культур в полевом севообороте (средние данные за 4 ротации по 2 закладкам)

Варианты опыта	Урожайность с/х культур в зерновых единицах, ц/га				Окупаемость 1 кг НРК, з.ед, кг
	сумма урожая за 7 лет	средняя урожайность	% к контролю	прибавка	
Контроль	148,7	21,2	100	-	-
Навоз (90 т/га) - фон	195,1	27,9	131	6,6	18,8
Фон + НРК	237,7	33,9	161	12,7	9,2
Фон + РК	219,7	31,4	146	10,1	9,9
Фон + НК	217,8	31,1	147	9,9	10,7
Фон + NP	217,1	31,0	147	9,8	11,1
НРК	221,7	31,7	150	10,4	14,4
Фон + НРК+ CaCO ₃ (0,5 г.к.)*	241,4	35,2	167	14,0	9,6
Фон + 1,3НРК+ CaCO ₃ (0,5 г.к.)	240,1	34,3	162	13,1	7,9
Фон + НРК + CaCO ₃ (1,0 г.к.)	230,8	33,0	156	11,8	9,0
НРК + CaCO ₃ (0,5 г.к.)	221,7	32,4	153	11,2	14,7
Фон + НРК+ CaCO ₃ (0,25 г.к.)	232,4	33,2	157	12,0	9,0

Примечание: *известкование проводили в пару.

Внесение за ротацию 90 т/га органических удобрений способствовало увеличению продуктивности севооборота на 6,6 ц/га з.ед., а применение минеральных удобрений $N_{390}P_{530}K_{620}$ (в среднем на 1 га $N_{55,7}P_{75,7}K_{88,6}$) на фоне органических удобрений – на 12,7 ц/га или дополнительно к фону на 6,1 ц. Что касается известкования почвы в пару (под горохо-овсяную смесь) на фоне органических и минеральных удобрений, было установлено, что сельскохозяйственные культуры в севообороте в меньшей степени были отзывчивы на этот агротехнический прием. Так, внесение извести на фоне органических и минеральных удобрений в среднем за 4 ротации севооборота в дозе по 0,5 г.к. способствовало повышению урожайности на 14,0 ц/га з.ед. с окупаемостью на уровне 9,6 кг з.ед. Самые высокие показатели окупаемости, в расчете на 1 кг НРК (в среднем на 1 га севооборота внесено 12,8 т навоза) получены от навоза 18,8 з.ед. и 14,4 и 14,7 кг з.ед. - от применения минеральных удобрений как в чистом виде, так и в сочетании с известковыми. В почве опытных участков данных вариантов

отмечено заметное снижение содержания калия при внесении одних органических удобрений, а вариантах с минеральными, без органических удобрений, одного из основных показателей плодородия почвы - гумуса.

Выводы. Полученные данные полевого севооборота позволяют определить динамику темпов деградации почвенного плодородия и выявить пути окультуривания и его сохранения. Рациональное, сбалансированное применение минеральных, органических и известковых удобрений способствует получению высоких урожаев и при этом не снижает плодородие почвы. В условиях многолетнего многофакторного опыта наиболее целесообразным является комплексное применение удобрений в следующем сочетании: Фон (органические удобрения из расчета 10-12 т на 1 га в среднем за год) + известкование кислых почв в паровом поле в дозе 0,5 г.к. + НРК (с учетом потребности в минеральном питании возделываемой культуры севооборота, величиной планируемой урожайности и обеспеченностью почвы элементами минерального питания).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов Н.В., Селюкова Г.П. Биоэнергетическая оценка севооборотов для хозяйств зерновой специализации // Аграрная наука. – 1998. – №2. – С.20-22.
2. Зеленев А.В., Семинченко Е.В. Биологизация полевых севооборотов в Нижнем Поволжье // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2017. – №1. – С. 61-69.
3. Иванов А.Л., Державин Л.М. Методическое руководство по проектированию применения удобрений в технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия. – М., 2003. – 392 с.
4. Ильина Л.В. Биологизация земледелия – фактор ресурсосбережения и сохранения плодородия почвы / Севооборот в современном земледелии: сборник докладов на Международной научно - практической конференции. – М.: Изд-во МСХА, 2004. – С. 165-169.
5. Лошаков В.Г. Севооборот и плодородие почвы / Под. ред. В.Г. Сычева. – М.: Изд-во ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, 2012. – 512 с.
6. Лошаков В.Г. Эффективность отдельного и совместного использования севооборота и удобрений // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – №1. – С. 9-13.
7. Парамонов А.В., Федюшкин А.В. Влияние систем обработки почвы и доз удобрений на урожай культур семипольного кормового севооборота // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – №4(78). – С. 22-26.
8. Пенчуков В.М., Передериева В.М., Власова О.И. Биологизированные севообороты – эффективный путь сохранения плодородия почвы и повышения урожайности сельскохозяйственных культур // Вестник АПК Ставрополья. – 2012. – №4. – С.114-117.
9. Пыхтин И.Г., Гостев А.В. Продуктивность зерновых культур в зависимости от интенсивности технологий // Земледелие. – 2012. – №8. – С. 21-23.

10. Семенов В.М., Лебедева Т.Н. Проблема углерода в устойчивом земледелии: агрохимические аспекты // *Агрохимия*. – 2015. – №11. – С. 3-12.

11. Трусов В.И., Гармашов В.М., Богатых О.А., Дронова Н.В., Балюкова Е.А. Схемы чередования сельскохозяйственных культур в биологизированных севооборотах Центрального Черноземья // *Международный научно-исследовательский журнал. Сельско-*

хозяйственные науки. – 2017. – №12(66). – С. 147-150.

12. Шрамко Н.В., Мельцаев И. Г. Биологизированные севообороты – решение проблемы повышения плодородия дерново-подзолистых почв // *Ресурсосберегающие технологии и резервы их эффективности в АПК Верхневолжья: Сборник трудов*. – Иваново, 2008. – С. 116-128.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Шайкова Татьяна Васильевна, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», 17/56, Комсомольский проспект, г. Тверь, Российская Федерация, 170041, e-mail: t.shaykova.psk@fncl.ru, ORCID 0000-0001-7309-5328

Дятлова Марина Владимировна, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», 17/56, Комсомольский проспект, г. Тверь, Российская Федерация, 170041, e-mail: m.dyatlova.psk@fncl.ru, ORCID 0000-0003-4651-1263

Волкова Елена Сергеевна, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», 17/56, Комсомольский проспект, г. Тверь, Российская Федерация, 170041, e-mail: e.volkova.psk@fncl.ru, ORCID 0000-0002-1762-0957

Tatyana V. Shaykova, PhD in Agricultural Sciences, leading researcher, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 17/56, Komsomolsky pr., Tver, Russian Federation, 170041, e-mail: t.shaykova.psk@fncl.ru, ORCID 0000-0001-7309-5328

Marina V. Dyatlova, PhD in Agricultural Sciences, leading researcher, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 17/56, Komsomolsky pr., Tver, Russia Federation, 170041, e-mail: m.dyatlova.psk@fncl.ru, ORCID 0000-0003-4651-1263

Elena S. Volkova, senior researcher, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 17/56, Komsomolsky pr., Tver, Russia Federation, 170041, e-mail: e.volkova.psk@fncl.ru, ORCID 0000-0002-1762-0957