

УДК 631.51

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-212-125

А.В. Ивенин¹, ✉
В.В. Ивенин²,
К.В. Шубина²,
А.П. Саков¹

¹ Нижегородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — филиал Федерального аграрного научного центра Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого, с.п. Селекционной станции, Нижегородская область, Российская Федерация

² Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Российская Федерация

✉ a.v.ivenin@mail.ru

Поступила в редакцию:
07.04.2022

Одобрена после рецензирования:
02.08.2022

Принята к публикации:
22.08.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-212-125

Alexey V. Ivenin, ✉
Valentin V. Ivenin,
Ksenia V. Shubina,
Alexander P. Sakov

¹ Nizhny Novgorod Research Institute of Agriculture — branch of the Federal Agrarian Research Center of the North-East named after N.V. Rudnitsky, village Selektionnoy stancii, Kstovsky district, Nizhny Novgorod region, Russian Federation

² Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russian Federation

✉ a.v.ivenin@mail.ru

Received by the editorial office:
04.07.2022

Accepted in revised:
02.08.2022

Accepted for publication:
22.08.2022

Влияние технологии возделывания залежных земель на урожайность и энергетическую эффективность выращивания зерновых культур в условиях юго-востока Волго-Вятского региона

РЕЗЮМЕ

Актуальность. После внедрения господдержки для предприятий, которые вводят в оборот залежные земли, все больше их начинают использовать для сельскохозяйственного производства. Однако научно обоснованных рекомендаций по разработке залежей для более эффективного их введения в сельскохозяйственное производство практически не существует.

Методы. Исследования проводили в полевом опыте в Нижегородской области на светло-серой лесной почве. Изучались технологии основной обработки залежных земель и их влияние на урожайность и энергетическую эффективность выращивания зерновых культур. Опыт закладывался по трехфакторной схеме.

Результаты. На светло-серых лесных почвах необходимо применять технологии производства зерновых культур с использованием механических обработок (традиционная технология и технология mini-till), которые позволяют создавать более благоприятные условия для роста и развития культурных растений, чем технология прямого сева (no-till), и таким образом ведут к увеличению урожайности изучаемых культур. Установлено, что возделывание сидерального горчичного пара позволяет повысить урожайность изучаемых сельскохозяйственных культур. Было выявлено, что при прямой обработке залежных земель без внесения минеральных удобрений и без выращивания сидеральной культуры наиболее энергетически окупаемой технологией являются традиционная технология возделывания зерновых культур (энергетический коэффициент — 1,51). Внесение органических удобрений в виде выращивания сидеральной культуры без внесения минеральных удобрений снижает энергетическую эффективность всех изучаемых технологий. При возделывании зерновых культур по минеральному фону и с выращиванием горчицы белой в качестве сидерата наиболее энергетически выгодна технология mini-till (энергетический коэффициент — 1,45), которая на 0,7% энергоэффективнее традиционной технологии и на 14,5% — технологии no-till.

Ключевые слова: традиционная технология, технология mini-till, технология no-till, энергетический коэффициент, урожай

Для цитирования: Ивенин А.В., Ивенин В.В., Шубина К.В., Саков А.П. Влияние технологии возделывания залежных земель на урожайность и энергетическую эффективность выращивания зерновых культур в условиях юго-востока Волго-Вятского региона. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-212-125>

© Ивенин А.В., Ивенин В.В., Шубина К.В., Саков А.П.

The influence of the technology of cultivation of fallow lands on the yield and energy efficiency of growing grain crops in the conditions of the south-east of the Volga-Vyatka region

ABSTRACT

Relevance. After the introduction of state support for enterprises that put fallow lands into circulation, more and more such lands are beginning to be used for agricultural production. However, there are practically no scientifically based recommendations for the development of fallow lands for their more effective introduction into agricultural production.

Methods. The research was carried out in a field experiment in the Nizhny Novgorod region on light gray forest soil. The technologies of basic processing of fallow lands and their impact on the yield and energy efficiency of grain cultivation were studied. The experiment was based on a three-factor scheme.

Results. The article says that on light gray forest soils it is necessary to apply technologies for the production of grain crops using mechanical treatments (traditional technology and mini-till technology), which allow creating more favorable conditions for the growth and development of cultivated plants than direct sowing technology (no-till), which in turn leads to an increase in the yield of the studied crops. It is established that the cultivation of *Sinapis alba* as green-manured fallow allows to increase the yield of the studied crops. It was revealed that with direct processing of fallow lands without the application of mineral fertilizers and without the cultivation of green manure crop, the most energetically recouped technology is the traditional technology of cultivation of grain crops (energy coefficient — 1.51). The introduction of organic fertilizers in the form of growing a green manure crop, without the introduction of mineral fertilizers, reduces the energy efficiency of all the technologies studied. When cultivating grain crops on a mineral background and with the cultivation of *Sinapis alba* as a green manure crop, the mini-till technology (energy coefficient — 1.45) is most energetically advantageous, it is more energy efficient than traditional technology by 0.7% and then no-till technology — by 14.5%.

Key words: traditional technology, mini-till technology, no-till technology, energy coefficient, yield

For citation: Ivenin A.V., Ivenin V.V., Shubin K.V., Sakov A.P. The influence of the technology of cultivation of fallow lands on the yield and energy efficiency of growing grain crops in the conditions of the south-east of the Volga-Vyatka region. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-212-125> (In Russian).

© Ivenin A.V., Ivenin V.V., Shubin K.V., Sakov A.P.

Введение/Introduction

На современном этапе развития России в сельскохозяйственную отрасль приходят все больше инвесторов, которые создают большие агрохолдинги. Для их успешного функционирования необходимо производить большие объемы сельскохозяйственной продукции. А это возможно путем повышения валового производства за счет увеличения урожайности, а также за счет ввода новых заброшенных площадей сельскохозяйственного назначения в производственный оборот. В Нижегородской области с 2019 г. была внедрена господдержка для сельскохозяйственных предприятий, которые вводят в оборот залежные земли, в результате чего ежегодно в оборот вводится до 20 тысяч гектар залежных земель сельскохозяйственного назначения. Однако научно обоснованных рекомендаций по разработке залежных земель для более эффективного их введения в сельскохозяйственное производство практически не существует [1, 2].

В настоящее время, когда существуют новая высокотехнологичная энергоемкая сельскохозяйственная техника, современные средства химизации производства растениеводческой продукции (средства защиты растений, минеральные удобрения), новые сорта сельскохозяйственных культур интенсивного типа, встает вопрос выбора той или иной технологии разработки залежных земель [3, 4]. Данные технологии должны в кратчайшие сроки обеспечить культивацию залежных земель, при этом быть ресурсосберегающими, обеспечивая оптимальные экономические вложения одновременно позволяя получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур, обеспечивая охранение почвенного плодородия [5–8].

Для определения эффективности возделывания зерновых культур можно использовать метод энергетической оценки, учитывающей количество энергии, затраченной на производство и аккумулированной в сельскохозяйственной продукции. С помощью энергетической оценки можно сравнивать различные технологии производства продукции с точки зрения расхода энергетических ресурсов. При использовании данной методики можно выявлять главные резервы экономии технической энергии в земледелии. Для такой оценки используют энергетический коэффициент — отношение биологической энергии выращенной продукции к полной совокупной энергии затрат на ее производство на единицу площади [9–12].

Цель исследований — выявить технологию основной обработки залежных земель и изучить ее влияние на урожайность и энергетическую эффективность выращивания зерновых культур в условиях юго-востока Волго-Вятского региона.

Материалы и методы/Materials and methods

Исследования проводили в 2016–2019 гг. в ООО «Агрофирма «Искра»», Богородский район Нижегородской области.

Полевой опыт был заложен согласно общепринятой методике по Доспехову Б.А. [13].

Почва: светло-серая лесная, легкосуглинистая по гранулометрическому составу, с содержанием гумуса 1,79–1,90%, pH_{KCl} — 5,8–6,3, с высоким содержанием подвижного фосфора (151,3–200,1 мг/кг почвы) и повышенным — подвижного калия (109,0–120,1 мг/кг почвы). Повторность — 4-кратная. Размещение вариантов — рендомизированное. Учетная площадь делянок — 150,0 м². Сорта: озимой пшеницы — Московская-39,

норма высева — 3,2 млн всхожих семян, репродукция — элита; яровой пшеницы — Злата, норма высева — 3,5 млн всхожих семян, элита; овса — Яков, норма высева — 3,5 млн всхожих семян, элита; ячменя — Владимир, норма высева — 3,5 млн всхожих семян, элита; горчицы белой — Ария, норма высева — 2 млн всхожих семян, элита.

Опыт закладывался по трехфакторной схеме.

Фактор А — фон минерального питания:

1. Естественное плодородие почвы (без удобрений) (контроль).

2. С внесением азотных минеральных удобрений в дозе 50 кг/га д.в.

Фактор В — технология возделывания:

1. Традиционная (контроль): вспашка осенью на глубину 22–24 см обратным плугом «Rade» + дискование БДМ-6,4 на глубину 12–14 см + посев посевным агрегатом «RapidA 600С».

2. Mini-till: дискование БДМ-6,4 на глубину 12–14 см в 2 следа + посев посевным агрегатом «RapidA 600С».

3. No-till: обработка гербицидом сплошного действия «Торнадо 500» (500 г/л изопропиламинной соли глифосата кислоты) в дозе 3,0 л/га + посев сеялкой «Gherardi».

Фактор С — применение сидеральной культуры (горчицы белой):

1. Без горчицы белой (контроль).

2. С посевом горчицы белой.

Общий фон перед началом обработки залежных земель — опрыскивание гербицидом сплошного действия «Торнадо 500» в дозе 3 л/га. Семена сельскохозяйственных культур протравливали препаратами: «Бункер» — 0,6 л/т, «Табу» — 0, л/т. За месяц до сева озимой пшеницы высевали горчицу белую. Посев озимой пшеницы проводили 5 сентября. Минеральные удобрения (аммиачная селитра, в дозе 34 кг/га д.в.) вносили в почву посевным агрегатом одновременно с посевом. В конце апреля — начале мая проводилась подкормка озимой пшеницы азотными удобрениями (карбомид, в дозе 8 кг/га д.в.) опрыскивателем РУМ-800 с последующим боронованием БЗСС-1. Мероприятия по уходу за посевами — опрыскивание баковой смесью «Балерина Микс» + карбомид (доза 8 кг/га д.в.) в фазу кущения; в фазу выхода в трубку обработка фунгицидом «КолосальПро» и инсектицидом «Борей».

При возделывании яровых зерновых культур по традиционной технологии осенью проводили зяблевую вспашку на 22–24 см трактором «Джон Дирр 8» — корпусным плугом «Rade»; весной — дискование БДМ-6,4 на глубину 12–14 см; затем проводили обработку почвы согласно схеме опыта.

При технологии mini-till проводилась обработка дисковым БДМ-6,4 в 2 следа осенью, а потом в весенний период на глубину 12–14 см.

При технологии no-till проводилась обработка согласно схеме опыта. Уборку проводили зерноуборочным комбайном «Acros 580».

Энергетическую эффективность выращивания зерновых культур в зависимости от технологии разработки залежных земель рассчитывали согласно методическому пособию по определению энергозатрат при производстве продовольственных ресурсов и кормов для условий северо-востока Европейской части РФ на основе технологических карт с помощью энергетических эквивалентов [14]; урожай сельскохозяйственных культур учитывали сплошным методом, поделочно с пересчетом на 100%-ную чистоту и 14%-ную влажность. Математическую обработку результатов исследова-

ний проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову с использованием компьютерной программы статистической обработки «Statist».

Результаты и обсуждение/Results and discussion

Данные по погодным условиям получены с метеостанции «Vantage Pro2», приобретенной и смонтированной в ООО «Агрофирма «Искра». Погодные условия 2017 г. почти полностью соответствовали требованиям для роста и развития зерновых культур, гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) составил 1,3, что выше среднеемноголетних значений (1,2). Погодные условия в 2018 г. были близкими к среднеемноголетним данным: ГТК — 1,2. 2019 г. был более увлажненным и благоприятным для развития растений исследуемых зерновых культур — ГТК — 1,4 (рис. 1).

Средняя урожайность озимой пшеницы за годы исследований на вариантах без внесения минеральных удобрений составляла: 2,67 т/га при традиционной обработке почвы, 1,92 т/га — при дисковой обработке почвы (mini-till) и 1,31 т/га — при обработке почвы по технологии прямого сева (no-till), а на вариантах с минеральным азотным фоном соответственно 2,98; 2,87; 1,65 т/га. Внедрение сидерального горчичного пара позволило повысить (за счет поступления в почву дополнительного количества элементов питания с органической массой сидерата) урожайность по традиционной обработке на 0,4 т/га, по технологии mini-till — на 0,29 т/га и при технологии прямого сева (no-till) — на 0,21 т/га на вариантах без внесения минеральных удобрений и на 0,38; 0,25; 0,24 т/га по минеральному фону соответственно изучаемым технологиям производства (табл. 1).

Данная тенденция имеет место и при производстве яровых зерновых культур (яровой пшеницы, ячменя, овса): урожайность сельскохозяйственных культур снижается от традиционной обработки почвы через минимальную к технологии прямого сева. Сидеральный горчичный пар позволяет повысить уровень урожайности: яровой пшеницы на 11,4–18,8% на естественном минеральном фоне (без внесения

минеральных удобрений) и на 12,0–15,1% — на фоне минерального питания, в зависимости от изучаемой технологии; ячменя — соответственно на 17,3–24,8% и на 3,5–11,9% в зависимости от технологии производства; овса — на 7,9–23,9% и на 11,9–20,1% (табл. 1).

Технологии производства зерновых культур с использованием механических обработок (традиционная технология и технология mini-till) позволяют в условиях Волго-Вятского региона на светло-серой лесной почве создавать более благоприятные условия для роста и развития культурных растений, чем технология прямого сева (no-till), а это, в свою очередь, позволяет получать более высокие урожаи.

Для независимого представления эффективности возделывания зерновых культур при различных обработках залежных земель рассчитываем энергетическую эффективность. Данный расчет дает возможность выявить дифференцированно количество затрат электроэнергии, удобрений, топлива, мелиорантов, пестицидов, машин, оборудования и т.д. Энергетические эквиваленты дают возможность определить результаты эффективности производства разных видов продукции, в том числе и зерна. Эффективность использования энергетических и материальных ресурсов оценивается коэффициентом энергетической эффективности, то есть отношением обменной энергии в урожае к энергетическим затратам на его выращивание (табл. 2).

Рис. 1. Гидротермические коэффициенты Селянинова за 2017–2019 гг.

Fig. 1. Selyaninov hydrothermal coefficients for 2017–2019

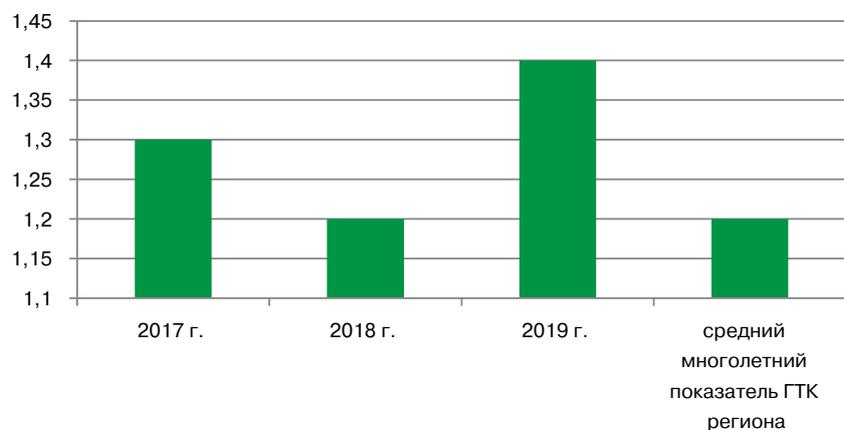


Таблица 1. Урожайность зерновых культур в зависимости от технологии обработки залежных земель в среднем за 2016–2019 гг., т/га
Table 1. Grain yield depending on the technology of tillage on average for 2016–2019, t/ha

Технология возделывания (фактор В)	Озимая пшеница		Яровая пшеница		Ячмень		Овес	
	Фактор С — применение сидеральной культуры (горчицы белой)							
	без сидерата (контроль)	с сидератом	без сидерата (контроль)	с сидератом	без сидерата (контроль)	с сидератом	без сидерата (контроль)	с сидератом
без внесения минеральных удобрений (контроль) (фактор А)								
Традиционная	2,67	3,07	1,86	2,21	1,49	1,86	2,15	2,32
Mini-till	1,92	2,21	1,76	1,96	1,33	1,56	1,59	1,97
No-till	1,31	1,52	1,32	1,56	1,08	1,29	1,24	1,46
с внесением минеральных удобрений (фактор А)								
Традиционная	2,98	3,36	2,05	2,36	2,04	2,25	2,39	2,87
Mini-till	2,87	3,12	1,86	2,12	1,98	2,05	2,26	2,57
No-till	1,65	1,89	1,66	1,86	1,69	1,89	1,68	1,88

Таблица 2. Энергетическая эффективность технологий возделывания зерновых ультов при разработке залежных земель
Table 2. Energy efficiency of grain cultivation technologies when developing fallow lands

Технология возделывания (фактор В)	Суммарный валовой выход энергии с урожаем зерновых культур, МДж		Суммарные совокупные затраты, МДж		Энергетический коэффициент	
	Фактор С – применение сидеральной культуры (горчицы белой)					
	без сидерата (контроль)	с сидератом	без сидерата (контроль)	с сидератом	без сидерата (контроль)	с сидератом
без внесения минеральных удобрений (контроль) (фактор А)						
традиционная	487,67	564,70	321,12	376,68	1,51	1,50
Mini-till	394,67	460,43	277,20	332,76	1,42	1,38
No-till	296,10	348,73	231,64	287,20	1,28	1,21
с внесением минеральных удобрений (фактор А)						
традиционная	564,88	647,30	395,28	450,71	1,43	1,44
Mini-till	537,05	590,33	395,36	406,92	1,36	1,45
No-till	398,62	448,76	305,80	361,36	1,30	1,24

При прямой обработке залежных земель в вариантах без внесения минеральных удобрений и без выращивания сидеральной культуры было выявлено, что наиболее окупаемой технологией с энергетической точки зрения является традиционная технология возделывания зерновых культур (энергетический коэффициент имел самую высокую величину — 1,51), которая на 5,9% более эффективна, чем технология mini-till (энергетический коэффициент — 1,42) и на 15,2% — чем технология no-till (энергетический коэффициент — 1,28). Внесение органических удобрений в виде сидеральной культуры по естественному фону (без внесения минеральных удобрений) снижает энергетическую эффективность всех изучаемых технологий, но при этом разница между традиционной технологией и ресурсосберегающими технологиями становится больше соответственно на 8,0 и 19,3%. Это говорит о том, что заделка сидеральной органической массы горчицы белой при помощи вспашки плугом энергетически эффективней на фоне без применения минеральных удобрений (табл. 2).

Внесение минеральных удобрений способствует снижению энергетической эффективности изучаемых технологий выращивания зерновых культур по залежным землям. При этом выявлена та же тенденция, что и при возделывании зерновых без применения минеральных удобрений и возделывании горчицы белой в качестве сидеральной культуры: наиболее окупаемой технологией с энергетической точки зрения является традиционная технология возделывания зерновых культур (энергетический коэффициент — 1,43), которая более эффективна, чем технология mini-till (энергетический коэффициент — 1,36) и технология no-till (энергетический коэффициент — 1,30). А вот при возделывании зерновых по минеральному фону с выращиванием сидеральной культуры наиболее энергетически выгодна технология mini-till (энергетический коэффициент — 1,45), которая на 0,7% энергоэффективнее традиционной технологии и на 14,5% — технологии no-till (табл.

2). Это объясняется более эффективным разложением органической массы сидерата под воздействием минеральных азотных удобрений в поверхностном слое почвы (12–14 см) при ее заделке и измельчении дисковой бороной.

Выводы/Conclusion

При разработке залежных земель средняя урожайность зерновых культур снижается от традиционной технологии возделывания к минимальной и технологии прямого сева.

Традиционная технология и технология mini-till позволяют создавать более благоприятные условия для роста и развития культурных растений в условиях Волго-Вятского региона на светло-серой лесной почве, чем технология прямого сева (no-till).

Установлено, что внедрение сидерального горчичного пара позволяет повысить урожайность изучаемых зерновых культур в среднем по всем технологиям их производства: на 12,9% — при возделывании озимой пшеницы; по яровой пшенице — на 14,2%; по ячменю — на 13,8%; по овсу — на 15,3%.

При прямой обработке залежных земель в вариантах без внесения минеральных удобрений и без выращивания сидеральной культуры было выявлено, что наиболее энергетически окупаемой технологией является традиционная технология возделывания зерновых культур (энергетический коэффициент имел самую высокую величину — 1,51). Внесение органических удобрений в виде сидеральной культуры по естественному фону (без внесения минеральных удобрений) снижает энергетическую эффективность всех изучаемых технологий.

Выявлено, что при возделывании зерновых по минеральному фону с выращиванием сидеральной культуры наиболее энергетически выгодна технология mini-till (энергетический коэффициент — 1,45). Она на 0,7% энергоэффективнее традиционной технологии и на 14,5% технологичнее no-till.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Ивенин В.В., Ивенин А.В., Строкин В.Л., Шубина К.В. Эффективность применения разных технологий возделывания при выращивании зерновых культур на залежных почвах в условиях Волго-Вятского региона. Известия Оренбургской ГАУ. 2020; (3(83)): 28-33. Режим доступа: URL: [https://www.agricscience.ru/journal/2073-0853/2020/3%20\(83\)/28-33](https://www.agricscience.ru/journal/2073-0853/2020/3%20(83)/28-33). [Дата обращения 02.03.2022].
- Ушаче И., Югай А. Сельскохозяйственные угодья России: состояние, проблемы и пути решения. АПК: Экономика, управление. 2008; (10): 12-18. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11648310>. [Дата обращения 02.03.2022].
- Удалов А.В., Авдиенко А.П., А.М. Струк, Удалов В.В., Збраиллов М.А. Основы биоэнергетической оценки производства продукции растениеводства (учебное пособие). Персиановский, ФГОУ ВПО «Донской ГАУ». 2008; 103 с. . Режим доступа: <https://www.vetpress.ru/jour/article/view/253>. [Дата обращения 11.07.2022].
- 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. Режим доступа: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.65.4.87-92>. [Дата обращения 02.03.2022].
- Ивенин В.В., Ивенин А.В., Шубина К.В., Минева Н.А. Сравнительная эффективность технологий возделывания зерновых культур в звене севооборота на светло-серых лесных почвах Волго-Вятского региона. Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. -2018; 3(6): 27- 31. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36759589>. [Дата обращения 02.03.2022].
- 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: 67-74. Режим доступа: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/622>. [Дата обращения 11.07.2022].
- Гостев А. В. Условия формирования зерна высокого качества в высокопродуктивных ресурсосберегающих агротехнологиях. Земледелие. 2019;(6):16–20. [Дата обращения 11.07.2022].
- 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.
- Дридригер В. К., Стукалов Р. С., Гаджиумаров Р. Г. Влияние севооборота на эффективность использования пашни при возделывании полевых культур без обработки почвы. Земледелие. 2019;(6):28–32.
- 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>. [Дата обращения 02.03.2022].
- Пегова Н.А., Холзаков В.М. Ресурсосберегающая система обработки дерново- подзолистой почвы. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015;(1(44)):35- 40.
- Карabutov А. П., Соловichenko В. Д., Nikitin В. В., Navolneva Е. В. Воспроизводство плодородия почв, продуктивность и энергетическая эффективность севооборотов. Земледелие. 2019; (2): 3–7.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов — М.: Агропромиздат, 2011. — 251 с.
- Методическое пособие по определению энергетических затрат при производстве продовольственных ресурсов и кормов для условий Северо-Востока Европейской части РФ. — Киров, 1997. — 62 с.

ОБ АВТОРАХ:

- Алексей Валентинович Ивенин**, доктор с.-х. наук, доцент, ведущий научный сотрудник Нижегородский НИИХС — филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока
<https://orcid.org/0000-0001-7072-4029>
e-mail: a.v.ivenin@mail.ru
- Валентин Васильевич Ивенин**, доктор с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой земледелия и растениеводства ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»
<https://orcid.org/0000-0001-6903-8312>
- Ксения Вячеславовна Шубина**, аспирант кафедры земледелия и растениеводства Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия
<https://orcid.org/0000-0001-8926-7913>
- Александр Петрович Саков**, кандидат с.-х. наук, директор филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», с.п. Селекционной Станции, д. 38, Кстовский район, Нижегородская область, 607686, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-1288-5988>
e-mail: nnovniish@rambler.ru

REFERENCES

- Ivenin V.V., Ivenin A.V., Sorokin V.L., Shubina K.V. The effectiveness of using different cultivation technologies when growing grain crops on fallow soils in the conditions of the Volga-Vyatka region. *Izvestiya Orenburg GAU*. 2020; (3(83)): 28-33. Access mode: URL: [https://www.agricscience.ru/journal/2073-0853/2020/3%20\(83\)/28-33](https://www.agricscience.ru/journal/2073-0853/2020/3%20(83)/28-33). [Accessed 02.03.2022]. [In Russian.]
- Ushachev I., Yugai A. Agricultural lands of Russia: status, problems and solutions. *Agro-industrial complex: Economics, management*. 2008; (10): 12-18. Access mode: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11648310>. [Accessed 02.03.2022]. [In Russian.]
- Udalov A.V., Avdeenko A.P., A.M. Struk, Udalov V.V., Zbrailov M.A. Fundamentals of bioenergetic evaluation of crop production (textbook). *Persianovsky, FGOU VPO "Donskoy GAU"*. 2008; 103 p. . Access mode: <https://www.vetpress.ru/jour/article/view/253>. [Accessed 11.07.2022]. [In Russian.]
- Antonov V. G., Ermolaev A. P. (). The effectiveness of long-term use of minimal methods of tillage in crop rotations. *Agrarian science of the Euro-North-East*. 2018; (4 (65)): 87-92. Access mode: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.65.4.87-92>. [Accessed 02.03.2022]. [In Russian.]
- Ivenin V.V., Ivenin A.V., Shubina K.V., Mineeva N.A. Comparative efficiency of technologies of cultivation of grain crops in the link of crop rotation on light gray forest soils of the Volga-Vyatka region. *Bulletin of the Chuvash State Agricultural Academy*. -2018; 3(6): 27- 31. Access mode: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36759589>. [Accessed 02.03.2022]. [In Russian.]
- Kozlova L.M., Popov F.A., Noskova E.N., Denisova A.V. Application of the main elements of resource-saving environmentally safe technologies in the cultivation of spring grain crops in the central zone of the North-East of the European part of Russia. *Problems of intensification of animal husbandry taking into account environmental protection and production of alternative energy sources, including biogas: collection of articles*. Warsaw: Institute of Technological and Natural Sciences in Falent. — 2018: 67-74. Access mode: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/622>. [Accessed 11.07.2022]. [In Russian.]
- Gostev A.V. Conditions for the formation of high-quality grain in highly productive resource-saving agrotechnologies. *Agriculture*. 2019;(6):16–20. [Accessed 11.07.2022]. [In Russian.]
- Kozlova L., Popov F. A., Noskova E., Ivanov V. L. Improved resource-saving technology of soil cultivation and the use of biological preparations for spring crops in the conditions of the central zone of the North-East of the European part of Russia. *Agrarnaya Nauka Euro-Severo-Vostoka*. 2017; 3(58): 43-48. [In Russian.]
- Dridiger V. K., Stukalov R. S., Gadzhumarov R. G. The effect of crop rotation on the efficiency of arable land use in the cultivation of field crops without tillage. *Agriculture*. 2019;(6):28–32 [In Russian.]
- Cherkasov G.N., Pykhtin I.G., Gostev A.V. Modern approach to systematization of tillage in agrotechnologies of the new generation. *Achievements of science and technology of agriculture*. 2016; 30(1): 5-8. Access mode: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25651218>. [Accessed 02.03.2022]. [In Russian.]
- Pegova N.A., Kholzakov V.M. Resource-saving system of sod-podzolic soil treatment. *Agrarian science of the Euro-North-East*. 2015;(1(44)):35- 40. In Russian.]
- Karabutov A. P., Solovichenko V. D., Nikitin V. V., Navolneva E. V. Reproduction of soil fertility, productivity and energy efficiency of crop rotations. *Agriculture*. 2019; (2): 3–7. [In Russian.]
- Dospikhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results) / B.A. Dospikhov — M.: Agroprom-izdat, 2011. — 251 p.. [In Russian.]
- Methodological guide for determining energy consumption in the production of food resources and feed for the conditions of the North-East of the European part of the Russian Federation. — Kirov, 1997. — 62 p. [In Russian.]

ABOUT THE AUTHORS:

- Alexey Valentinovich Ivenin**, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, leading researcher Nizhny Novgorod Research Institute — branch of the FGBNU FANC of the North-East
<https://orcid.org/0000-0001-7072-4029>
e-mail: a.v.ivenin@mail.ru
- Valentin Vasilyevich Ivenin**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department Agriculture and Plant Growing, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy
<https://orcid.org/0000-0001-6903-8312>
- Ksenia Vyacheslavovna Shubina**, Postgraduate student Department of Agriculture and Crop Production of the Nizhny Novgorod State Agricultural Academy
<https://orcid.org/0000-0001-8926-7913>
- Alexander Petrovich Sakov**, Candidate of Agricultural Sciences, Director Federal agricultural research center of the North-East named after N.V. Rudnitsky, SP Breeding Station, d. 38, Kstov-sky district, Nizhny Novgorod oblast, 607686, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-1288-5988>
e-mail: nnovniish@rambler.ru