

V.M. Krasnitsky<sup>1</sup>, I.A. Bobrenko<sup>2</sup>, A.G. Schmidt<sup>1,2</sup>, O.A. Matveychik<sup>1,2</sup><sup>1</sup>CAS Omskiy, Koroleva pr. 34, 644012 Omsk, Russia, e-mail: matvei4ik\_oleg@mail.ru;<sup>2</sup>Omsk SAU, Institutskaya pl. 1, 644008 Omsk, Russia

The results of local monitoring of 1994-2018 on reference plots on agricultural land and archival materials of a large-scale agrochemical survey are presented. The objects of research were cultivated plants and soils: ordinary thin low-humus heavy-loamy chernozem; medium-thinned medium-humus heavy-loamy meadow-chernozem; deep low-humus light-loamy meadow-chernozem solonetz. Studies of features on reference sites allowed to specify the content of nitrate nitrogen in different types of soil depending on the forecrop and identify the need for the use of nitrogen fertilizer for agricultural crops in the forest-steppe zone. In the Northern forest-steppe, almost all crops, regardless of their forecrop, have low levels of nitrogen and nitrates in the soil. In the Southern forest-steppe zone, as a rule, there is a high nitrogen content, and, consequently, a good supply of plants with this element, after black fallow. The accumulation of nitrate nitrogen in all soils depends on the previous crop rotation, the best conditions for this are created in the black fallow. After row crops, despite the high nitrogen removal, nitrate nitrogen reserves remain in the soil, as a rule, more than after cereals. This is due to the relatively high biological activity of the soils under these crops. Information on the content of N-NO<sub>3</sub> in the soil, taking into account the forecrop, makes it possible to determine the need of crops for nitrogen and apply the necessary doses of fertilizers based on agrotechnical diagnostics.

Key words: nitrogen, content, soil, diagnostics, dose, fertilizer.

## ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОЦЕНОЗОВ В ОРГАНИЧЕСКОМ И ТРАДИЦИОННОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Г.Е. Мерзлая, д.с.-х.н., ВНИИА

127550, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31а, e-mail: lab.organic@mail.ru

Работа выполнена по госзаданию №0572-2019-0011

На основании исследований, выполненных в полевых опытах по сравнительному изучению эффективности органического и традиционного земледелия, установлено, что применение подстилочного навоза совместно с умеренными дозами минеральных удобрений оказывало положительное влияние на важнейшие параметры плодородия почвы и обеспечивало стабильную продуктивность севооборота. Определение качества растительной продукции, выращиваемой при использовании разных систем удобрения: органической, минеральной и органоминеральной, не выявило существенных различий по содержанию нитратов и крахмала в картофеле и сырого белка и клейковины в зерне озимой пшеницы.

Ключевые слова: системы удобрения, плодородие почвы, продуктивность севооборота, качество продукции.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.117.13

В настоящее время все больше внимания уделяют биологизации земледелия, которая предусматривает широкое вовлечение в качестве источников питания растений органических веществ удобрений в виде навоза КРС, птичьего помета, компостов, соломы, других растительных остатков, сидератов, а также посевов многолетних и однолетних трав, использование биологического азота бобовых растений и др. [2-4]. Органические удобрения, представляющие комплекс важнейших биологических веществ, различных макро- и микроэлементов, относят к наиболее важным факторам биологизации агротехнологий. Однако обеспеченность органическими удобрениями агропромышленного комплекса в России очень низкая, не более 12-15% потребности, что необходимо учитывать при организации биологизированного агропроизводства и использовать все возможные ресурсы органических веществ. В отдельных регионах к ним можно отнести торф, сапропель, различные компосты на основе нетоксичных органических отходов.

В последние годы в ряде случаев биологизацию земледелия сводят к чисто биологическому (или органическому) способу агропроизводства при исключении азотных минеральных удобрений, регуляторов роста и средств защиты растений от вредных организмов.

В мировом аспекте органическое земледелие стало проявляться с начала 90-х годов 20 в. в качестве альтернативы интенсивному земледелию, которое было принято в 1992 г. на форуме в Рио-де-Жанейро. Органическое земледелие в общей площади сельскохозяйственных угодий занимает незначительную долю, например в Европе 1,6 % [1]. Следует обратить внимание на то, что на современном этапе эффективность органического земледелия еще недостаточно обоснована, и в этом направлении требуются значительные разработки. Согласно Д.Н. Прянишникову [6], развитие агрономической науки может осуществляться только на основе системной методологии, на базе конкретных данных полевых опытов, включая длительные многофакторные эксперименты.

Одним из полевых опытов, посвященных сравнительному изучению эффективности органического и традиционного земледелия, может служить эксперимент, проводимый с 1978 г. ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в Смоленской области. Исследования вели в системе зернотравяного севооборота. В течение 4 ротаций изучали действие органических и минеральных удобрений, с 2009 г. – их последствие при весенней подкормке азотными удобрениями в невысоких

дозах – 30-45 кг/га N. В последние ротации севооборота (четвертую и пятую) принято следующее чередование культур: 1 – однолетние травы на зеленую массу; 2 – озимая рожь; 3 – ячмень; 4 – многолетние травы 1-го года пользования; 5 – многолетние травы 2-го года пользования; 6 – яровая пшеница; 7 – овес. Насыщенность севооборота зерновыми культурами 57%.

Навоз крупного рогатого скота с небольшим количеством подстилки имел влажность 70% и содержал в среднем 0,5% общего азота, 0,1 аммонийного азота, 0,2 фосфора и 0,7% калия, или в расчете на 1 т 14 кг NPK.

Согласно полученным результатам, систематическое применение удобрений в течение четырех ротаций (1978-2008 гг.) оказало положительное влияние на плодородие почвы. Так, без внесения удобрений в почву по сравнению с исходным значением содержание гумуса снизилось на 28%. Органическая система удобрения в варианте одностороннего применения навоза в дозе 9 т/га ежегодно сокращало потери гумуса до 16%, в то время как органоминеральная система при внесении навоза в этой же дозе совместно с минеральными удобрениями обеспечивала бездефицитный баланс гумуса в почве (табл. 1). На неудобренном участке, по сравнению с исходным состоянием в почве, также резко снижалось содержание подвижных соединений фосфора и калия. Внесение удобрений, особенно в органоминеральном варианте: навоз, 9 т/га ежегодно + минеральные удобрения в дозе  $N_{90}P_{90}K_{90}$  в значительной мере оптимизировало фосфатный и калийный режимы почвы.

#### 1. Влияние органической, минеральной и органоминеральной систем удобрения на агрохимические свойства почвы

Система удобрения	Гумус, %		Фосфор ( $P_2O_5$ ), мг/кг		Калий ( $K_2O$ ), мг/кг	
	1	2	1	2	1	2
Без удобрений	1,40	-0,39	170	-142	145	-90
Навоз, 9 т/га ежегодно	1,23	-0,20	143	-74	138	+7
Навоз, 9 т/га ежегодно + $N_{90}P_{90}K_{90}$	1,36	-0,03	166	-9	150	-5
$N_{90}P_{90}K_{90}$	1,53	-0,34	149	-14	135	-35

Примечание. 1- исходное содержание, 2- изменение в конце исследований.

В накоплении тяжелых металлов в почве четких закономерностей по системам удобрения не отмечено (табл. 2). При этом ни в одном из вариантов опыта содержание исследуемых тяжелых металлов в почве не превышало ориентировочно допустимых концентраций по Гигиеническим нормативам (ГН 2.1.7.2042-06).

#### 2. Влияние органической, минеральной и органоминеральной систем удобрения на содержание тяжелых металлов в почве

Система удобрения	Pb	Cd	Cu	Zn	Ni
Без удобрений	24	0,36	12	70	16
Навоз, 9 т/га ежегодно	20	0,24	11	66	16
Навоз, 9 т/га ежегодно + $N_{90}P_{90}K_{90}$	21	0,27	12	69	17
$N_{90}P_{90}K_{90}$	23	0,35	13	68	16
ОДК	65	1,0	66	110	40

Данные по микробиологической активности почвы, полученные в полевом опыте в 2010 г., также свидетельствуют о высоком эффекте одного навоза или навоза, внесенного совместно с минеральными удобрениями, где общая численность микроорганизмов составила,

соответственно, 66,4 и 59,8 кл/г · 10<sup>6</sup> при значении на контроле 46,8 кл/г · 10<sup>6</sup>.

Органоминеральная система удобрения с использованием подстилочного навоза не только оказывала положительное влияние на важнейшие параметры плодородия почвы, но и обеспечивала высокую продуктивность севооборота, что видно из таблицы 3.

#### 3. Влияние систем удобрения (в действии) на продуктивность севооборота (в среднем за 4 ротации)

Система удобрения		Продуктивность, т к.е/га	Прибавка	
			т к.е/га	%
Контроль (без удобрений)		2,8	-	-
Органическая	Навоз, 9 т/га ежегодно	3,4	0,6	21,5
Минеральная	$N_{90}P_{90}K_{90}$	4,0	1,2	42,9
Органоминеральная 1	Навоз, 9 т/га ежегодно + $N_{90}P_{90}K_{90}$	3,8	1,0	35,8
Органоминеральная 2	Навоз, 15 т/га ежегодно + $N_{150}P_{150}K_{150}$	3,7	0,9	32,2
HCP <sub>05</sub>		0,5		

Продуктивность 1 га севооборотной площади под действием удобрений в среднем за 1979-2008 гг. была на 35,8% выше контроля и на 11,8% выше варианта с внесением одного навоза. Рост доз удобрений в органоминеральной системе с трехкратных до пятикратных не давал эффекта. Минеральная система удобрения повышала продуктивность севооборота в сравнении с контролем на 42,9%, но в то же время она не имела преимуществ по этому показателю перед исследуемыми органоминеральными системами, что подтверждается и другими данными [7, 8].

При характеристике систем удобрения важное значение имеет качество производимой растительной продукции. С одной стороны, считается, что при возделывании сельскохозяйственных культур биологическими методами значительно улучшаются их качественные показатели. С другой стороны, в ряде работ данное положение подвергается сомнению [2, 5]. В связи с этим представляют интерес данные, полученные в полевых опытах ВНИИ агрохимии, по влиянию различных систем удобрения на важнейшие показатели качества ряда сельскохозяйственных культур (рис. 1-3). В условиях суглинистой почвы в Московской области органическая система по содержанию крахмала в картофеле имела преимущество перед органоминеральной, а на песчаной почве Брянской области эту закономерность не наблюдали. В то же время содержание нитратов в картофеле в обоих случаях было ниже при использовании органической системы.

Таким образом, данные полевых опытов не дают основания утверждать, что продукция биологического земледелия более безопасная и питательная, чем при использовании органоминеральных систем в традиционном земледелии.

**Заключение.** Сравнительное изучение эффективности органического и традиционного земледелия показало, что систематическое применение подстилочного навоза совместно с минеральными удобрениями положительно влияло на плодородие почвы и обеспечивало стабильную продуктивность зернотравяного севооборота в течение 30 лет на уровне 3,8 т к.е/га, что на 35,8% превышало контроль и на 11,8% вариант с органической системой удобрения. Минеральная система увеличивала продуктивность севооборота в сравнении с контролем на 42,9%, но не имела преимуществ по

этому показателю перед органоминеральными системами. При использовании разных систем удобрения не установлено существенных различий в содержании

нитратов и крахмала в клубнях картофеля и сырого белка и клейковины в зерне озимой пшеницы.

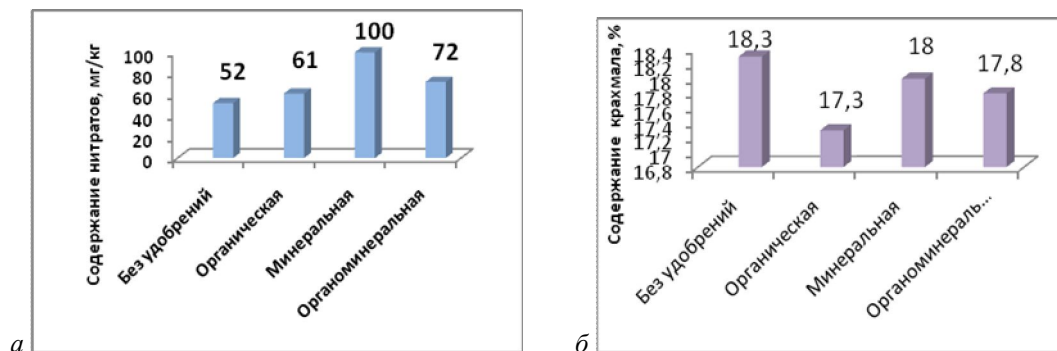


Рис. 1. Содержание нитратов (а) и крахмала (б) в картофеле на песчаной почве в Брянской области

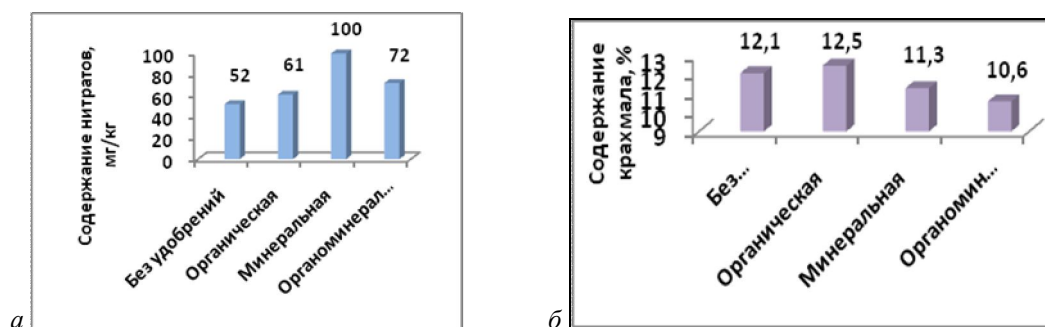


Рис. 2. Содержание нитратов (а) и крахмала (б) в картофеле на суглинистой почве в Московской области

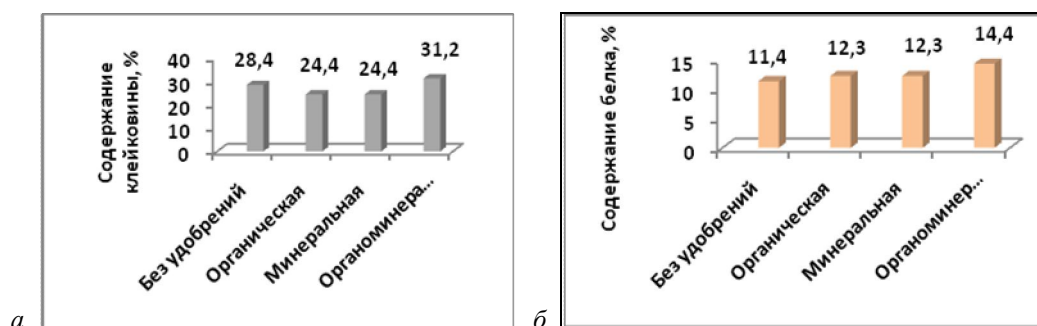


Рис. 3. Содержание клейковины (а) и сырого белка (б) в зерне озимой пшеницы на легкосуглинистой почве в Смоленской области

У озимой пшеницы, возделываемой в условиях дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в Смоленской области, содержание клейковины и сырого белка при использовании органической системы удобрения было ниже, чем органоминеральной.

#### Литература

1. Горчаков Я.В., Дурманов Д.Н. Мировое органическое земледелие XXI века. – М.: РУДН, 2002. – 402 с.
2. Кидин В.В. Система удобрения. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. – 534 с.
3. Минеев В.Г., Дебрецени Б., Мазур Т. Биологическое земледелие и минеральные удобрения. – М.: Колос, 1993. – 415 с.

4. Минеев В.Г., Сычев В.Г., Гамзиков Г.П. и др. Агрохимия: классический университетский учебник для стран СНГ / Под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во ВНИИА, 2017. – 854 с.
5. Методическое руководство по проектированию применения удобрений в технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия. – М.: МСХ РФ, РАСХН, 2008. – 392 с.
6. Прянишников Д.Н. Изб. соч. Т. 3. Общие вопросы земледелия и химизации. – М.: Колос, 1965. – 639 с.
7. Мерзлая Г.Е., Афанасьев Р.А. Эффективность органического земледелия//Плодородие. – 2020. – №5. – С. 56-60.
8. Чухина О.В., Глазов Р.А., Смирнов Д.Р. и др. Влияние удобрений на продуктивность культур севооборота и вынос элементов// Плодородие. – 2019. – №1. – С. 22-25.

## PRODUCTIVITY EVALUATION OF AGROCENOSSES BASED ON THE APPLICATION OF ORGANIC AND MINERAL FERTILIZERS

G.Ye. Merzlaya

Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127434 Moscow, Russia, e-mail: lab.organic@mail.ru

Based on studies performed in field experiments to compare the effectiveness of organic and traditional agriculture, it was found that the use of litter manure with moderate doses of mineral fertilizers had a positive effect on the most important parameters of soil fertility and provided stable productivity of grain and grass crop rotation. Determination of the quality of plant products grown in the different fertilizer systems: organic, mineral and organomineral, did not reveal significant differences in the content of nitrates and starch in potatoes and raw protein and gluten in winter wheat grains.

Keywords: fertilizer systems, soil fertility, crop rotation productivity, product quality.