

**И.Н. Романова**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;  
**С.М. Князева**, доцент, кандидат сельскохозяйственных наук;  
**С.Н. Глушаков**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;  
**С.Е. Терентьев**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;  
**М.И. Перепичай**, аспирант,

*ФГБОУ ВО «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия»,  
(214000, г. Смоленск, ул. Б. Советская 10/2; 89092596765; , [kniazevas@yandex.ru](mailto:kniazevas@yandex.ru);)»*

## **УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И УРОВЕНЬ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ, ТИПА ПОЧВ В СИСТЕМЕ СЕВООБОРОТА**

Внедрение инновационных технологий и севооборотов является агротехнологической и экологической основой роста урожайности и её устойчивости по годам. За счет правильного чередования культур в почве повышаются содержание органического вещества, накопление доступных элементов питания, активизируются биологические процессы и на этой основе в 1,5–2 раза увеличиваются урожайность и качество продукции. В работе представлены результаты исследований по изучению влияния севооборота, типа почв, удобрений на продуктивность зерновых культур и изменения элементов плодородия почвы в условиях западной части Центрального региона России. Эксперимент проводили на опытном поле Смоленской сельскохозяйственной академии в шестипольном севообороте (занятый пар, озимые зерновые, яровые зерновые, люпин, картофель, яровые зерновые) на дерново-сильнопodzolistых и среднеpodzolistых среднесуглинистых почвах. Севооборот был заложен в 1992 году, с момента закладки прошло 4 ротации. Исходным материалом были новые и перспективные сорта зерновых культур, допущенные к использованию по третьему (Центральному) региону России. Агротехника в опытах общепринятая для Нечерноземной зоны. Все исследования проводили согласно общепринятым методикам и ГОСТам. Агроклиматические условия в годы исследований отличались как по температурному режиму, так и по выпадению осадков, что позволило объективно оценить влияние изучаемых агроприемов на плодородие почвы и урожайность зерновых культур. На основании проведенных исследований (1992-2015 гг.) выявлено, что за четыре ротации севооборота на дерново-сильнопodzolistой и дерново-среднеpodzolistой почвах на фоне без удобрений возросло содержание: гумуса – на 0,17%, легкогидролизуемого азота – на 21 мг/кг, подвижного фосфора – на 37 мг/кг, обменного калия – на 28 мг/га, с

удобрениями на – на 0,32%, 20 мг/кг, 40 мг/кг, 74 мг/кг почвы соответственно. В среднем по опыту урожайность зерновых культур на дерново-среднеподзолистой почве составила 4,76 т/га, что превысило на 0,74 т/га соответствующий показатель дерново-сильноподзолистой почвы. Применение удобрений в системе севооборота увеличило урожайность зерновых культур на 2,67 т/га.

*Ключевые слова:* почва, ротация, севооборот, удобрения, зерновые культуры, сорта, урожайность.

**I.N. Romanova**, Doctor of Agricultural sciences, professor;  
**S.M. Knyazeva**, Candidate of Agricultural sciences, docent;  
**S.N. Glushakov**, Candidate of Agricultural sciences, docent;  
**S.E. Terentiev**, Candidate of Agricultural sciences, docent;

**M.I. Perepichay**, post-graduate student

*FSBEI HE "Smolensk State Agricultural Academy"*

(214000, Smolensk, Bolshaya Sovetskaya Str., 10/2; 89092596765;  
[kniazevas@yandex.ru](mailto:kniazevas@yandex.ru))

## **PRODUCTIVITY OF GRAIN CROPS AND SOIL FERTILITY DEPENDING ON FERTILIZERS, TYPE OF SOIL IN THE SYSTEM OF CROP ROTATION**

Introduction of innovative technologies and crop rotation is agrotechnological and ecological basis for productivity growth and stability. Due to the proper crop rotation in the soil the amount of organic matter increases, the nutritional elements accumulate, biologic processes become active and all these increase productivity and quality of the product in 1.5-2 times. The article has presented the study results of the effect of crop rotation, type of soil, use of fertilizers on productivity of grain crops and change of the elements of soil fertility in the western part of the Central Russia. The trials have been conducted at the experimental field of Smolensk Agricultural Academy on the sod-strongly-podzolic and medium-podzolic medium-loamy soils with the six crop rotation sequences (cropped fallow, winter grain crops, spring grain crops, lupine, potato, spring grain crops). The crop rotation was started in 1992, from that time there has been four rotation sequences. The initial material consisted of new and promising varieties of grain crops, approved to use in the Central Russia. The agro machinery was conventional for the area (nechernozemnaya zone). All the researches were done according to the conventional methods and GOSTs. Agroclimatic conditions of the years differed in the temperature regimes and the amount of precipitations, that allowed estimating the effect of the agro methods on soil fertility and productivity of grain crops. The researches of the years 1992-2015 showed that four crop rotation sequences on the sod-strongly-podzolic and sod-medium-podzolic medium-loamy soils without the use of fertilizers increased the contents of humus on 0.17%, readily

hydrolysable nitrogen on 21 mg/kg, available phosphorus on 37 mg/kg, exchangeable potassium on 28 mg/kg; when the fertilizers were used the contents of these elements increased on 0.32%, 20 mg/kg, 40 mg/kg, 74 mg/kg of soil respectively. On average the productivity of the grain crops on the sod-medium-podzolic soil was 4.76 t/ha, which exceeded the productivity on the sod-strongly-podzolic soil on 0.74 t/ha. The application of the fertilizers in the crop rotation increased the productivity of the crops on 2.67 t/ha.

**Keywords:** *soil, rotation, crop rotation, fertilizers, grain crops, varieties, productivity.*

**Введение.** Основная задача современной системы земледелия – получение стабильных и высоких урожаев, повышение плодородия почвы и поддержание его на должном уровне. В решении этого вопроса важная роль отводится внедрению, освоению и использованию севооборотов, введению в них зернобобовых и промежуточных культур, чистого, занятого и сидерального паров, рациональному применению минеральных и органических удобрений, химических средств защиты растений как основных факторов повышения продукционных процессов в почве и растениях [1]. В связи с этим изучение изменения элементов плодородия почв и продуктивности зерновых культур в системе севооборота актуально.

**Материалы и методы.** Исследования проводили в 1992-2015 годах на опытном поле ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА в шестипольном зернопропашном севообороте на дерново-сильно- / и среднеподзолистых почвах среднесуглинистого гранулометрического состава со следующим чередованием культур: занятый пар, озимые зерновые, яровые зерновые, люпин, картофель, яровые зерновые.

С момента закладки севооборота прошло четыре ротации: I ротация – 1992 -1997 гг.; II ротация – 1998 - 2003 гг.; III ротация – 2004 - 2009 гг.; IV ротация – 2010 - 2015 гг.

Исходным материалом для исследований были новые и перспективные сорта зерновых культур, допущенные к использованию по третьему (Центральному) региону России.

Основную обработку почвы проводили с учетом предшественника, она включала: лущение (6-9 см), отвальную зяблевую вспашку (24-27 см); весной – боронование в два следа, предпосевную культивацию в один – два следа с одновременным боронованием, посев, послепосевное прикатывание.

Посев зерновых культур проводили в сроки, рекомендуемые для западных районов Нечерноземной зоны [1].

Ежегодные дозы минеральных удобрений в севообороте составляли  $N_{520}P_{560}K_{570}$ , в том числе под зерновые  $N_{300}P_{300}K_{270}$  кг/га. В целом за ротацию было внесено

N<sub>3120</sub>P<sub>3360</sub>K<sub>3400</sub>. В опыте использовали минеральные удобрения: азотные – аммиачная селитра, мочевины; фосфорные – суперфосфат двойной; калийные – хлористый калий; азотнофосфорнокалийные – азофоска; известковые – известняковая мука.

Общая площадь делянки – 30 м<sup>2</sup>, учетная – 25 м<sup>2</sup>. Расположение делянок рендомизированное в четырехкратной повторности.

За годы исследований испытывались следующие сорта: озимая пшеница - Мироновская 808, Заря, Памяти Федина, Инна, Московская 39, Суздальская 2, Галина, Немчиновская 24, ТАУ, Волжская 3, Волжская 22, Московская 56, Поэма, Рубежная, Скипетр, Мера, Плеяда; озимая рожь – Крона, Памяти Кондратенко, Пурга, Альфа, Валдай, Таловская 15, Таловская 29, Таловская 41, Татьяна, Московская 12, Грань; озимое тритикале – Виктор, Тальва 100, Антей, Бард, Карнет, Легион, Топаз, Трибун, Немчиновская 56, Консул, Михась, Неман; яровая пшеница - Московская 35, Приокская, Стрела, Белорусская 80, Ирень, Лада, МИС, Тризо, Злата, Дарья, Любава, Сударыня; ячмень – Биос, Гонар, Криничный, Московский 3, Московский 2, Прима Белоруссии, Раушан, Сонет, Нур, Аннабель, Атаман, Владимир, Яромир, Посада; овес – Астор, Скакун, Улов, Борец, Буг, Друг, Козырь, Комес, Привет, Юбиляр, Айвори, Яков, Лев, КВС Контендер, Буланный, Конкур, Эклипс.

Все исследования проводили согласно общепринятым методикам и ГОСТам: закладка опытов – по Доспехову; учет урожайности – по методике Госсортоиспытания; определение гумуса – по Тюрину, легкогидролизуемого азота – по Тюрину и Кононовой, подвижного фосфора и обменного калия – по Кирсанову в модификации ЦИНАО.

Агроклиматические условия в годы исследований отличались как по температурному режиму, так и по выпадению осадков, что позволило объективно оценить влияние изучаемых агроприемов на плодородие почвы и урожайность зерновых культур.

**Результаты.** Как показали многолетние исследования, первым и необходимым мероприятием повышения плодородия дерново-подзолистых почв в севооборотах является оптимизация кислотности.

Средневзвешенный показатель кислотности почв в регионе составляет рН<sub>сол</sub> -5,24 ед., в том числе близкие к нейтральным (рН<sub>сол</sub> 5,6-6,0) занимают 137,8 тыс. га (21%), нейтральные (рН<sub>сол</sub> 6,1-6,5 ед.) - 69,1 тыс. га (10%), кислые почвы пашни (рН<sub>сол</sub> до 5,5 ед.) занимают 449,3 тыс. га или 68% [1].

В наших исследованиях за четыре ротации севооборота кислотность почвы снизилась на сильноподзолистых с рН<sub>сол</sub>-5,06 до 5,40 ед., на среднеподзолистых с рН<sub>сол</sub> - 5,41 до 5,72 ед., за счет наличия зернобобовых культур и их использования на зерно и

сидерат, а также за счет известкования, которое проводилось один раз в ротацию севооборота под занятый пар в дозе 4 т/га.

Гумус в почве является основным аккумулятором питательных веществ и оказывает положительное влияние на её биологические и химико-физические свойства. По агрохимическим обследованиям почв региона более 50% имеют низкое содержание гумуса (менее 2%) [1].

#### 1. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы по ротациям в севообороте

Показатели плодородия	Тип почвы (дерново-подзолистая)	I ротация 1992-1997 гг.		IV ротация 2010-2015 гг.	
		без удобрений	с удобрением	без удобрений	с удобрением
Органическое вещество, %	сильноподзолистая	1,54	1,69	1,71	1,86
	среднеподзолистая	1,67	1,74	1,83	2,21
Азот легкогидролизуемый, мг/кг почвы	сильноподзолистая	40	51	59	67
	среднеподзолистая	47	59	70	82
Фосфор подвижный, мг/кг почвы	сильноподзолистая	60	91	96	120
	среднеподзолистая	78	110	116	160
Калий обменный, мг/кг почвы	сильноподзолистая	36	40	58	107
	среднеподзолистая	70	83	104	164

Данные исследований показали, что содержание гумуса увеличивалось на сильноподзолистой почве с 1,54 (первая ротация) до 1,71% (четвертая ротация) на неудобренном и с 1,69 до 1,86% на удобренном фонах (табл. 1). На среднеподзолистой почве содержание гумуса было выше и соответственно увеличилось с 1,67 до 1,83% на неудобренном и с 1,74 до 2,21% на удобренном фонах.

Азот – важнейший элемент питания растений. Азотные удобрения усиливают рост и развитие растений, увеличивают содержание белка в растительной продукции. Потребность в азотных удобрениях проявляется на всех типах почв, особенно, при внедрении современных технологий с использованием интенсивных культур и сортов [3].

Содержание азота легкогидролизуемого в севообороте на дерново-сильноподзолистой почве на фоне без удобрений в первой ротации составляло 40 мг почвы на 1 кг, в четвертой ротации – 59 мг/кг; на фоне минерального питания – 51 и 67 мг/кг почвы. На дерново-среднеподзолистой почве содержание легкогидролизуемого

азота на фоне без удобрений повысилось с 47 в первой ротации до 70 мг/кг в четвертой ротации и на фоне с удобрением – с 59 до 82 мг/кг.

В сбалансированности питания растений важное место занимает подвижный фосфор. При его недостатке замедляется рост молодых растений, развитие корневой системы, затягиваются сроки созревания плодов и др.

На дерново-сильнопodzolistой почве в полях первой ротации независимо от фона минерального питания содержание  $P_2O_5$  составило 60-91 мг, на дерново-среднеpodzolistой 78 -110 мг/кг. На обоих типах почв содержание фосфора выше в вариантах, где внесены минеральные удобрения.

К концу четвертой ротации содержание  $P_2O_5$  на дерново-сильнопodzolistой почве без удобрений повысилось с 60 до 96 мг/кг, на дерново-среднеpodzolistой – с 78 мг до 116 мг/кг; на фоне с удобрением – с 91 до 120 мг/кг и с 110 мг до 160 мг/кг почвы соответственно.

В целом относительно первой ротации, содержание фосфора увеличилось в среднем по севообороту в вариантах без удобрений на 51, с удобрением – на 39%.

При недостатке калийного питания замедляется рост и развитие растений, снижается их устойчивость к засухе, заморозкам, болезням, полеганию и зерно формируется с низкими технологическими и посевными свойствами [2].

В наших исследованиях за 24 года содержание  $K_2O$  на дерново-сильнопodzolistой почве без удобрений увеличилось с 36 мг до 58 мг/кг, на удобренных вариантах - с 40 мг до 107 мг/кг почвы; на дерново-среднеpodzolistой - с 70 мг до 96 мг/кг и с 83 мг до 164 мг/кг почвы соответственно.

Анализ агрохимических показателей почвы позволяет сделать вывод, что шестипольный зернопропашной севооборот как на фоне без удобрений, так и на фоне с внесением удобрений увеличил содержание гумуса, легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и калия по обоим типам почв.

За годы исследований (1992 - 2015гг.) урожайность зерновых культур за четвертую ротацию севооборота относительно первой ротации выросла по удобренному фону с 3,65 т до 4,91 т/га (+1,26 т/га) и по фону без удобрений – с 1,52 до 1,97 т/га (+0,45 т/га), что связано не только с интенсивностью новых сортов зерновых культур, но и с повышением плодородия почвы в системе севооборота (табл. 2).

2. Урожайность сортов зерновых культур по ротациям в системе севооборотов, т/га  
(1992-2015гг.)

Рота	Тип	Фон удобрений	Культура (С)
------	-----	---------------	--------------

			Озимая пшеница	Озимая рожь	Озимое тритикале	Яровая пшеница	Яровой ячмень	Овес
I	сильно	без удобрений	1,28	1,52	1,48	1,36	1,24	1,67
		с удобрением	3,17	3,24	3,61	3,24	3,27	3,42
	средне	без удобрений	1,57	1,83	1,67	1,41	1,49	1,72
		с удобрением	3,97	3,89	4,06	3,98	4,08	3,92
II-III	сильно	без удобрений	1,54	1,77	1,73	1,41	1,49	1,69
		с удобрением	4,23	4,28	4,39	4,13	4,35	4,14
	средне	без удобрений	1,89	2,06	1,97	1,56	1,61	1,93
		с удобрением	4,91	4,73	5,12	4,96	5,04	4,87
IV	сильно	без удобрений	1,76	1,94	1,91	1,67	1,60	2,02
		с удобрением	4,47	4,46	4,61	4,32	4,61	4,37
	средне	без удобрений	1,93	2,27	2,18	1,84	1,78	2,11
		с удобрением	5,36	5,14	5,59	5,38	5,47	5,16

НСР<sub>05</sub> т/га: фактор А - 0,27; фактор В - 0,37; фактор С - 0,41

По ротациям севооборота различия по урожайности между культурами были не существенны (НСР<sub>05</sub> = 0,41 т/га); однако наблюдалась тенденция ее роста озимой тритикале и ячменя на фонах с удобрениями, а у озимой ржи и овса – на фонах без удобрений, что связано с морфобиологическими особенностями.

В зависимости от типа почв отзывчивость сортов зерновых культур на внесение минеральных удобрений была различной. Так, на среднеподзолистой почве без удобрений урожайность сортов зерновых культур составила 1,82, с удобрениями – 4,76 т/га, что выше соответствующих показателей насыщенноподзолистой почвы на 0,20 и 0,74 т/га соответственно.

В наших исследованиях за четыре ротации севооборота по двум типам почв в вариантах без удобрений урожайность зерновых культур составила 1,72, а с внесением удобрений – 4,39 т/га, т.е. она возросла в 2,5 раза.

В среднем по опыту урожайность зерновых культур на дерново-сильноподзолистой почве составила 2,82, на дерново-среднеподзолистой – 3,29 т/га (+0,47 т/га).

**Выводы.** В условиях западной части Центрального региона России изучаемые сорта зерновых культур показали высокую экологическую пластичность и адаптивность с уровнем урожайности 4,32-5,59 т/га.

Нашими исследованиями выявлены наиболее продуктивные сорта и гибриды зерновых культур: озимая пшеница – Мера, Плеяда, Скипетр; озимая рожь – КВС Магнifico F<sub>1</sub>, Таловская 41, Грань; озимое тритикале – Немчиновская 56, Консул; яровая

пшеница: Дарья, Сударыня, Любава; по ячмень – Владимир, Яромир, Посада; по овес – Лев, Эклипс, Конкур, Буланный.

В шестипольном севообороте агрохимические показатели плодородия почвы, продуктивность зерновых культур повышались от ротации к ротации в зависимости от типа почв и удобрений на 27 - 78%.

#### **Литература**

1. Региональная система земледелия Смоленской области / А.М. Конова, И.Н. Романова [и др.]. Под. ред. Новикова В.М., Рыбченко Т.И.– Смоленск, 2013.– 277с.
2. Совершенствование технологий производства зерна и семян в Центральном регионе России / И.Н. Романова [и др.]. // Известия Смоленского государственного университета. – 2011.– № 4(16).– С.101-107.
3. Продуктивность сортов зерновых культур в зависимости от фонов минерального питания / И.Н. Романова [и др.] // Зерновое хозяйство России.– 2012.–№2.– С. 37-43.

#### **Literature**

1. Regional system of agriculture in the Smolensk region /A.M. Konova, I.N. Romanova [and others]. Ed. by V.M. Novikova, T.I. Rybchenko – Smolensk, 2013. – 277p.
2. Improvement of technologies of grain and seed production in the Central region of Russia / I.N. Romanova [and others] // News of Smolensk state University.– 2011. –№ 4(16).– PP.101-107.
3. Productivity of grain crop varieties depending on mineral fertilizing / I.N. [and others] // Grain Economy.– 2012. – №2.– PP. 37-43.