

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВТОРИЧНОГО ОКУЛЬТУРИВАНИЯ АГРОДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

А.И. Иванов, чл.-корр. РАН, Ж.А. Иванова, к.с.-х.н., П.А. Филиппов, к.с.-х.н., ФГБНУ АФИ
195220, Санкт-Петербург, Гражданский просп., д. 14
E-mail: ivanovai2009@yandex.ru. Тел.: +7 (911) 082-57-81.

Установлены в ходе многолетнего исследования в стационарном полевом опыте в овощекормовом севообороте параметры агрономической и экономической эффективности ускоренного окультуривания деградированной агродерново-подзолистой супесчаной почвы на овощных культурах. По отзывчивости на окультуривание почвы сформировался убывающий ряд: капуста белокочанная > свекла столовая > картофель, а на применение полного минерального удобрения: свекла столовая > картофель > капуста белокочанная. Эффективность обоих приемов существенно снижалась при неблагоприятных погодных и фитосанитарных условиях. Ускоренное окультуривание почвы до хорошего и высокого уровней увеличило продуктивность картофеля, свёклы столовой, капусты белокочанной на 25 и 45; 54 и 83; 200 и 209 % соответственно, и обеспечило среднегодовую доходность в 183,81-213,62 тыс. руб/га в год. Абсолютно лучшие результаты агрономической (46,89 т/га картофеля, 38,57 свеклы столовой и 82,9 т/га капусты белокочанной) и экономической эффективности были достигнуты при правильном сочетании окультуривания с применением полного минерального удобрения.

Ключевые слова: агродерново-подзолистая почва, ускоренное окультуривание, минеральная система удобрения, агрономическая эффективность, экономическая эффективность.

Для цитирования: Иванов А.И., Иванова Ж.А., Филиппов П.А. Эффективность вторичного окультуривания агродерново-подзолистой почвы и систем удобрения овощных культур // Плодородие. – 2024. – №6. – С. 14-18.
 DOI: DOI: 10.25680/S19948603.2024.141.03.

В 60-80-е годы прошлого столетия в Нечернозёмной зоне РФ была выполнена колоссальная работа по окультуриванию пахотных дерново-подзолистых почв. В результате в Северо-Западном районе, например, к началу 90-х годов доля хорошо и высокоокультуренных почв в пахотном фонде доходила до 20 % [7, 8]. К настоящему времени по ряду причин преобладающая часть прежде хорошо окультуренных почв подверглась деградационным процессам, связанным с ухудшением агрономического состояния и снижением эффективного плодородия [4, 5, 13]. Это касается даже прежних пахотных почв, находившихся в состоянии залежи [1, 6, 11]. Естественно, что на деградированных дерново-подзолистых почвах успешно решать проблему продовольственного обеспечения населения практически невозможно [3, 7, 12]. Особенно высоки риски при возделывании требовательных к почвенному плодородию сельскохозяйственных культур, в числе которых картофель, овощные и ряд кормовых культур [7, 10, 14].

В своё время советскими учёными [1, 9] было выполнено теоретическое обоснование процесса окультуривания по цепочке: целина → слабо → среднее → хорошо → высокоокультуренная почва. В настоящее время более востребовано, предусмотренное Государственной программой, эффективное освоение выведенных ранее из сельскохозяйственного оборота прежних хорошо окультуренных почв, т.е. вторичное окультуривание [1,10,14]. И эта проблема нуждается в соответствующем теоретическом обосновании, с позиций как сбалансированного воспроизводства отдельных параметров почвенного плодородия, так и обеспечения окупаемости мелиорантов и удобрений. Последний аспект особенно важен для успешной реализации крупных инвестиционных проектов, связанных с мелиоративным освоением выведенных из активного сельскохозяйственного использования земель [10, 14].

Цель исследования – оценить агрономическую и экономическую эффективность вторичного окультуривания

деградированной дерново-подзолистой почвы и последующего применения удобрений под овощные культуры в интенсивном овощекормовом севообороте.

Методика. Исследование проводилось в стационарном многолетнем комплексном полевом опыте «Агрофизический стационар», заложенном в 2006 г. в Меньковском филиале АФИ (Гатчинский район Ленинградской обл.) на супесчаной агродерново-подзолистой почве, подвергшейся истощительным деградационным процессам вследствие вынужденного отказа от применения мелиорантов и удобрений в 90-е годы (табл. 1).

1. Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

Год исследования	Окультуренность	pH _{KCl}	Органическое вещество, %	N _{легкогидр.} , мг/кг	Подвижные соединения, мг/кг	
					P ₂ O ₅	K ₂ O
1990	Высокая	6,76	4,05	132	486	322
2002	Средняя	5,75	2,99	88	305	225
2006	Средняя	5,46	2,52	72	271	212
2006	Хорошая	6,17	3,54	119	372	530
2006	Высокая	6,39	3,89	145	452	812

Закладке опыта предшествовал трёхлетний период ускоренного окультуривания этой (на то время среднеокультуренной) почвы интенсивным (220 т/га) и гиперинтенсивным (540 т/га) применением подстилочного навоза КРС на фоне поддерживающего известкования (1 и 3 т/га доломитовой муки соответственно) [2]. Таким образом, за три года были дополнительно сформированы хорошо и высокоокультуренные виды агродерново-подзолистой почвы. Объектом сравнения для них стала исходная среднеокультуренная почва. Для поддержания созданного хорошего и высокого уровня

окультуренности почвы вносили органические удобрения: в первой ротации подстильный навоз КРС в дозах 40 и 80 т/га, во второй ротации – птичий помёт в дозах 35 и 70 т/га, в третьей ротации – известкование сыромо- лотым доломитом в дозах 6 и 10 т/га соответственно.

На этих почвах были освоены развёрнутые во вре- мени полевой и овощекормовой севообороты. В овоще- кормовом севообороте была принята следующая схема чередования культур: 1 – картофель ранний; 2 – пшеница озимая; 3 – люпин кормовой; 4 – свёкла столовая; 5 – ка- пуста белокочанная; 6 – ячмень. В опыте возделывали картофель ранний сорта Ломоносовский (Ленинград- ский НИИСХ «Белогорка» – филиал ФГБНУ «ФИЦ кар- тофеля имени А.Г. Лорха», ФГУП «Холмогорское»), ка- пуста белокочанная сорта Агрессор (Нидерланды), свекла столовая сорта Бикорес (Нидерланды).

Для каждой из этих культур и севооборота в целом были разработаны три варианта минеральной системы удобре- ния с расчётом на обеспечение трёх уровней продуктивно- сти фотосинтеза: 1) контрольный (NPK 0) – КПД ФАР – 1,0-1,5 %, 2) средние дозы удобрений (NPK 1) – 2-3 %, 3) повышенные дозы (NPK 2) – 3-4 %. Фактические дозы удобрений в вариантах NPK 1 и NPK 2 составили под кар- тофель N₈₀P₆₀K₈₀ и N₁₀₀P₆₀K₁₂₀, под свеклу столовую –

N₇₀P₅₀K₁₀₀ и N₁₁₀P₇₀K₂₀₀, под капусту белокочанную – N₁₀₀P₄₀K₁₆₀ и N₁₅₀P₆₀K₂₄₀ соответственно. Минеральные удобрения применяли под предпосевную и предпосадо- чную обработку почвы в форме азофоски (ОАО «Акрон»), аммиачной селитры (ОАО «Акрон»), хлористого калия (ПАО «Уралкалий»).

Общая площадь опытной делянки – 200 м², учётная – 120 м²; повторность – трёхкратная. Учёт урожая прово- дили сплошным весовым методом. Статистическая об- работка данных учёта выполнена дисперсионным мето- дом с применением программного пакета Statistica 7.0.

Результаты и их обсуждение. Если условно принять, что процесс первичного окультуривания почвы опытного поля завершился в 1990 г., то по данным агрохимического обследования в этот период её агрохимические свойства характеризовались показателями (см. табл. 1), соответствую- щими высокому уровню окультуренности. За 12 лет ин- тенсивной эксплуатации ко времени разработки про- граммы эксперимента они заметно истощились: рН_{KCl} на 15 %, органическое вещество – на 23, легкогидролизуемый азот – на 33, подвижные соединения фосфора и калия – на 37 и 30 % соответственно. Темпы скрытой деградации почвы в этот период были одними из самых высоких за все годы наших исследований [3, 4].

2. Агрономическая эффективность вторичного окультуривания и системы удобрения на пропашных культурах овощекормового севооборота

Культура	Система удобрения (фактор Б)	Урожай-ность, т/га	Прибавка урожайности						Окупаемость 1 кг НРК, кг
			всего		от окультуривания		от удобрений		
			т/га	%	т/га	%	т/га	%	
Картофель	Среднеокультуренная почва (фактор А)								
	НРК 0	28,22	-	-	-	-	-	-	-
	НРК 1	37,46	9,24	33	-	-	9,24	33	46
	НРК 2	38,53	10,31	37	-	-	10,31	37	37
	Хорошо окультуренная почва (фактор А)								
	НРК 0	35,20	6,98	25	6,98	25	-	-	-
	НРК 1	37,54	9,32	33	0,06	0,2	2,34	7	12
	НРК 2	42,91	14,69	52	4,38	11	7,71	22	28
	Высокоокультуренная почва (фактор А)								
	НРК 0	40,87	12,65	45	12,65	45	-	-	-
НРК 1	42,34	14,12	50	4,86	13	1,47	4	7	
НРК 2	46,89	18,67	66	8,36	22	6,02	15	22	
НСР ₀₅	Фактор А				2,15				
	Фактор Б						2,89		
Свекла столовая	Среднеокультуренная почва (фактор А)								
	НРК 0	14,25	-	-	-	-	-	-	-
	НРК 1	21,28	7,03	49	-	-	7,03	49	32
	НРК 2	24,33	10,08	71	-	-	10,08	71	27
	Хорошо окультуренная почва (фактор А)								
	НРК 0	21,88	7,63	54	7,63	54	-	-	-
	НРК 1	30,52	6,27	114	9,24	43	8,64	39	39
	НРК 2	36,00	21,75	153	11,67	48	14,12	64	37
	Высокоокультуренная почва (фактор А)								
	НРК 0	26,12	11,87	83	11,87	83	-	-	-
НРК 1	34,76	20,51	144	13,48	63	8,64	33	39	
НРК 2	38,57	24,32	171	14,24	58	12,45	48	33	
НСР ₀₅	Фактор А				1,87				
	Фактор Б						2,63		
Капуста белокочанная	Среднеокультуренная почва (фактор А)								
	НРК 0	25,0	-	-	-	-	-	-	-
	НРК 1	30,6	5,6	22	-	-	5,6	22	19
	НРК 2	21,2	-3,8	-15	-	-	-3,8	-15	-
	Хорошо окультуренная почва (фактор А)								
	НРК 0	75,0	50,0	200	50,0	200	-	-	-
	НРК 1	82,9	57,9	232	52,3	171	7,9	11	26
	НРК 2	81,8	56,8	227	60,6	242	6,8	9	15
	Высокоокультуренная почва (фактор А)								
	НРК 0	77,3	52,3	209	52,3	209	-	-	-
НРК 1	81,6	56,6	226	51,0	167	4,3	6	14	
НРК 2	75,0	54,0	216	57,8	272	-1,7	-2	-	
НСР ₀₅	Фактор А				5,3				
	Фактор Б						7,4		

Ускоренное восстановительное окультуривание этой почвы в уравнильных посевах убираемых на сено однолетних трав позволило сформировать три существенно различающихся по комплексу агрохимических и агрофизических показателей вида агродерново-слабоподзолистой почвы [2].

При таких показателях эффективного плодородия почвы было сложно рассчитывать на высокую эффективность минеральных удобрений, что в значительной мере подтвердилось даже на требовательных к питательному режиму овощных культурах, характеризующихся значительным потреблением элементов питания (см. табл. 2).

По трём этим культурам относительные прибавки урожайности от удобрений составили в среднем 25 %, максимальными (51 %) они были у столовой свёклы, минимальными (6 %) – у капусты белокочанной. Помимо высокой обеспеченности окультуренных почв элементами питания, на агрономической эффективности удобрений негативно сказывались и неблагоприятные для соответствующей культуры погодные условия. Так на среднеокультуренной почве уже на фоне pH_{KCl} 5,0-5,2 ед. в условиях переувлажнения начальной фазы вегетации у большинства культур (картофель, капуста белокочанная, ячмень, пшеница озимая) проявлялся

марганцевый токсикоз, который резко усиливался под действием азотного компонента минеральных удобрений. По мере оптимизации водно-воздушного режима и снижения подвижности марганца внешние проявления токсикоза нивелировались, однако негативные последствия для результирующей продукционного процесса на фоне минеральной системы удобрения, особенно в варианте NPK 2, оставались существенными.

Значительную роль в снижении отдачи от минеральных удобрений в некоторых случаях играл спровоцированный благоприятными для отдельных возбудителей погодно-климатическими условиями эпифитотийный характер развития болезней. В частности, на фоне холодного и сырого начала вегетации в 2016 г., когда растения капусты сильно страдали от ризиктониоза, минеральные удобрения (особенно в повышенных дозах) усиливали развитие этого заболевания на всех трех уровнях окультуренности почвы. В результате агрономический эффект систем удобрения практически обнулился.

Рассчетный уровень потерь урожая в связи с изреживанием посадок от ризиктониоза (рис. 1) относительно фактической продуктивности культуры достиг в вариантах опыта следующих значений: NPK 0 – 51 %, NPK 1 – 80 и NPK 2 – 100 %.

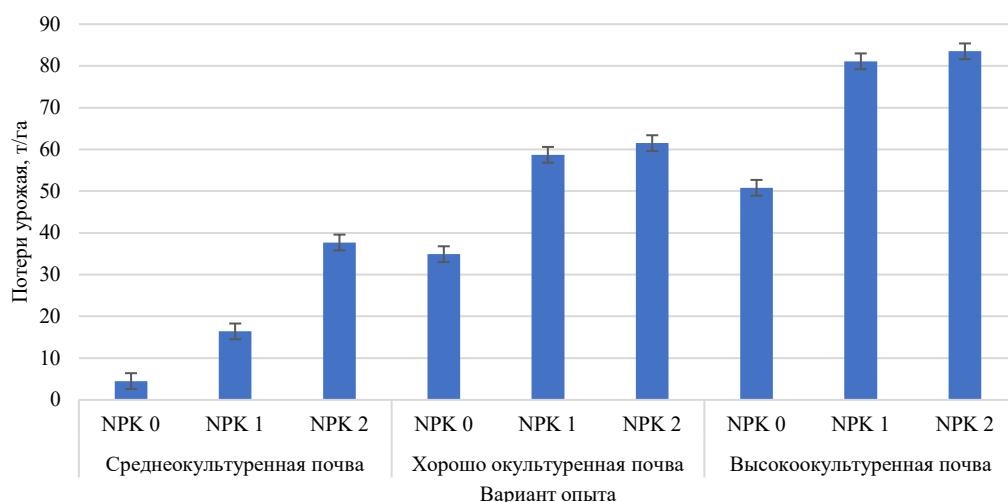


Рис. 1. Фитосанитарные потери урожая кочанов капусты от ризиктониоза при разной окультуренности почвы и системе удобрения

У картофеля негативные последствия эпифитотии фитофтороза (фактическая повторяемость в регионе достигает одного года из трех лет наблюдений) даже на фоне интенсивной пестицидной борьбы с ним оказываются так же значительными (рис. 2). При этом потери урожая клубней относительно фактически достигнутого уровня по

вариантам системы удобрения NPK 0, NPK 1 и NPK 2 составили 33, 36 и 40 % соответственно. В неэпифитотийные по фитофторозу годы уровень потерь урожая клубней под действием ускоренного окультуривания деградированной агродерново-слабоподзолистой почвы сократился на 30-60 %, а минеральной системы удобрения – на 43-80 %.

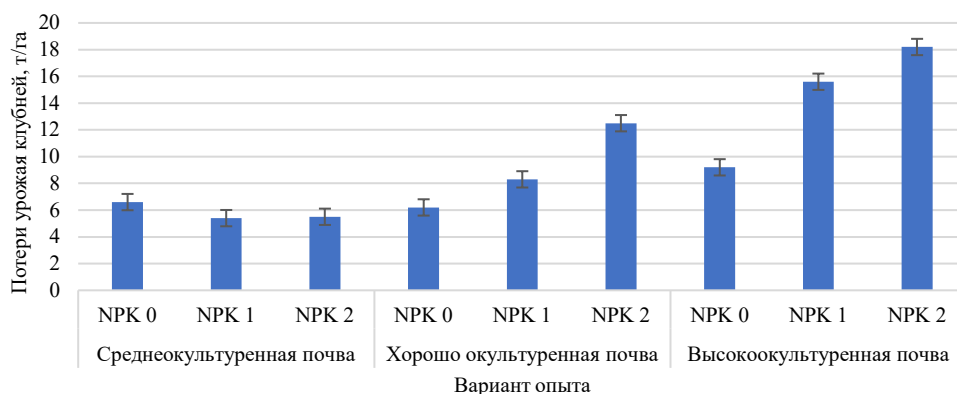


Рис. 2. Фитосанитарные потери урожая клубней картофеля от фитофтороза при разной окультуренности почвы и системе удобрения

С другой стороны, в том же неблагоприятном по погоде 2015 г. (засуха и холод в начале вегетации) удобрения стали важнейшим фактором повышения урожайности корнеплодов столовой свёклы. Поэтому сформировавшийся в условиях опыта убывающий ряд отзывчивости культур на удобрения (по окупаемости 1 кг NPK в зерновых единицах) «картофель (6,3) > свёкла (5,5) > капуста (2,1)» совершенно не коррелировал с показателями потребления питательных элементов этими культурами.

По указанным причинам только на посадках капусты повышение доз удобрений (вариант NPK 2) не сопровождалось ростом урожайности. У картофеля прибавка урожайности возрастала на 84 %, у столовой свёклы – на 51 %. Натуральная окупаемость 1 кг действующего вещества удобрений при этом у свёклы сохранялась на высоком уровне, а у картофеля – даже увеличилась (в среднем с 15 до 25 кг).

Ещё большее и стабильное увеличение урожайности картофеля и овощных культур обеспечивалось за счет ускоренного окультуривания почвы и воспроизводства ее плодородия. В среднем по трём пропашным культурам повышение степени окультуренности от средней до хорошей обеспечило прибавки урожайности: на неудобренном фоне – на 93 %, на фоне NPK 1 – 71 %, на фоне NPK 2 – 100 %, а от средней до высокой – 112; 81 и 117 % соответственно. Несмотря на значительные фитосанитарные издержки, лучший отклик на последовательное ускоренное окультуривание почвы вполне закономерно был у белокочанной капусты, увеличившей урожайность кочанов в среднем на 54,3 и 53,7 т/га, или на 204 и 216 % соответственно. Свёкла столовая и картофель в этом отношении заметно уступали капусте, их отзывчивость на окультуривание почвы выражалась в десятках процентов прибавки продуктивности.

В отличие от агрономической, энергетическая эффективность возделывания пропашных культур находилась в большем соответствии с их биологическими особенностями (рис. 3). Её убывающий ряд (по величине показателей КПД ФАР): капуста (3,70) > картофель (3,38) > свёкла (1,85). Этот показатель в большей степени зависел от уровня окультуренности почвы, чем от применения минеральных удобрений. В целом по овощекормовому севообороту за счёт повышения степени окультуренности от средней до хорошей и высокой он увеличивался на 64 и 83 % соответственно (в то время как за счёт удобрений только на 18 и 24 %).

Вторичное окультуривание дерново-подзолистой почвы, как и другие мелиоративные мероприятия, достаточно затратно. Согласно экономическим расчётам, создание 1 га хорошо окультуренной почвы обошлось в 81,6 тыс. руб., а высокоокультуренной – в 197, 9 тыс. руб. (в ценах 2020 г.). Но с учётом относительно высоких цен на картофель и овощи в условиях овощекормового севооборота эти затраты окупались менее, чем за два года (табл. 3). По абсолютной величине доходности затрат на ускоренное окультуривание почвы капуста белокочанная превзошла картофель и свёклу столовую в среднем в 4 и 5,1 раза соответственно. При этом рентабельность вложений в окультуривание почвы исчислялась сотнями процентов. По этому относительному показателю экономической эффективности в исследовании лидировал картофель.

В целом, средний по трем пропашным культурам уровень рентабельности ускоренного окультуривания

почвы до хорошего уровня (472 %) сокращался в 1,3 раза при наращивании затрат до высокого уровня (362 %). Однако по среднему показателю условного чистого дохода (213,62 против 183,81 тыс. руб/га) отдача от высокоокультуренной почвы оказалась на 30 тыс. руб/га в год выше, чем от хорошо окультуренной.

3. Экономическая эффективность вторичного окультуривания почвы при возделывании пропашных культур

Показатель	Экономическая эффективность по видам культур и окультуренности почвы					
	картофель		свёкла столовая		капуста белокочанная	
	хорошая	высокая	хорошая	высокая	хорошая	высокая
Стоимость прибавки, тыс. руб/га	83,76	151,80	95,38	148,38	550,00	575,30
Дополнительные затраты, тыс. руб/га	8,38	20,32	29,68	52,09	139,65	162,22
Условный чистый доход, тыс. руб/га	75,38	131,48	65,70	96,29	410,35	413,08
Рентабельность, %	900	647	221	185	294	255
Окупаемость, руб/руб	10,00	7,47	3,21	2,85	3,94	3,55

Следовательно, 12-летний срок эксплуатации ресурса вторичного окультуривания дерново-подзолистой почвы для условий интенсивного овощекормового севооборота близок к предельному. К концу этого срока на фоне изучаемых систем удобрения в почве удалось сохранить оптимальные параметры лишь отдельных агрохимических свойств: содержание подвижных фосфатов и некоторых микроэлементов [2]. Особенно сильно ухудшилось калийное состояние хорошо и высокоокультуренной почв, деградировали и кислотно-основные свойства почвы, что требует особого внимания со стороны агрономических служб сельскохозяйственных предприятий.

Закключение. Ускоренное окультуривание подвергшейся деградационным процессам агродерново-подзолистой почвы, существенно повысившее уровень её эффективного плодородия, оказало многолетнее положительное влияние на продуктивность овощекормового севооборота и, в первую очередь, требовательных к условиям произрастания овощных культур. Несмотря на негативные последствия неблагоприятных погодных и фитосанитарных условий, ускоренное окультуривание почвы до хорошего и высокого уровня увеличило продуктивность картофеля, свёклы столовой, капусты белокочанной на 25 и 45; 54 и 83; 200 и 209 % соответственно. При этом был достигнут высокий абсолютный уровень продуктивности культур: 35 и 41 т/га – на картофеле, 22 и 26 – на свёкле столовой и 75 и 77 т/га – на капусте белокочанной.

Агрономическая эффективность минеральной системы удобрения была ниже и сильно зависела от сочетания погодных и фитосанитарных условий. На их неблагоприятном фоне уровень потерь урожая относительно фактически достигнутой продуктивности составлял от 33-40 % на картофеле до 51-100 % на капусте белокочанной, что резко снижало отдачу от полной минеральной системы удобрения. При этом максимальная продуктивность картофеля (46,89 т/га), свёклы столовой (38,57 т/га) и капусты белокочанной (82,9 т/га) получена при сочетании ускоренного окультуривания с полной минеральной системой удобрения.

Включение в севооборот на осваиваемых землях Нечерноземья ценных пропашных культур – важный залог быстрой окупаемости всего комплекса мелиоративных восстановительных работ. Высокая доходность (183,81 и 213,62 тыс. руб/га в год) возделывания требовательных пропашных культур на окультуренных почвах позволила снизить срок окупаемости затрат на ускоренное окультуривание почвы до хорошего и высокого уровня (81,6 и 197,9 тыс. руб/га) в среднем по овощекормовому севообороту до менее 2 лет.

Литература

1. *Агро-мелиоративные* приемы восстановления плодородия деградированных и вышедших из оборота сельскохозяйственных земель и пастбищных территорий/ Под ред. В.А. Шевченко. – М.: ВНИИГИМ им. А.Н. Костякова, 2022. – 205 с.
2. Иванов А.И., Иванова Ж.А., Филиппов П.А. Трансформация подвергшейся скрытой деградации агродерново-подзолистой почвы при ускоренном воспроизводстве ее плодородия // Российская сельскохозяйственная наука. – 2022. – № 5. – С. 24-29.
3. Иванов А.И., Вязовский А.А., Конашенков А.А., Петров И.И., Воробьев В.А. Актуальные вопросы известкования кислых почв Нечерноземья // Агрохимический вестник. – 2019. – № 6. – С. 3-9.
4. Иванов А.И., Фесенко М.А., Вертебный В.Е., Дубовицкая В.И. Результаты исследований в многолетнем стационарном полевом опыте в семипольном севообороте // Агрофизика. – 2012. – № 3. – С. 50-57.

5. Иванов А.И., Янко Ю.Г. Мелиорация как необходимое средство развития земледелия Нечерноземной зоны России // Агрофизика. – 2019. – № 1. – С. 67-78.
6. Кирейчева Л.В., Шевченко В.А. Состояние пахотных земель Нечерноземной зоны Российской Федерации и основные направления повышения плодородия почв // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2020. – № 2. – С. 12-16.
7. Научные основы эффективного использования агроресурсного потенциала Северо-Запада России/ Под ред. М.В. Архипова. – СПб.: Пушкин: СЗЦППО, 2018. – 135 с.
8. Небольсин А.Н., Небольсина З.П., Яковлева Л.В., Поляков В.А. Научные основы и технология использования удобрений и извести. – СПб.: СЗНИИСХ, 1997. – 52 с.
9. Никитин Б.А. Окультурирование почв Нечерноземья и регулирование их плодородия. – Л.: Агропромиздат, 1986. – 277 с.
10. Рекомендации по развитию агропромышленного комплекса и сельских территорий Нечерноземной зоны Российской Федерации до 2030 года/ Под ред. Митина С.Г., Иванова А.Л. – М.: ООО «Изд-во МБА», 2021. – 400 с.
11. Соколов И.В. Освоение запущенных земель в Ленинградской области: проблема не одна // Агрофизика. – 2020. – № 2. – С. 27-33.
12. Сычев В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. – М.: РАН, 2019. – 325 с.
13. Сычев В.Г., Шафран С.А., Виноградова С.Б. Плодородие почв России и пути его регулирования // Агрохимия. – 2020. – № 6. – С. 3-13.
14. Шевченко В.А. Современное состояние вышедших из оборота мелиорированных земель и перспективы их освоения. – М.: ВНИИГИМ им. А.Н. Костякова, 2021. – 410 с.

SECONDARY CULTIVATION OF SOILS IS AN URGENT NEED OF MODERN AGRICULTURE

*A.I. Ivanov, chief research fellow, D. Sc. (Agr.), prof., corresponding member of the RAS, Agrophysical Research Institute
Zh.A. Ivanova, senior researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Agrophysical Research Institute
P.A. Filippov, junior researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Agrophysical Research Institute*

During a long-term stationary field experiment in vegetable and forage crop rotation, the parameters of agronomic and economic efficiency of accelerated cultivation of degraded sandy loam agricultural sod-podzolic soil on demanding row crops were established. According to the responsiveness of crops to soil cultivation, a descending series was formed: white cabbage > table beet > potato. According to the responsiveness of crops to the complete mineral fertilizer, this series is table beet > potato > white cabbage. The return on both methods was significantly reduced against the background of unfavourable weather and phytosanitary conditions. Accelerated soil cultivation to a good and high level increased the productivity of potato by 25% and 45%, of table beets – by 54% and 83%, of white cabbage – by 200% and 209%, respectively. This ensured an average annual cash yield of 183.81 and 213.62 thousand roubles per hectare per year, respectively, for a good and high level of cultivation. Absolutely the best results of agronomic (46.89 t/ha of potato, 38.57 t/ha of table beets and 82.9 t/ha of white cabbage) and economic efficiency were achieved with the correct combination of cultivation and the use of complete mineral fertilizer.

Keywords: agricultural sod-podzolic soil, accelerated cultivation, mineral fertilization system, agronomic efficiency, economic efficiency

УДК 631.43 (571.63)

DOI: 10.25680/S19948603.2024.141.04

ВЛИЯНИЕ БИОУГЛЯ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АГРОПОЧВ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

*А.И. Иванкова¹, А.В. Брикманс¹, к.б.н., Н.А. Сакара², к.с.-х.н.,
О.В. Нестерова¹, к.б.н., С.М. Надежкин^{3,4}, д.б.н., В.А. Семаль⁵, к.б.н.,
М.А. Бовсун¹, к.б.н., Н.В. Кияшко⁶, к.с.-х.н., Т.С. Тарасова³*

*¹ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»
690922, Российская Федерация, Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10*

*²Приморская овощная опытная станция- филиал ФГБНУ ФНЦО
692779, Российская Федерация, г. Артем, с. Суражневка, ул. Кубанская 57/1*

*³ФГБНУ ФНЦО, 143080, Российская Федерация, Московская область, Одинцовский городской округ,
пос. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14*

*⁴Учебно-опытный почвенно-экологический центр МГУ имени М.В. Ломоносова,
141592, Московская область, Солнечногорский район, п/о Ударный, пос. Чашино*

*⁵Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,
Владивосток, Российская Федерация, 690022, г. Владивосток, пр. 100-летия Владивостока, 159*

*⁶ФГБОУ ВО Приморский ГАУ
692508, Российская Федерация, г. Уссурийск, проспект Блюхера, д.44, E-mail: brikmans.av@dvfu.ru.*

Работа выполнена в соответствии с госзаданием № 0595-2019-0069-С-06/0814-2017-0001.