

**ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, МЕЛИОРАЦИЯ/
CROP FARMING, AGROCHEMISTRY, AMELIORATION**<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.256-264>

УДК 631.51:631.582

**Влияние систем обработки светло-серой лесной почвы на ее биологическую активность и урожайность гороха в Нижегородской области**

© 2019. А.В. Ивенин ✉, А.П. Саков

Нижегородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», п. Селекционной станции, Нижегородская область, Российская Федерация

Исследования проводили в Нижегородской области в 2017-2018 гг. на светло-серой лесной почве в звене севооборота «яровая пшеница - горох». Изучали влияние систем обработки почвы (традиционная отвальная обработка плугом с отвалами; безотвальная «глубокая» обработка плугом без отвалов; безотвальная «мелкая» обработка чизельным культиватором Pottinger Synkro 5030 K; минимальная обработка дисковой бороной Discover XM 44660 nothad; нулевая обработка (No-till) сеялкой Sunflower 9421-20), минеральных удобрений (N60P60K60 кг д.в.) и деструкторов соломы (аммиачной селитры в дозе N10 кг д.в. на 1 т соломы и биопрепарата Стимикс®Нива в дозе 2л/га) на изменение показателя биологической активности почвы и урожайность гороха сорта Красивый. В условиях недостаточного увлажнения вегетационного периода 2018 года технология No-till способствовала снижению биологической активности почвы по изучаемым системам обработки почвы в посевах гороха: на 6,3% (с 18,6 до 12,3%) по сравнению с традиционной «отвальной» системой обработки почвы плугом с отвалами; на 4,7% (с 17,0 до 12,3%) по сравнению с безотвальной «глубокой» плугом без отвалов; на 3,5% (с 15,8 до 12,3%) по сравнению с безотвальной «мелкой» обработкой чизельным культиватором; на 4,9% (с 17,2 до 12,3%) по сравнению с минимальной обработкой дисковой бороной. Применение биопрепарата Стимикс®Нива в качестве деструктора соломы в засушливых условиях 2018 года было эффективней применения аммиачной селитры в вариантах полевого опыта без внесения минеральных удобрений (N60P60K60): биологическая активность почвы увеличилась по зяблевой вспашке плугом с отвалами на 3,8% (20,8 и 17,0% соответственно); по зяблевой вспашке плугом без отвалов на 5,3% (18,8 и 13,5%); по минимальной обработке дисковой бороной на 4,8% (18,9 и 14,1%). При погодных условиях 2018 года самый высокий урожай гороха сорта Красивый получен в варианте полевого опыта, где в качестве основной обработки почвы применяли зяблевую вспашку с оборотом пласта на глубину 20-22 см, с использованием в качестве деструктора соломы аммиачной селитры в дозе 10 кг д.в. на 1 т соломы. Применение минеральных удобрений (N60P60K60) по данной системе обработки почвы в засушливых условиях не повлияло на величину урожая гороха сорта Красивый (2,70-2,76 т/га). При использовании технологии производства гороха по No-till урожайность его в условиях Нижегородской области по итогам 2018 года получена в интервале 0,74-2,24 т/га.

Ключевые слова: отвальная обработка почвы, безотвальная обработка почвы, нулевая обработка почвы (No-till), биопрепарат, солома, минеральные удобрения, деструктор соломы

Благодарности: научное исследование выполнено в рамках Государственного задания ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (тема № 0767-2018-0016).

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Ивенин А.В., Саков А.П. Влияние систем обработки светло-серой лесной почвы на ее биологическую активность и урожайность гороха в Нижегородской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(3):256-264. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.256-264>

Поступила: 21.01.2019

Принята к публикации: 27.05.2019

Опубликована онлайн: 18.06.2019

The influence of light-gray forest soil tillage systems on biological activity of the soil and productivity of pea in the Nizhny Novgorod region

© 2019. Alexey V. Ivenin ✉, Alexander P. Sakov

Nizhny Novgorod Research Institute of Agriculture - branch of the Federal Agrarian Research Center of the North-East named N.V.Rudnitsky, Kstovo district, Nizhny Novgorod region, Russian Federation

The research was conducted in 2017-2018 in the Nizhny Novgorod region on light-gray forest soil in the link of "spring wheat-pea" crop rotation. The article presents the results of study of the influence of soil tillage systems (traditional

moldboard tillage with moldboard plow; non-moldboard "deep" tillage with boardless plow; non-moldboard "shallow" tillage with chisel cultivator Pottinger Synkro 5030 K; minimum tillage with disc harrow XM 44660 NOTHAD; zero tillage (No-till) with grain drill Sunflower 9421-20, mineral fertilizers (N60P60K60 kg of active ingredient) and straw destructors (ammonium nitrate in the dose of N10 kg of active ingredient per 1 t of straw and biological preparation Stimix®/Niva 2 ltr/ha) on the change in the indicator of biological activity of the soil and the yield of pea variety Krasivy. In the conditions of insufficient precipitation of the growing season of 2018, No-till technology resulted in a decrease in the average biological activity of the soil by the tillage systems under study in pea plantings of Krasivy variety: by 6.3 % (from 18.6 to 12.3 %) compared to the traditional moldboard tillage system with moldboard plow; by 4.7 % (from 17.0 to 12.3 %) compared to the non-moldboard "deep" tillage with boardless plow; by 3.5 % (from 15.8 to 12.3 %) compared to the non-moldboard "shallow" tillage with a chisel cultivator; by 4.9 % (from 17.2 to 12.3 %) compared to the minimum processing with disc harrow. The use of the biological preparation Stimix®/Niva as a straw destructor in arid conditions of 2018 was more effective than the use of ammonium nitrate in field test variants without application of mineral fertilizers (N60P60K60). The biological activity of the soil increased on fall plowing with moldboard plow by 3.8 % (20.8 and 17.0% respectively); on fall plowing with boardless plow by 5.3 % (18.8 and 13.5 %); on minimum tillage with a disc harrow by 4.8 % (18.9 and 14.1 %). Under the weather conditions of 2018, the highest yield of Krasivy pea variety was obtained in the variant of field experiment where fall plowing with soil overturning to the depth of 20-22 cm with the use of ammonium nitrate as a straw destructor in a dose of 10 kg of active ingredient per 1 ton of straw was used as basic cultivation. The use of mineral fertilizers (N60P60K60) by this system of soil tillage in dry conditions did not affect the yield of Krasivy pea variety (2.70-of 2.76 t/ha). When using the No-till technology of pea production, the obtained yield in the conditions of the Nizhny Novgorod region in 2018 ranged from 0.74 to 2.24 t/ha.

Key words: moldboard tillage, non-moldboard tillage, zero tillage (No-till), biopreparation, straw, mineral fertilizers, destructor of straw

Acknowledgement: the scientific work was performed in the framework of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V.Rudnitsky (theme 0767-2018-0016).

Conflict of interest: the authors stated that there was no conflict of interest.

For citation: Ivenin A.V., Sakov A.P. Influence of processing systems of light-gray forest soil on its biological activity and productivity of peas in the Nizhny Novgorod region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(3):256-264. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.3.256-264

Received: 21.01.2019

Accepted for publication: 27.05.2019

Published online: 18.06.2019

Горох является важнейшей зернобобовой культурой, позволяющей решать задачи дефицита растительного белка при производстве кормов и продовольствия. В этой связи цены на горох по сравнению с другими зерновыми культурами выше, что позволяет считать производство данной культуры выгодной с экономической точки зрения [1, 2].

Для получения высоких и стабильных урожаев зерновых культур (в т.ч. и гороха) необходимо внедрять в сельскохозяйственное производство новые ресурсосберегающие технологии их возделывания, которые должны базироваться на применении современных почвообрабатывающих машин, высокоэффективных средств защиты растений как химических, так и биологических, расчетных доз органических и минеральных удобрений [3, 4, 5, 6].

Выбор системы обработки почвы, как и остальных составляющих системы земледелия, зависит от особенностей природной зоны, конкретных почвенно-климатических и ландшафтных условий местности [7, 8, 9].

К факторам, повышающим урожайность сельскохозяйственных культур (в т.ч. и гороха), относится и внедрение в производство научно обоснованных севооборотов, которые позволяют более полно и рационально использовать естественное плодородие почв [10, 11, 12].

Растения гороха достаточно сильно поражаются болезнями, поэтому агротехника его возделывания предусматривает применение пестицидов. Для уменьшения данных затрат необходимо внедрять в схему защиты гороха биологические препараты, содержащие в своем составе штаммы молочнокислых, азотфиксирующих, фосфатмобилизирующих, фотосинтезирующих микроорганизмов, являющихся антиподами патогенных грибов и бактерий. Применение биологических препаратов также способствует обогащению почвы агрономически ценными микроорганизмами, для активного размножения и роста которых необходимо создавать благоприятные условия посредством применения различных способов и приемов обработки почвы, внесения органических и минеральных удобрений [13].

Цель исследований – изучить влияние систем обработки светло-серой лесной почвы, минеральных удобрений и деструкторов соломы на изменение показателя биологической активности почвы и урожайность гороха в звене зернового севооборота.

Материал и методы. Полевой опыт был заложен в 2014 году. Почва опытного участка светло-серая лесная среднесуглинистая по гранулометрическому составу содержит: гумуса – 1,5%, обменного калия – 140 мг/кг,

подвижного фосфора – 253 мг/кг, pH_{KCl} – 5,6. Общая площадь делянки – 192 м², учетная – 132 м². Расположение вариантов – систематическое. Повторность четырехкратная. Учет урожая гороха – сплошной, поделночный с пересчетом на 100% чистоту и 14% влажность.

Исследования проводили в зерновом севообороте: 1. Горчица. 2. Озимая пшеница. 3. Соя. 4. Яровая пшеница. 5. Горох. 6. Овёс.

В настоящей статье приведены результаты исследований 2017-2018 гг. в звене зернового севооборота яровая пшеница - горох. Сорт яровой пшеницы – Эстер, гороха – Красивый.

Все растительные остатки после уборки яровой пшеницы измельчали комбайном Сампо-1500 и оставляли в поле. Внесение деструкторов соломы (аммиачная селитра в дозе N10 кг д.в. на 1 т соломы и биопрепарат Стимикс®Нива в дозе 2 л/га) проводили поверхностно сразу после уборки предшествующей культуры. Препарат Стимикс®Нива содержит в своем составе высокоактивные штаммы различных микроорганизмов, антиподов патогенных грибов и бактерий в оптимальных соотношениях. Обработка этим препаратом пожнивных остатков сельскохозяйственных культур является элементом интегрированной защиты культурных растений¹.

Минеральные удобрения вносили согласно схеме исследований в варианты 4, 5, 6 (по фактору В) под весеннюю культивацию в дозе N60P60K60 кг д.в. /га.

Схема полевого опыта включала 5 систем обработки почвы (*фактор А*): I. *Традиционная отвальная (контроль)* – зяблевая вспашка плугом ПН-3-35 на 20-22 см. II. *Безотвальная «глубокая»* – зяблевая вспашка ПН-3-35 (без отвалов) на 20-22 см. III. *Безотвальная «мелкая»* – зяблевая обработка чизельным культиватором Pottinger Synkro 5030 К на глубину 14-16 см. IV. *Минимальная* – зяблевая обработка почвы дисковой бороной Discover ХМ 44660 nothad на глубину 10-12 см. V. *Нулевая (No-till)* – сев сеялкой Sunflower 9421-20.

Система предпосевной обработки почвы под горох была одинакова во всех изучаемых вариантах полевого опыта (кроме варианта с *No-till*) и включала: ранневесеннее боронование БЗСС-1,0 на глубину 4-6 см; культивацию КБМ-4,2 НУС (Ярославич) на глубину 10-12 см;

предпосевную обработку КБМ-4,2 НУС (Ярославич) на глубину 4-6 см; сев.

По каждой системе обработки почвы изучали влияние минеральных удобрений на разложение растительных остатков (*фактор В*) по следующей схеме: 1. Солома без удобрений (контроль). 2. Солома + N10. 3. Солома + Стимикс®Нива. 4. Солома + N60P60K60. 5. Солома + N60P60K60 + N10. 6. Солома + N60P60K60 + Стимикс®Нива.

Биологическую активность почвы определяли по разложению льняных полотен методом «аппликации»², льняное полотно заложено 28 мая 2018 г. (экспозиция 60 суток). Математическая обработка результатов исследований проведена методами дисперсионного и корреляционного анализов по Б.А. Доспехову³ с использованием компьютерной программы статистической обработки Statist.

Результаты и их обсуждение. Важным показателем плодородия любой почвы является её биологическая активность. Это понятие отражает комплекс биологических процессов, протекающих в ней под воздействием почвенных микроорганизмов. Представление о действии различных агротехнических приемов и применения удобрений на энергию разрушения растительного материала дает метод учета биологической активности почвы по разложению естественного источника целлюлозы – льняного волокна («аппликаций»). На изменение величины биологической активности почвы влияет как агротехника возделывания той или иной сельскохозяйственной культуры, так и сама культура. Также на показатель биологической активности почвы влияют и погодные условия вегетационного периода [14, 15].

Погодные условия 2018 года складывались неоднозначно как для роста самого гороха, так и для развития почвенной микрофлоры. Горох – растение холодостойкое, малотребовательное к теплу, но очень отзывчивое на наличие почвенной влаги, особенно до начала цветения. Сев гороха провели 13 мая, уборку – 13 августа. В первую декаду мая наблюдали теплую и сухую погоду, количество осадков составило 8,8 мм (55% от многолетней нормы). Однако за счет большого количества выпавших осадков в третьей декаде апреля (24 мм, или 220%

¹<http://stimix.ru/agronomam/132-stimiksniva.html>

²Опытное дело в полеводстве / Под ред. Г.Ф. Никитина. М.: Россельхозиздат, 1982. 190 с.

³Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат. 1985. 351 с.

от средней многолетней) запас продуктивной влаги в пахотном слое почвы на момент сева составил 46 мм (80-85% от полевой влагоемкости), что позволило получить дружные всходы гороха. В целом погодные условия мая характеризовались теплой погодой с небольшим количеством осадков (ГТК = 0,7), июня – обильными дождями в первой декаде

(ГТК = 2,6) и их отсутствием в третьей. В первой декаде июля выпадение осадков было на уровне средних многолетних значений (ГТК = 1,7), а вторая и третья декады характеризовались жаркой и сухой погодой (ГТК = 0,5-0,6). Погодные условия первой декады августа в целом были благоприятны для созревания гороха – ГТК = 1,4 (табл. 1).

Таблица 1 - Метеорологические условия вегетационного периода гороха 2018 г.

(по данным метеостанции «Ройка»)

Table 1- Meteorological conditions of pea growing season of 2018 (according to the weather station «Roika»)

Месяц / Month	Декада / Decade	Температура, °C / Temperature °C		Осадки, мм / Precipitation, mm		ГТК / Hydrothermal coefficient	
		2018 г.	средне- многолетнее / long-term average annual	2018 г.	средне- многолетнее / long-term average annual	2018 г.	средне- многолетнее / long-term average annual
Май / May	1	13,5	11,3	8,8	16,0	0,7	1,4
	2	17,7	12,2	8,7	19,0	0,5	1,5
	3	14,4	14,8	12,9	17,0	0,9	1,1
	<i>за месяц / per month</i>	15,2	12,8	30,4	52,0	0,7	1,3
Июнь / June	1	11,1	14,9	28,3	20,0	2,6	1,3
	2	15,7	16,3	14,1	20,0	0,9	1,3
	3	21,4	17,8	-	26,0	-	1,5
	<i>за месяц / per month</i>	16,1	16,3	42,4	66,0	1,2	1,3
Июль / July	1	19,9	18,1	34,0	27,0	1,7	1,5
	2	21,8	19,1	13,7	22,0	0,6	1,1
	3	21,4	20,2	10,6	25,0	0,5	1,2
	<i>за месяц / per month</i>	21,0	19,1	58,3	74,0	0,9	1,3
Август / August	1	20,1	18,1	27,9	22,0	1,4	1,3

Погодные условия 2018 года в конечном итоге оказали отрицательное влияние как на жизнедеятельность целлюлозоразлагающей микрофлоры (биологическая активность почвы была невысокой, табл. 2), так и на урожайность гороха (табл. 3). Низкий показатель биологической активности почвы также можно объяснить отсутствием в изучаемом зерновом севообороте многолетних бобовых трав, которые, являясь растениями-симбионтами азотфиксирующих клубеньковых бактерий, способствуют созданию благоприятных условий для размножения и развития почвенной биоты.

По изучаемым системам обработки почвы (табл. 2) самый высокий процент разложения льняного полотна выявлен при использовании зяблевой вспашки плугом ПН-3-35

на глубину 20-22 см (18,6%), наименьший – при технологии No-till (12,3%). Остальные изучаемые системы обработки почвы по показателю биологической активности почвы занимали промежуточное положение (интервал средних значений 15,8-17,2%) (табл. 2). Это связано с погодными условиями 2018 года, когда отсутствие атмосферных осадков привело к недостатку почвенной влаги и переуплотнению верхнего горизонта, поэтому безотвальные и минимальная обработки почвы, а тем более технология No-till (нулевая обработка почвы) оказались не способны обеспечить условия для развития почвенных микроорганизмов в посевах гороха. Таким образом, увеличение глубины обработки почвы до 20-22 см и применение оборота пласта под посев гороха

в ротации зернового севооборота в условиях недостаточного увлажнения 2018 года привело к созданию более благоприятных условий для развития микрофлоры светло-серой лесной почвы, а также способствовало повышению урожайности гороха (табл. 3).

Применение аммиачной селитры в качестве деструктора соломы (вариант 2 по фактору В) по сравнению с препаратом Стимикс® Нива (вариант 3 по фактору В) привело к снижению биологической активности при обработке почвы плугом с отвалами, безотвальной «глубокой» и минимальной обработке дисковой бороной.

В вариантах с внесением минеральных удобрений (4, 5, 6 по фактору В) биологическая активность почвы в среднем по видам обработки была выше (17,2-18,1%), чем в вариантах (1, 2, 3) без применения N60P60K60 (13,2-16,1%).

Статистически значимых различий по степени разложения льняного полотна от применения изучаемых деструкторов соломы в вариантах полевого опыта с внесением N60P60K60 (5, 6 по фактору В) обнаружено не было по всем изучаемым системам обработки почвы (табл. 2).

Таблица 2 - Биологическая активность почвы в зависимости от системы обработки почвы и применения удобрений в посевах гороха в 2018 г., % разложения льняного полотна /
Table 2 - Biological activity of soil depending on the tillage system and application of fertilizers in pea plantings in 2018, % of linen decomposition

Удобрения (фактор В) / Fertilizers (factor B)	Система обработки почвы (фактор А) / Tillage system (factor A)					Среднее (В) / Average (B)
	I. Традиционная «отвальная» (контроль) / Traditional moldboard (control)	II. Безотвальная «глубокая» / Non-moldboard «deep»	III. Безотвальная «мелкая» / Non-moldboard «shallow»	IV. Минимальная / Minimum	V. Нулевая / No-till	
1. Солома (контроль) / Straw (control)	17,7	17,4	14,8	12,7	9,3	14,4
2. Солома + N10 / Straw + N10	17,0	13,5	13,2	14,1	8,4	13,2
3. Солома + Стимикс®Нива / Straw +Stimix®Niva	20,8	18,8	12,9	18,9	9,2	16,1
4. Солома + N60P60K60 / Straw + N60P60K60	22,4	20,4	19,1	14,5	14,3	18,1
5. Солома + N60P60K60 + N10 / Straw+ N60P60K60 + N10	15,7	14,9	18,1	22,2	15,2	17,2
6. Солома + N60P60K60 + Стимикс® Нива/ Straw + N60P60K60 + Stimix®Niva	17,8	17,2	16,8	21,0	17,3	18,0
Среднее (А)/Average (A)	18,6	17,0	15,8	17,2	12,3	-

HCP₀₅ фактор А / LSD₀₅ factor A – 2.8

HCP₀₅ фактор В / LSD₀₅ factor B – 3.1

HCP₀₅ факторов АВ / LSD₀₅ factors AB – 6.8

Это связано с тем, что применение минеральных удобрений позволяет создать благоприятные условия для размножения и развития уже существующих почвенных микроорганизмов, и поступление новых микробов с биопрепаратом количественно не влияет на данный процесс. При отсутствии минеральных удобрений развитие почвенной микрофлоры медленное и поэтому применение биопрепарата способствует ее количественному увеличе-

нию. Применение аммиачной селитры в качестве деструктора соломы осенью, после уборки предшествующей культуры, мало влияло на процесс развития почвенной биоты как в вариантах с применением минеральных удобрений, так и без них.

Между биологической активностью почвы и урожайностью гороха выявлена сильная прямая корреляционная зависимость – коэффициент корреляции равен 0,80. С увели-

чением активности почвенной биоты в посевах гороха сорта Красивый увеличивалась и его урожайность.

Урожайность – это один из важных показателей эффективности производства. Самая высокая урожайность гороха получена в вариантах, где в качестве основной обработки почвы применялась зяблевая вспашка с оборотом пласта на глубину 20-22 см (вариант I по фактору А) с применением в качестве деструктора соломы аммиачной селитры как по фону N60P60K60 (2,76 т/га) (вариант 5 по фактору В), так и без применения минеральных удобрений (2,70 т/га) (вариант 2 по фактору В).

С уменьшением глубины обработки светло-серой лесной почвы выход зерна гороха с гектара снижался (табл. 3).

При использовании технологии производства растениеводческой продукции по No-till (вариант V по фактору А) урожайность гороха самая низкая – 0,74- 2,24 т/га. Основные обработки почвы под горох дисковой бороней Discover XM 44660 nothad на глубину 10-12 см (вариант IV) и чизельным культиватором Pottinger Synkro 5030 K на глубину 14-16 см (вариант III) обеспечили близкие уровни его урожайности: по дискованию – 1,86-2,68 т/га, чизельной культивации – 1,82-2,58 т/га.

Таблица 3 - Влияние систем обработок почвы и удобрений на урожайность гороха, т/га /
Table 3 - The effect of soil tillage systems and fertilizers on pea yield, t/ha

Удобрения (фактор В) / Fertilizers (factor B)	Система обработки почвы (фактор А) / Tillage system (factor A)					Среднее (В) / Average (B)
	I. Традиционная «отвальная» (контроль) / Traditional moldboard (control)	II. Безотвальная «глубокая» / Non-moldboard «deep»	III. Безотвальная «мелкая» / Non-moldboard «shallow»	IV. Минимальная / Minimum	V. Нулевая / No-till	
1. Солома (контроль) / Straw (control)	2,31	1,96	2,04	1,88	0,86	1,81
2. Солома + N10 / Straw + N10	2,70	2,55	2,18	1,86	0,48	1,95
3. Солома + Стимикс®Нива / Straw + Stimix®Niva	2,58	1,92	1,82	1,95	0,74	1,80
4. Солома + N60P60K60 / Straw + N60P60K60	2,49	2,54	2,40	2,43	1,38	2,25
5. Солома + N60P60K60 + N10 / Straw + N60P60K60+N10	2,76	2,48	2,58	2,68	1,21	2,34
6. Солома + N60P60K60 + Стимикс® Нива/ Straw + N60P60K60 + Stimix®Niva	2,48	2,38	2,55	2,42	2,24	2,41
Среднее (А) / Average (A)	2,55	2,31	2,26	2,20	1,15	-
<i>HCP₀₅ фактор А / LSD₀₅ factor A – 0.15</i>						
<i>HCP₀₅ фактор В / LSD₀₅ factor B – 0.17</i>						
<i>HCP₀₅ факторов АВ / LSD₀₅ factors AB – 0.31</i>						

Применение удобрений способствовало увеличению урожайности гороха в среднем по изучаемым системам обработки – с 1,80-1,95 т/га (средняя урожайность гороха по фактору В без применения минеральных удобрений) до 2,25-2,41 т/га (средняя по фактору В с применением N60P60K60). При этом увеличения урожайности гороха от применения N60P60K60 совместно с биопрепаратом (вариант 6 по фактору В) или аммиачной селитрой (N₁₀) (вариант 5 по фактору В), по сравнению с применением одних деструкторов соломы без минеральных удобрений – варианты 3 и 2 по фактору В соответственно, не обнаружено при использовании зяблевой вспашки с оборотом пласта на глубину 20-22 см (вариант I по фактору А).

При выращивании гороха по технологии No-till (вариант V по фактору А) применение биопрепарата Стимикс®Нива на фоне

N60P60K60 увеличило урожайность до 2,24 т/га (вариант 6 по фактору В) по сравнению с внесением одних минеральных удобрений N60P60K60 (1,38 т/га) (вариант 4 по фактору В) (НСР₀₅-0,17). Напротив, при возделывании гороха по зяблевой вспашке с оборотом пласта (вариант I по фактору А) существенного влияния биопрепарата Стимикс®Нива на урожайность культуры по фону применения N60P60K60 не отмечено (варианты 4 (2,49 т/га) и 6 (2,48) т/га по фактору В, НСР₀₅ - 0,17). В остальных изучаемых системах обработки почвы без оборота пласта (варианты II, III, IV) применение биопрепарата Стимикс®Нива в чистом виде (вариант 3 по фактору В) снижало урожайность гороха до 1,82-1,92 т/га по сравнению с вариантами использования биопрепарата на фоне N60P60K60 (2,38-2,55 т/га).

Выводы. В условиях Нижегородской области при недостаточном увлажнении вегетационного периода 2018 года технология No-till способствовала снижению биологической активности почвы в посевах гороха сорта Красивый по сравнению с традиционной «отвальной» обработкой почвы плугом с отвалами (на 6,3%), безотвальной «глубокой» плугом без отвалов (на 4,7%), безотвальной «мелкой» обработкой чизельным культиватором (на 3,5%), минимальной обработкой дисковой бороной (на 4,9%).

Применение биопрепарата Стимикс®Нива (2 л/га) в качестве деструктора соломы в засушливых условиях 2018 года было эффективнее аммиачной селитры (N10 кг д.в. на 1 т соломы) в вариантах полевого опыта без внесения минеральных удобрений (N60P60K60): по зяблевой вспашке плугом с отвалами биологическая активность почвы увеличилась на 3,8%, по зяблевой вспашке плугом без отвалов – на 5,3%; по минимальной обработке дисковой бороной – на 4,8%.

В неблагоприятных по увлажнению погодных условиях 2018 года самый высокий урожай гороха сорта Красивый получен в варианте полевого опыта, где в качестве основной обработки почвы применяли зяблевую вспашку с оборотом пласта на глубину 20-22 см, с использованием в качестве деструктора соломы аммиачной селитры в дозе 10 кг д.в. на 1 т соломы. При этом применение минеральных удобрений (N60P60K60) по данной системе обработки почвы в засушливых условиях не повлияло на величину урожая гороха сорта Красивый: по фону применения минеральных удобрений урожай составил 2,76 т/га, а без их внесения – 2,70 т/га (НСР₀₅ 0,17).

При использовании технологии производства гороха по No-till урожайность его в условиях Нижегородской области по итогам 2018 года получена в интервале 0,74-2,24 т/га.

Список литературы

1. Пономарева С.В. Изучение исходного материала коллекции гороха в условиях Нижегородской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018;(2(63)):23-28. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.63.2.23-28>
2. Шелепина Н.В., Щуров А.Ю. Народнохозяйственное значение и особенности химического состава зерна гороха. Научные записки ОрелГИЭТ. 2010;(1):537-539. Режим доступа: <http://orelgiel.ru/docs/mo-nah/144.shsh.pdf>
3. Козлова Л.М., Попов Ф.А., Носкова Е.Н., Иванов В.Л. Улучшенная ресурсосберегающая технология обработки почвы и применения биопрепаратов под яровые зерновые культуры в условиях центральной зоны Северо-Востока европейской части России. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017(3(58)):43-48. Режим доступа: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/130>
4. Козлова Л.М., Попов Ф.А., Носкова Е.Н., Денисова А.В. Применение основных элементов ресурсосберегающих экологически безопасных технологий при выращивании яровых зернофуражных культур в центральной зоне Северо-Востока европейской части России. Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза: сб. статей. Варшава: Институт технологических и естественных наук в Фалентах, 2018. С. 67-74.
5. Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г., Гостев А.В. Современный подход к систематизации обработок почвы в агротехнологиях нового поколения. Достижения науки и техники АПК. 2016;30(1):5-8. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25651218>
6. Ивенин В.В., Михалев Е.В., Кривенков В.А. Эффективность возделывания пшеницы яровой на фоне полного минерального удобрения при внедрении ресурсосберегающей технологии No-till в зернотравяном севообороте на светло-серых лесных почвах Нижегородской области. Аграрная наука. 2017;(11-12):22-24. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32329619>
7. Ивенин В.В., Ивенин А.В., Шубина К.В., Минеева Н.А. Сравнительная эффективность технологий возделывания зерновых культур в звене севооборота на светло-серых лесных почвах Волго-Вятского регио-

на. Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2018(3(6)):27-31. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36759589>

8. Скипин Л.Н., Перфильев Н.В., Захарова Е.В., Гаева Е.В. Состояние почвы и урожайность культур при разных системах основной обработки. Плодородие. 2014;(4 (79)):24-26. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21844865>

9. Пегова Н.А., Холзаков В.М. Ресурсосберегающая система обработки дерново-подзолистой почвы. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015;(1(44)):35-40. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22856649>

10. Антонов В.Г., Ермолаев А.П. Эффективность длительного применения минимальных способов обработки почвы в севооборотах. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018;(4 (65)):87-92. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.65.4.87-92>

11. Заикин В. П. Севооборот – основа земледелия в современных условиях. Ресурсы и технологии рационального производства сельскохозяйственной продукции: материалы конференции. Н. Новгород: Нижегородский региональный институт управления и экономики АПК, 2000. С 25-30.

12. Борин А.А., Коровина О.А., Лощина А.Э. Обработка почвы в севообороте. Земледелие. 2013;(2):20-22.

13. Дзюин А.Г. Влияние соломы в севообороте на численность микроорганизмов и биологическую активность почвы. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018;(1(62)):58-64. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.62.1.58-64>

14. Филатова И. А. Формирование элементов продуктивности гороха в зависимости от погодных условий вегетационного периода. Земледелие. 2018;(6):44-47.

15. Корчагин А.А., Ильин Л.И., Мазиров М.А., Бирик Т.С., Петросян Р.Д., Марков А.А., Гаспарян А.Р. Ресурсы адаптации агротехнологий в различные по погодным условиям годы. Земледелие. 2017;(1):16-20.

References

1. Ponomareva S.V. *Izuchenie iskhodnogo materiala kolleksii gorokha v usloviyakh Nizhegorodskoy oblasti*. [The study of the source material of the collection of peas in the Nizhny Novgorod region]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2018;(2(63)):23-28. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.63.2.23-28>

2. Shelepina N.V., Shchurov A.Yu. *Narodnokhozyaystvennoe znachenie i osobennosti khimicheskogo sostava zerna gorokha*. [Economic value and features of the chemical composition of pea grain]. *Nauchnye zapiski Orel'GIET*. 2010;(1):537-539. (In Russ.). URL: <http://orelgiel.ru/docs/monah/144.shsh.pdf>

3. Kozlova L.M., Popov F.A., Noskova E.N., Ivanov V.L. *Uluchshennaya resursosberegayushchaya tekhnologiya obrabotki pochvy i primeneniya biopreparatov pod yarovye zernovye kul'tury v usloviyakh tsentral'noy zony Severo-Vostoka evropeyskoy chasti Rossii*. [Improved resource-saving technology of tillage and application of biological products for spring crops in the Central zone of the North-East of the European part of Russia]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2017(3(58)):43-48. (In Russ.). URL: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/130>

4. Kozlova L.M., Popov F.A., Noskova E.N., Denisova A.V. *Primenenie osnovnykh elementov resursosberegayushchikh ekologicheskikh bezopasnykh tekhnologiy pri vyrashchivaniy yarovykh zernofurazhnykh kul'tur v tsentral'noy zone Severo-Vostoka evropeyskoy chasti Rossii*. [The use of basic elements of resource-saving environmentally friendly technologies in the cultivation of spring fodder-grain crops in the Central zone of the North-East of the European part of Russia]. *Problemy intensifikatsii zhivotnovodstva s uchetom okhrany okruzhayushchey sredy i proizvodstva al'ternativnykh istochnikov energii, v tom chisle biogaza: sb. statey*. [Problems of intensification of animal husbandry, taking into account environmental protection and production of alternative energy sources, including biogas: collection of articles]. Varshava: *Institut tekhnologicheskikh i estestvennykh nauk v Falentakh*, 2018. pp. 67-74.

5. Cherkasov G.N., Pykhtin I.G., Gostev A.V. *Sovremennyy podkhod k sistematizatsii obrabotok pochvy v agrotekhnologiyakh novogo pokoleniya*. [Modern approach to the systematization of soil tillage in the agricultural technologies of new generation]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2016;30(1):5-8. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25651218>

6. Ivenin V.V., Mikhalev E.V., Krivenkov V.A. *Effektivnost' vozdeystviya pshenitsy yarovoy na fone polnogo mineral'nogo udobreniya pri vnedrenii resursosberegayushchey tekhnologii No-till v zernotravyanom sevooborote na svetlo-serykh lesnykh pochvakh Nizhegorodskoy oblasti*. [Efficiency of cultivation of spring wheat on the background of complete mineral fertilizer at the introduction of resource-saving No-till technology in grain-grass crop rotation on light gray forest soils of the Nizhny Novgorod region]. *Agrarnaya nauka* = Agrarian science. 2017;(11-12):22-24. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32329619>

7. Ivenin V.V., Ivenin A.V., Shubina K.V., Mineeva N.A. *Sravnitel'naya effektivnost' tekhnologiy vozdeystviya zernovykh kul'tur v zvene sevooborota na svetlo-serykh lesnykh pochvakh Volgo-Vyatskogo regiona*.

[Comparative efficiency of technologies of cultivation of grain crops in crop rotation on light gray forest soils of the Volga-Vyatka region]. *Vestnik Chuvashskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = Vestnik Chuvash State Agricultural Academy. 2018(3(6)):27-31. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36759589>

8. Skipin L.N., Perfil'ev N.V., Zakharova E.V., Gaevaya E.V. *Sostoyanie pochvy i urozhaynost' kul'tur pri raznykh sistemakh osnovnoy obrabotki*. [Soil condition and crop yield under different systems of basic tillage]. *Plodorodie*. 2014;(4 (79)):24-26. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21844865>

9. Pegova N.A., Kholzakov V.M. *Resursosberegayushchaya sistema obrabotki dernovo-podzolistoy pochvy*. [Resource-saving system of cultivation of sod-podzolic soil]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2015;(1(44)):35-40. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22856649>

10. Antonov V.G., Ermolaev A.P. *Effektivnost' dlitel'nogo primeneniya minimal'nykh sposobov obrabotki pochvy v sevooborotakh*. [The effectiveness of long-term use of minimum methods of tillage in crop rotations]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2018;(4 (65)):87-92. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.65.4.87-92>

11. Zaikin V.P. *Sevooborot – osnova zemledeliya v sovremennykh usloviyakh*. [Crop rotation is the basis of agriculture in modern conditions]. *Resursy i tekhnologii ratsional'nogo proizvodstva sel'skokhozyaystvennoy produktsii: materialy konferentsii*. [Resources and technologies of rational production of agricultural products: Proceedings of the Conference]. N. Novgorod: Nizhegorodskiy regional'nyy institut upravleniya i ekonomiki APK, 2000. pp 25-30.

12. Borin A.A., Korovina O.A., Loshchinina A.E. *Obrabotka pochvy v sevooborote*. [Tillage in crop rotation]. *Zemledelie*. 2013;(2):20-22. (In Russ.).

13. Dzyuin A.G. *Vliyaniye solomy v sevooborote na chislennost' mikroorganizmov i biologicheskuyu aktivnost' pochvy*. [Influence of straw in the crop rotation on the abundance of microorganisms and soil biological activity]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2018;(1(62)):58-64. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.62.1.58-64>

14. Filatova I.A. *Formirovaniye elementov produktivnosti gorokha v zavisimosti ot pogodnykh usloviy vegetatsionnogo perioda*. [Formation of pea productivity elements depending on the weather conditions of the growing season]. *Zemledelie*. 2018;(6):44-47. (In Russ.).

15. Korchagin A.A., Il'in L.I., Mazirov M.A., Bibik T.S., Petrosyan R.D., Markov A.A., Gasparyan A.R. *Resursy adaptatsii agrotekhnologiy v razlichnye po pogodnym usloviyam gody*. [Resources of adaptation of agricultural technologies in years of various weather conditions]. *Zemledelie*. 2017;(1):16-20. (In Russ.).

Сведения об авторах:

✉ **Ивенин Алексей Валентинович**, кандидат с.-х. наук, доцент, ст. научный сотрудник, Нижегородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства - филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», с.п. Селекционной Станции, д.38, Кстовский район, Нижегородская область, Российская Федерация, 607686, e-mail: nnovniish@rambler.ru, e-mail: a.v.ivenin@mail.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7072-4029>**,

Саков Александр Петрович, кандидат с.-х. наук, директор Нижегородского научно-исследовательского института сельского хозяйства - филиала ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», с.п. Селекционной Станции, д.38, Кстовский район, Нижегородская область, Российская Федерация, 607686, e-mail: nnovniish@rambler.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1288-5988>**

Information about the authors:

✉ **Alexey V. Ivenin**, PhD in Agricultural sciences, associate professor, senior researcher, Nizhny Novgorod Research Institute of Agriculture - branch of the Federal Agrarian Research Center of the North-East named N.V.Rudnitsky, the settlement of Breeding station, 38, Kstovo district, Nizhny Novgorod region, Russian Federation, 607686, e-mail: nnovniish@rambler.ru, e-mail: a.v.ivenin@mail.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7072-4029>**,

Alexander P. Sakov, PhD in Agricultural sciences, director, Nizhny Novgorod Research Institute of Agriculture - branch of the Federal Agrarian Research Center of the North-East named N.V.Rudnitsky, the settlement of Breeding station, 38, Kstovo district, Nizhny Novgorod region, Russian Federation, 607686, e-mail: nnovniish@rambler.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1288-5988>**

✉ - Для контактов / Corresponding author