

## ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАННОЙ ПОЧВЫ НА ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСАДОК КАРТОФЕЛЯ И УБРАННОГО УРОЖАЯ

© 2025 г. А. М. Шпанев<sup>1,2,\*</sup>, В. В. Смук<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Агрофизический научно-исследовательский институт  
195220 Санкт-Петербург, Гражданский просп., 14, Россия

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений  
196608 Санкт-Петербург—Пушкин, шоссе Подбельского, 3, Россия

\*E-mail: ashpanev@mail.ru

В длительном стационарном опыте на дерново-подзолистой супесчаной почве в Ленинградской обл. показали, что отрицательное влияние средств воспроизведения почвенного плодородия на фитосанитарное состояние посадок картофеля и убранного урожая проявлялось только в усилении пораженности клубней паршой обыкновенной (в 1.5 раза – доля пораженных клубней, 1.3 раза – интенсивность поражения). Как следствие, возрастила потребность в проведении мероприятий по защите посадочного материала от данного заболевания. Положительные изменения в фитосанитарных параметрах агроценоза картофеля под действием окультуривания почвы были связаны со снижением поврежденности клубней личинками жуков-щелкунов (в 1.2–1.3 раза), при внесении полного минерального удобрения – с уменьшением интенсивности поражения растений картофеля альтернариозом (в 3.0–3.5 раза), пораженности растений и клубней ризоктониозом (в 1.1–1.5 раза и 1.2–2.1 раза соответственно), поврежденности растений личинками колорадского жука (в 1.7–2.0 раза). Поражение клубней паршой обыкновенной и повреждение клубней личинками жуков-щелкунов в большей степени зависело от степени окультуренности почвы (на 33.7–48.1 и 4.5–5.7%), чем от уровня удобренности посадок картофеля. Тем не менее, вклад удобренности имел определяющее значение в поражении картофеля альтернариозом (76.9–77.7%) и ризоктониозом (8.9–18.0%), а также повреждении колорадским жуком (7.0–10.4%). Недостаточно сильно выраженным оказалось влияние изученных средств воспроизведения почвенного плодородия в отношении повреждения клубней картофеля гусеницами подгрызающих совок, которое не получило статистического подтверждения.

**Ключевые слова:** картофель, окультуривание, минеральные удобрения, полевой севооборот, овощекормовой севооборот, фитосанитарное состояние, клубневой анализ.

**DOI:** 10.31857/S0002188125020058, **EDN:** VBOPPO

### ВВЕДЕНИЕ

Окультуренные дерново-подзолистые почвы имеют важное значение для рентабельного ведения хозяйственной деятельности в Северо-Западном регионе, и Ленинградской обл. в частности. В результате значительного снижения объемов применения органических удобрений и мелиорантов, произошедшего по экономическим причинам и продолжающегося на протяжении последних 25–30 лет, удельный вес хорошоокультуренных почв оказался крайне мал, что стало серьезной проблемой для сельского хозяйства региона [1]. Выходом из сложившейся ситуации может быть проведение мероприятий для ускоренного воспроизведения плодородия пахотных

дерново-подзолистых почв, подвергшихся деградационным процессам [2].

Окультуривание оказывает многостороннее влияние на агрохимические, биологические и физические свойства почвы, а также способно приводить к положительным изменениям в фитосанитарном состоянии агроценозов, например снижению пораженности посадок картофеля фитофторозом [3, 4]. Однако крайне малое количество сведений не позволяет достигнуть полноты представлений о фитосанитарных последствиях окультуривания почвы, среди которых, по аналогии с внесением удобрений, могут быть не только положительные, но и отрицательные влияния.

Одной из наиболее отзывчивых на приемы окультуривания культурой является картофель [4]. В России эта культура занимает >2.1 млн га, а валовой сбор составляет 30.2 млн т. Лидирующие позиции по посадочным площадям и валовому сбору картофеля в нашей стране, несмотря на отрицательные тенденции последних лет, занимает Северо-Западный регион. Биологические особенности культуры и агроклиматические условия данного региона определяют большое множество фитосанитарных проблем, с которыми постоянно вынуждены сталкиваться сельхозпроизводители. Острота проблемы может усугубляться множеством причин, одной из которых является низкий агрофон возделывания культуры [5, 6].

Цель работы – изучение влияния приемов воспроизводства почвенного плодородия, таких как окультуривание и внесение минеральных удобрений, на фитосанитарное состояние посадок картофеля в условиях Ленинградской обл.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили в 2022 г. на полях агрофизического стационара Меньковского филиала Агрофизического НИИ, расположенного в Гатчинском р-не Ленинградской обл. Стационар функционирует с 2006 г. на 2-х соседних полях, на которых

развернуты 2 севооборота разного типа: полевой и овощекормовой. Чередование культур в полевом севообороте: картофель–однолетние зернобобовые–ячмень с подсевом многолетних трав (тимофеевка луговая + клевер красный)–многолетние травы 1- и 2-го годов пользования–ржаная озимая, овощекормовым: картофель–пшеница озимая–люпин узколистный–свекла столовая–капуста белокочанная–ячмень яровой. Поскольку севообороты не были развернуты в пространстве, а только во времени, за весь период ротации каждую из культур возделывали только один год. В 2022 г. на обоих полях стационара возделывали картофель сорта Метеор.

Назначение стационара связано с изучением влияния агротехнических мероприятий для расширенного воспроизводства плодородия подвергшейся деградации дерново-подзолистой супесчаной почвы и последующего ее использования в севооборотах разной интенсивности. Схема опыта включает 3 уровня окультуренности (низкий, средний, высокий) и 3 дозы минеральных удобрений, которые для картофеля составляли N0P0K0, N80P20K100, N120P40K150. В качестве минеральных удобрений использовали сухую смесь из азофоски, аммиачной селитры и хлористого калия. Уровни окультуренности создавали внесением высоких (220 т/га за 2003–2005 гг.) и очень высоких (540 т/га) доз органических

**Таблица 1.** Агрохимические свойства почвы разной степени окультуренности и удобренности в опыте [7]

| Севооборот | Окультуренность почвы | Удобренность | pH <sub>KCl</sub> ,<br>ед. | Органическое<br>вещество, % | Содержание подвижных<br>форм, мг/кг |                  |
|------------|-----------------------|--------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|------------------|
|            |                       |              |                            |                             | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>       | K <sub>2</sub> O |
| Полевой    | Низкая                | NPK0         | 5.18                       | 2.41                        | 176                                 | 48               |
|            |                       | NPK1         | 5.11                       | 2.47                        | 188                                 | 61               |
|            |                       | NPK2         | 5.14                       | 2.59                        | 185                                 | 68               |
|            | Средняя               | NPK0         | 6.06                       | 3.37                        | 352                                 | 179              |
|            |                       | NPK1         | 6.15                       | 3.51                        | 371                                 | 192              |
|            |                       | NPK2         | 6.02                       | 3.56                        | 353                                 | 196              |
|            | Высокая               | NPK0         | 6.41                       | 4.24                        | 405                                 | 278              |
|            |                       | NPK1         | 6.32                       | 4.43                        | 387                                 | 256              |
|            |                       | NPK2         | 6.35                       | 4.48                        | 428                                 | 298              |
|            | Низкая                | NPK0         | 5.16                       | 2.39                        | 137                                 | 57               |
|            |                       | NPK1         | 5.10                       | 2.25                        | 175                                 | 107              |
|            |                       | NPK2         | 5.02                       | 2.38                        | 222                                 | 126              |
|            | Средняя               | NPK0         | 5.87                       | 3.47                        | 413                                 | 194              |
|            |                       | NPK1         | 5.92                       | 3.74                        | 409                                 | 207              |
|            |                       | NPK2         | 5.90                       | 3.71                        | 402                                 | 218              |
|            | Высокая               | NPK0         | 6.22                       | 4.06                        | 446                                 | 381              |
|            |                       | NPK1         | 6.14                       | 4.15                        | 410                                 | 338              |
|            |                       | NPK2         | 6.05                       | 4.25                        | 427                                 | 382              |

Примечание. Площадь каждого из полей севооборота – 1 га, делянки – 200 м<sup>2</sup> (5 × 40 м), размещение систематическое, повторность трехкратная.

удобрений (навоз КРС), а также извести (доломитовая мука 1 и 3 т/га соответственно). Поддержание уровней окультуренности осуществляли однократным внесением органических удобрений (птичьего помета) за ротацию севооборота в дозе 80 т/га в среднеокультуренном варианте и 160 т/га в высокоокультуренном.

Под влиянием удобрений и извести агрохимические свойства почвы претерпели значительные изменения, что нашло отражение в снижении кислотности, повышении содержания органического вещества и основных элементов питания (табл. 1).

Одной из задач исследования являлось изучение влияния окультуренности дерново-подзолистой супесчаной почвы на заселенность пахотного слоя личинками жуков-щелкунов. Перед посадкой картофеля (8 мая) проводили почвенные раскопки в количестве 3-х проб в каждой из 3-х повторностей. Общее количество проб в каждом варианте окультуренности составило 9, на всем поле – 27. Найденные личинки жуков-щелкунов помещали в плотно закрываемую емкость со спиртом, в лабораторных условиях определяли их видовую принадлежность.

Оценку фитосанитарного состояния посадок картофеля проводили в пробе из 30-ти растений 2-х смежных рядков, находящихся в середине делянок и помеченных по углам сигнальной лентой. В период смыкания рядков определяли пораженность растений ризоктониозом, в фазе цветения – поврежденность растений и интенсивность повреждения листвовой поверхности личинками колорадского жука, в период формирования клубней – поражение растений альтернариозом. При клубневом анализе урожая, полученного с этих же 30-ти растений, оценивали поврежденность и интенсивность повреждения клубней личинками жуков-щелкунов, гусеницами подгрызающих совок, пораженность и интенсивность поражения клубней ризоктониозом, обыкновенной паршой и фитофторозом. Таким образом, в качестве оценочных показателей выступали поврежденность или пораженность (доля поврежденных, пораженных растений, клубней), интенсивность повреждения или поражения, определяемая по 9-балльной шкале с нечетным обозначением баллов (1 – поражено >10% поверхности клубня, 3 – 11 – 25, 5 – 26 – 50, 7 – 51 – 75, 9 – 76 – 100%), а также развитие болезни (интегративный показатель пораженности и интенсивности поражения).

Для получения достоверных данных влияния окультуренности и удобренности на параметры фитосанитарного состояния посадок картофеля и убранного урожая данные 2-х севооборотов были объединены в один цифровой массив, который и подлежал дальнейшей статистической обработке, проведенной методом дисперсионного анализа в программе Statistica 6.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В последние годы в условиях потепления климата наблюдают значительные изменения фитосанитарной обстановки в посадках картофеля в Ленинградской обл. Главное из них связано с повышением хозяйственной значимости альтернариоза (*Alternaria solani* Sorauer.), сильное проявление которого в посадках картофеля становится практически ежегодным [8]. С учетом более ранних сроков поражения растений, альтернариоз становится доминирующим заболеванием картофеля в регионе, потеснив с первого места фитофтороз. Умеренное развитие альтернариоза наблюдали в посадках картофеля полевого и овощекормового севооборотов агрофизического стационара в 2022 г. В фазе цветения культуры поражением уже были охвачены почти все растения (97.8 и 99.4%), развитие составляло 8.0 и 8.3%. По прошествии 14 сут в фазе роста клубней распространение болезни достигло 100, развитие – 12.4 и 11.0%. На фоне столь значительного поражения альтернариозом жаркие и засушливые условия способствовали ускоренному засыханию листовой массы растений, в результате чего наличие фитофтороза было выражено крайне низкими показателями. В убранном урожае доля пораженных клубней фитофторозом составляла 0.3 и 0.5% в полевом и овощекормовом севооборотах соответственно.

Полученные данные позволили сделать вывод о более сильном влиянии на развитие альтернариоза уровня удобренности, чем степени окультуренности почвы, которое не было достоверным. Например, при внесении дозы N80P20K100 развитие болезни снижалось в 3 раза, N120P40K150 – в 3.5 раза и, исходя из фактических показателей, соответствовало слабой степени (табл. 2).

Положительное действие окультуренности выявляли на более раннем сроке развития культуры, что имело статистическое подтверждение. В фазе цветения картофеля развитие альтернариоза составляло 9.1, 8.8 и 6.6% соответственно в вариантах низкой, средней и высокой окультуренности, тогда как в фазе роста клубней – 12.2, 11.7 и 11.3%.

Однонаправленность действия окультуренности и удобренности предполагает наличие эффекта взаимодействия между ними при совместном влиянии на развитие данного заболевания, которое снижалось в 3.5 раза (до 5.5%), тогда как от каждого из этих факторов в отдельности – в 1.1 раза (до 9.6%) и 3.2 раза (до 5.8%).

Широко распространенным заболеванием картофеля в Северо-Западном регионе является ризоктониоз (*Thanatephorus cicutae* (A.B. Frank) Donk.), что подтверждено нашими данными пораженности клубней в опыте. Доля пораженных клубней в полевом севообороте достигла 19.3%,

**Таблица 2.** Влияние приемов воспроизведения плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы на пораженность растений картофеля альтернариозом

| Вариант                                    |              | Пораженность<br>растений | Интенсивность<br>поражения<br>% | Развитие болезни |
|--|--------------|--------------------------|---------------------------------|------------------|
| окультуренность                            | удобренность |                          |                                 |                  |
| Низкая                                     | N0P0K0       | 98.8                     | 19.7                            | 19.4             |
|  | N80P20K100   | 100                      | 6.5                             | 6.5              |
|  | N120P40K150  | 100                      | 6.0                             | 6.0              |
| Средняя                                    | N0P0K0       | 98.8                     | 19.6                            | 19.4             |
|  | N80P20K100   | 98.8                     | 6.3                             | 6.2              |
|  | N120P40K150  | 100                      | 5.0                             | 5.0              |
| Высокая                                    | N0P0K0       | 98.8                     | 16.1                            | 15.9             |
|  | N80P20K100   | 100                      | 6.0                             | 6.0              |
|  | N120P40K150  | 98.8                     | 5.0                             | 5.0              |
| Средние факторы<br>окультуренности ( $O$ ) | Низкая       | 99.6                     | 10.7                            | 10.6             |
|  | Средняя      | 99.2                     | 10.3                            | 10.2             |
|  | Высокая      | 99.2                     | 9.0                             | 9.0              |
| Средние факторы<br>удобренности ( $Y$ )    | N0P0K0       | 98.8                     | 18.5                            | 18.3             |
|  | N80P20K100   | 99.6                     | 6.3                             | 6.2              |
|  | N120P40K150  | 99.6                     | 5.3                             | 5.3              |
| $HCP_{05}(O)$                              |              | 2.8                      | 2.3                             | 2.1              |
| $HCP_{05}(Y)$                              |              | 1.8                      | 2.0                             | 1.9              |
| $HCP_{05}(O \times Y)$                     |              | 3.6                      | 4.1                             | 3.6              |

в овощекормовом – 34.6%, при поверхности, занятой склероциями, – 10.1 и 13.7% соответственно. Слабая поврежденность растений ризоктониозом (1.5 и 2.1%) была обусловлена как невысокой зараженностью посадочного материала, так и засушливыми погодными условиями начального периода вегетации картофеля. Характер проявления ризоктониоза в посадках зависел от равномерности содержания в почве основных элементов питания [9].

Согласно полученным данным, приемы окультуривания, среди которых применяли высокие дозы органических удобрений и внесение извести, приводили к усилению пораженности растений и клубней картофеля ризоктониозом, тогда как действие минеральных удобрений оказывало противоположный эффект. Например, с увеличением дозы минеральных удобрений доля пораженных растений ризоктониозом снижалась в 1.1–1.5 раза, клубней – в 1.2–2.1 раза (табл. 3).

Из литературы известно о снижении распространенности ризоктониоза на подземных органах растений картофеля и заселенности склероциями клубней под влиянием полного минерального удобрения [10, 11]. Такой же эффект приписывают не только минеральным, но и органическим удобрениям, объясняя его снижением восприимчивости растений к ризоктониозу за счет быстрого роста и хорошего

развития растения, а также деятельностью микробов-антагонистов [12].

Сильное поражение картофеля паршой обыкновенной (*Streptomyces scabies* (Thaxter) Waksman et Henrici) принято увязывать с применением органических удобрений и известкованием [13]. Пораженность клубней картофеля паршой оказалась очень высокой как в посадках полевого, так и овощекормового севооборотов – 70.9 и 66.7% соответственно. При этом даже в варианте с низкой окультуренностью, где на протяжении последних 20 лет не вносили органические и известковые удобрения, доля пораженных клубней составляла 45.2 и 61.2%, в среднем – 53.2%. Окультивирование приводило к увеличению пораженности клубней паршой до 71.7–81.3%, или в 1.3–1.5 раза, а интенсивности поражения – в 1.2–1.8 раза (табл. 4).

Влияние минеральных удобрений было схожей направленности, но менее выраженным и недостоверным. В зависимости от дозы полного минерального удобрения пораженность клубней паршой обыкновенной возрастала с 67.4 до 71.0 и 74.3% в полевом севообороте и с 64.0 до 65.2 и 70.8% в овощекормовом. Увеличение пораженности и интенсивности поражения клубней данным заболеванием при совместном влиянии изученных средств воспроизводства

**Таблица 3.** Влияние приемов воспроизведения плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы на пораженность растений и клубней картофеля ризоктониозом

| Вариант                                    |              | Пораженность<br>растений | Пораженность<br>клубней | Интенсивность<br>поражения |
|--|--------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|
| окультуренность                            | удобренность |                          |                         |                            |
| Низкая                                     | N0P0K0       | 1.4                      | 32.3                    | 12.3                       |
|  | N80P20K100   | 1.5                      | 29.6                    | 12.6                       |
|  | N120P40K150  | 0.9                      | 11.0                    | 5.4                        |
| Средняя                                    | N0P0K0       | 2.2                      | 39.5                    | 14.8                       |
|  | N80P20K100   | 1.9                      | 33.2                    | 11.9                       |
|  | N120P40K150  | 1.8                      | 23.2                    | 10.5                       |
| Высокая                                    | N0P0K0       | 2.8                      | 31.7                    | 13.9                       |
|  | N80P20K100   | 2.3                      | 25.8                    | 13.1                       |
|  | N120P40K150  | 1.5                      | 16.3                    | 11.7                       |
| Средние факторы<br>окультуренности ( $O$ ) | Низкая       | 1.3                      | 24.3                    | 10.3                       |
|  | Средняя      | 2.0                      | 24.6                    | 12.4                       |
|  | Высокая      | 2.2                      | 31.9                    | 13.0                       |
| Средние факторы<br>удобренности ( $Y$ )    | N0P0K0       | 2.1                      | 34.5                    | 13.7                       |
|  | N80P20K100   | 1.9                      | 29.5                    | 12.5                       |
|  | N120P40K150  | 1.4                      | 16.8                    | 9.3                        |
| $HCP_{05} (O)$                             |              | 0.5                      | 9.4                     | 2.2                        |
| $HCP_{05} (Y)$                             |              | 0.3                      | 9.1                     | 2.8                        |
| $HCP_{05} (O \times Y)$                    |              | 0.9                      | 17                      | 4.7                        |

**Таблица 4.** Влияние приемов воспроизведения плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы на пораженность клубней картофеля паршой обыкновенной

| Вариант                                    |              | Пораженность<br>клубней | Интенсивность<br>поражения |
|--|--------------|-------------------------|----------------------------|
| окультуренность                            | удобренность |                         |                            |
| Низкая                                     | N0P0K0       | 53.2                    | 15.5                       |
|  | N80P20K100   | 46.7                    | 11.6                       |
|  | N120P40K150  | 59.8                    | 12.7                       |
| Средняя                                    | N0P0K0       | 66.2                    | 16.9                       |
|  | N80P20K100   | 74.7                    | 15.7                       |
|  | N120P40K150  | 74.3                    | 16.9                       |
| Высокая                                    | N0P0K0       | 77.6                    | 24.9                       |
|  | N80P20K100   | 82.9                    | 23.3                       |
|  | N120P40K150  | 83.4                    | 24.3                       |
| Средние факторы<br>окультуренности ( $O$ ) | Низкая       | 53.2                    | 13.3                       |
|  | Средняя      | 71.7                    | 16.5                       |
|  | Высокая      | 81.3                    | 24.1                       |
| Средние факторы<br>удобренности ( $Y$ )    | N0P0K0       | 65.7                    | 19.1                       |
|  | N80P20K100   | 68.1                    | 16.9                       |
|  | N120P40K150  | 72.5                    | 18.0                       |
| $HCP_{05} (O)$                             |              | 8.7                     | 4.5                        |
| $HCP_{05} (Y)$                             |              | 6.2                     | 2.6                        |
| $HCP_{05} (O \times Y)$                    |              | 15                      | 7.5                        |

почвенного плодородия составляло 1.5 и 1.3 раза, достигая показателей, равных 83.4 и 24.3%.

Анализ данных фитосанитарного мониторинга посадок картофеля показал, что основным вредителем этой культуры являлись личинки жуков-щелкунов. Поврежденность клубней составляла 21.6 и 52.1% в полевом и овощекормовом севооборотах соответственно, при среднем количестве ходов, равным 1.8 и 3.0. Окультуривание приводило к снижению заселенности пахотного горизонта личинками одного из наиболее вредоносных видов щелкунов – темного (*Agriotes obscurus* L.) с 14 до 5 и 4 экз./м<sup>2</sup> соответственно и, как следствие, поврежденности клубней картофеля – в 1.2–1.3 раза, количества ходов в клубне – в 1.2 раза (табл. 5, 6).

**Таблица 5.** Влияние степени окультуренности дерново-подзолистой супесчаной почвы на плотность личинок жуков-щелкунов в пахотном горизонте

| Вид                             | Плотность личинок в почвах с разной степенью окультуренности, экз./м <sup>2</sup> |         |         | <i>HCP<sub>05</sub></i> |
|---------------------------------|---|---------|---------|-------------------------|
|                                 | низкая  | средняя | высокая |                         |
| <i>Adrastus pallens</i> F.      | 18  | 35      | 45      | 11                      |
| <i>Agriotes obscurus</i> L.     | 14  | 5       | 4       | 6                       |
| <i>Agriotes lineatus</i> L.     | 2   | 0       | 0       | 2                       |
| <i>Cidnopus aeruginosus</i> Ol. | 2   | 0       | 1       | 1                       |
| <i>Hemicrepidius niger</i> L.   | 0   | 1       | 2       | 2                       |
| Всего                           | 36  | 41      | 52      | 11                      |

**Таблица 6.** Влияние приемов воспроизводства плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы на поврежденность клубней картофеля личинками жуков-щелкунов

| Вариант   |              | Поврежденность клубней, % | Среднее количество ходов в клубне, шт. |
|---|--------------|---------------------------|--|
| окультуренность                                 | удобренность |                           |  |
| Низкая  | N0P0K0       | 37.5                      | 2.5                                    |
|   | N80P20K100   | 44.9                      | 2.5                                    |
|   | N120P40K150  | 44.9                      | 3.1                                    |
|   | N0P0K0       | 37.6                      | 2.7                                    |
|   | N80P20K100   | 31.1                      | 2.1                                    |
|   | N120P40K150  | 31.7                      | 2.1                                    |
| Средняя   | N0P0K0       | 42.3                      | 2.8                                    |
|   | N80P20K100   | 33.3                      | 1.9                                    |
|   | N120P40K150  | 28.7                      | 1.8                                    |
|   | Низкая       | 42.4                      | 2.7                                    |
|   | Средняя      | 33.5                      | 2.3                                    |
|   | Высокая      | 34.8                      | 2.2                                    |
| Высокая   | N0P0K0       | 39.1                      | 2.7                                    |
|   | N80P20K100   | 36.4                      | 2.2                                    |
|   | N120P40K150  | 35.1                      | 2.3                                    |
|   | Низкая       | 7.2                       | 0.5                                    |
|   | Средняя      | 7.2                       | 0.5                                    |
|   | Высокая      | 12                        | 0.9                                    |
| <i>HCP<sub>05</sub></i> ( <i>O</i> )            |              |                           |  |
| <i>HCP<sub>05</sub></i> ( <i>Y</i> )            |              |                           |  |
| <i>HCP<sub>05</sub></i> ( <i>O</i> × <i>Y</i> ) |              |                           |  |

При этом для самого многочисленного вида щелкун – желтоусового (*Adrastus pallens* F.), отличающегося малыми размерами тела и меньшей вредоносностью, наблюдали достоверное увеличение численности личинок под влиянием окультуривания почвы, которое приводило к повышению содержания органического вещества и основных элементов питания в почве, а также улучшению ее физических свойств [7]. Известно, что данный вид щелкунов особенно требователен к структуре и плотности сложения пахотного слоя [14]. Под действием минеральных удобрений также отмечено снижение поврежденности клубней картофеля и количества проделанных ходов личинками жуков-щелкунов, но не настолько сильно, чтобы получить статистическое подтверждение.

В последние годы участились случаи упоминания об увеличивающейся вредоносности гусениц подгрызающих совок, преимущественно озимой совки (*Agrotis segetum* Den. et Schiff.), в посадках картофеля в Ленинградской и соседних областях Северо-Западного региона [15, 16]. В нашем опыте доля поврежденных клубней гусеницами была очень низкой (0.5 и 2.0%), что не позволило получить достоверных результатов влияния окультуренности и удобренности на проявление данного вредителя (табл. 7). Тем не менее, поврежденность клубней возрастала по мере повышения удобренности посадок картофеля (в 1.4–1.7 раза), в том числе в полевом (с 0.3 до 0.5 и 0.7%) и овоще-кормовом (с 1.5 до 2.0 и 2.4%) севооборотах.

Колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say) не считается опасным вредителем картофеля в Ленинградской обл. Его массовое размножение на данной территории сдерживается недостаточно высокими температурами летнего периода, но случается в отдельные годы. В 2022 г. наметился очередной подъем в многолетней динамике численности колорадского жука, по всей видимости напрямую связанный с потеплением климата. Относительная величина растений, поврежденных личинками жука в средней и сильной степени, составила 1.5 и 1.0% соответственно в полевом и овощекормовом севооборотах. Положительное влияние окультуренности оказалось обусловлено краевым характером заселения посадок картофеля перезимовавшими жуками, произошедшего со стороны высокоокультуренного варианта [17]. Внесение полного минерального

удобрения приводило к увеличению массы листового аппарата растений картофеля и достоверному снижению их поврежденности личинками колорадского жука, которое составило 1.7 раза в варианте с дозой N80P20K100 и 2.0 раза – с дозой N120P40K150 (табл. 8). Следует отметить, что такое влияние минеральных удобрений проявилось как в посадках картофеля полевого севооборота, где доля растений со средним и сильным повреждением листового аппарата снизилась с 2.1 до 1.5 и 0.9%, так и овоще-кормового севооборота (с 1.7 до 0.8 и 0.6%).

Результаты дисперсионного анализа показали, что поражение клубней паршой обыкновенной и повреждение клубней личинками жуков-щелкунов в большей степени зависело от степени окультуренности почвы, чем от уровня удобренности посадок картофеля. Доля влияния окультуренности по отношению к парше обыкновенной составляла 33.7–48.1%, тогда как удобренности – 1.3–2.8%. Тем не менее, вклад удобренности имел определяющее значение в поражении картофеля альтернариозом (76.9–77.7%) и ризоктониозом (8.9–18.0%), а также повреждении колорадским жуком (7.0–10.4%). Недостаточно сильно выраженным оказалось влияние обоих изученных в опыте факторов в отношении деятельности гусениц подгрызающих совок, которое не получило статистического подтверждения. Достоверный эффект от взаимодействия приемов воспроизводства почвенного плодородия отмечен только в отношении пораженности растений картофеля ризоктониозом (табл. 9).

**Таблица 7.** Влияние приемов воспроизводства плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы на поврежденность клубней картофеля гусеницами подгрызающих совок

| окультуренность                                  | вариант | удобренность | Поврежденность | Интенсивность<br>повреждения |
|--|---------|--------------|----------------|------------------------------|
|  |         |              | клубней        |                              |
| Низкая   |         | N0P0K0       | 0.6            | 15.0                         |
|  |         | N80P20K100   | 0.8            | 5.0                          |
|  |         | N120P40K150  | 2.1            | 10.0                         |
| Средняя  |         | N0P0K0       | 1.1            | 18.3                         |
|  |         | N80P20K100   | 1.1            | 5.0                          |
|  |         | N120P40K150  | 0.6            | 5.0                          |
| Высокая  |         | N0P0K0       | 1.0            | 15.0                         |
|  |         | N80P20K100   | 1.8            | 16.7                         |
|  |         | N120P40K150  | 1.9            | 13.9                         |
| Средние факторы<br>окультуренности ( <i>O</i> )  |         | Низкая       | 1.2            | 10.0                         |
|  |         | Средняя      | 0.9            | 9.4                          |
|  |         | Высокая      | 1.6            | 15.3                         |
| Средние факторы<br>удобренности ( <i>Y</i> )     |         | N0P0K0       | 0.9            | 16.3                         |
|  |         | N80P20K100   | 1.3            | 10.2                         |
|  |         | N120P40K150  | 1.5            | 9.7                          |
| <i>HCP</i> <sub>05</sub> ( <i>O</i> )            |         |              | 0.8            | 8.3                          |
| <i>HCP</i> <sub>05</sub> ( <i>Y</i> )            |         |              | 0.7            | 9.5                          |
| <i>HCP</i> <sub>05</sub> ( <i>O</i> × <i>Y</i> ) |         |              | 1.4            | 14                           |

**Таблица 8.** Влияние приемов воспроизводства плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы на поврежденность растений картофеля личинками колорадского жука

| Вариант                                    |              | Поврежденность<br>растений<br>% | Интенсивность<br>повреждения |
|--|--------------|---------------------------------|------------------------------|
| окультуренность                            | удобренность |                                 |                              |
| Низкая                                     | N0P0K0       | 1.5                             | 33.0                         |
|  | N80P20K100   | 1.2                             | 33.0                         |
|  | N120P40K150  | 0.7                             | 31.0                         |
| Средняя                                    | N0P0K0       | 1.7                             | 36.0                         |
|  | N80P20K100   | 0.6                             | 30.0                         |
|  | N120P40K150  | 0.7                             | 29.0                         |
| Высокая                                    | N0P0K0       | 2.6                             | 36.0                         |
|  | N80P20K100   | 1.6                             | 31.0                         |
|  | N120P40K150  | 0.9                             | 27.0                         |
| Средние факторы<br>окультуренности ( $O$ ) | Низкая       | 1.1                             | 33.0                         |
|  | Средняя      | 1.0                             | 33.0                         |
|  | Высокая      | 1.7                             | 33.0                         |
| Средние факторы<br>удобренности ( $Y$ )    | N0P0K0       | 1.9                             | 36.0                         |
|  | N80P20K100   | 1.1                             | 32.0                         |
|  | N120P40K150  | 0.8                             | 30.0                         |
| $HCP_{05} (O)$                             |              | 0.5                             | 0.8                          |
| $HCP_{05} (Y)$                             |              | 0.4                             | 1.2                          |
| $HCP_{05} (O \times Y)$                    |              | 0.8                             | 1.7                          |

**Таблица 9.** Вклад приемов воспроизводства почвенного плодородия в формирование фитосанитарной обстановки в посадках картофеля

| Вредный объект                 | Доля влияния, % |              |                            |
|--------------------------------|-----------------|--------------|----------------------------|
|                                | окультуренности | удобренности | Взаимодействия<br>факторов |
| Альтернариоз                   |                 |              |                            |
| Пораженность растений, %       | 1.3             | 5.1          | 6.5                        |
| Интенсивность поражения, %     | 1.1             | 77.7*        | 1.1                        |
| Развитие, %                    | 1.1             | 76.9*        | 1.1                        |
| Ризоктониоз                    |                 |              |                            |
| Пораженность растений, %       | 4.2*            | 8.9*         | 4.1*                       |
| Пораженность клубней, %        | 4.1             | 18.0*        | 1.0                        |
| Интенсивность поражения, %     | 6.2             | 17.8*        | 5.6                        |
| Обыкновенная парша             |                 |              |                            |
| Пораженность клубней, %        | 48.1*           | 2.8          | 3.2                        |
| Интенсивность поражения, %     | 33.7*           | 1.3          | 0.5                        |
| Колорадский жук                |                 |              |                            |
| Поврежденность растений, %     | 2.7*            | 7.0*         | 1.9                        |
| Интенсивность повреждения, %   | 0.2             | 10.4*        | 2.5                        |
| Жуки-щелкуны (личинки)         |                 |              |                            |
| Поврежденность клубней, %      | 4.5*            | 0.8          | 4.2                        |
| Количество ходов в клубне, шт. | 5.7             | 4.5          | 7.9                        |
| Подгрызающие совки (гусеницы)  |                 |              |                            |
| Поврежденность клубней, %      | 3.1             | 3.0          | 6.9                        |
| Интенсивность повреждения, %   | 7.6             | 11.9         | 9.8                        |

\* Наличие достоверных различий на уровне  $p \leq 0.05$ .

**Таблица 10.** Влияние приемов воспроизведения плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы на долю здоровых клубней картофеля в убранном урожае

| Вариант                                    |              | Доля здоровых клубней, % |
|--|--------------|--------------------------|
| окультуренность                            | удобренность |                          |
| Низкая                                     | N0P0K0       | 14.7                     |
|  | N80P20K100   | 20.2                     |
|  | N120P40K150  | 16.4                     |
| Средняя                                    | N0P0K0       | 7.8                      |
|  | N80P20K100   | 7.6                      |
|  | N120P40K150  | 7.6                      |
| Высокая                                    | N0P0K0       | 2.9                      |
|  | N80P20K100   | 7.0                      |
|  | N120P40K150  | 6.4                      |
| Средние факторы<br>окультуренности ( $O$ ) | Низкая       | 17.1                     |
|  | Средняя      | 7.6                      |
|  | Высокая      | 5.4                      |
| Средние факторы<br>удобренности ( $Y$ )    | N0P0K0       | 8.5                      |
|  | N80P20K100   | 11.6                     |
|  | N120P40K150  | 10.1                     |
| $HCP_{05} (O)$                             |              | 4.2                      |
| $HCP_{05} (Y)$                             |              | 2.8                      |
| $HCP_{05} (O \times Y)$                    |              | 7.0                      |

Влияние средств воспроизведения почвенного плодородия отражалось на содержании здоровых клубней в убранном урожае таким образом, что их относительная величина снижалась под действием окультуренности в 2.3–3.2 раза и повышалась в 1.2–1.4 раза при внесении минеральных удобрений (табл. 10).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, анализ полученных данных показал, что отрицательное влияние средств воспроизведения почвенного плодородия на фитосанитарное состояние посадок картофеля и убранного урожая проявлялось только в усиении пораженности клубней паршой обыкновенной, вследствие чего возникала острая необходимость в проведении мероприятий по защите посадочного материала от данного заболевания.

Положительные изменения в фитосанитарных параметрах агроценоза картофеля под действием окультуривания были связаны со снижением поврежденности клубней личинками жуков-щелкунов, при внесении полного минерального удобрения – со снижением интенсивности поражения растений картофеля альтернариозом, пораженности растений и клубней ризоктониозом, поврежденности растений личинками колорадского жука.

Отрицательное влияние окультуренности на фитосанитарные показатели убранного урожая картофеля за счет усиления пораженности клубней паршой обыкновенной оказалось значительно более выраженным, чем положительное влияние удобренности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов А.И., Иванова Ж.А., Цыганова Н.А. Агротехнические последствия длительного использования дефицитных систем удобрения на хорошо, окультуренных дерново-подзолистых почвах // Агрохимия. 2016. № 4. С. 10–17.
2. Филиппов П.А. Комплексная оценка воспроизведения плодородия деградированной супесчаной дерново-подзолистой почвы в современных условиях Северо-Запада РФ: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. СПб., 2021. 23 с.
3. Витковская С.Е., Иванов А.И., Филиппов П.А. Изменение строения профиля и агрохимических параметров дерново-подзолистой почвы при окультуривании // Агрохимия. 2014. № 7. С. 9–16.
4. Иванов А.И., Иванова Ж.А., Якушева О.И., Филиппов П.А. Отзывчивость картофеля на удобрение и потери урожая от фитофтороза в условиях Северо-Запада России // Картофель и овощи. 2019. № 8. С. 23–26.
5. Пилипова Ю.В., Шалдяева Е.М. Обоснование концептуальной схемы управления фитосанитарным состоянием агроэкосистем картофеля // Вестн. Новосибирск. ГАУ. 2016. № 4(41). С. 19–25.
6. Шпанев А.М., Смук В.В., Фесенко М.А. Фитосанитарный эффект применения минеральных удобрений в посадках картофеля в Северо-Западном регионе // Агрохимия. 2017. № 12. С. 38–45.
7. Иванов А.И., Иванова Ж.А., Филиппов П.А. Трансформация подвергшейся скрытой деградации агродерново-подзолистой почвы при ускоренном

- воспроизведении ее плодородия // Рос. сел.-хоз. наука. 2022. № 5. С. 43–48.
8. Смук В.В. Альтернариоз картофеля в условиях потепления климата // Защита и карантин раст. 2022. № 5. С. 30–33.
  9. Смук В.В., Шпанев А.М. Распространение ризоктониоза в посадках картофеля в условиях Северо-Запада РФ при неоднородном содержании элементов питания в почве // Аграрн. наука Евро-Северо-Востока. 2023. Т. 24. № 2. С. 240–248.
  10. Малюга А.А., Енина Н.Н., Щеглова О.В. Агротехнические и химические меры борьбы с ризоктониозом картофеля. Новосибирск: СибНИИЗиХ, 2010. 24 с.
  11. Малюга А.А., Чуликова Н.С. Роль предшественников и минеральных удобрений в патогенезе ризоктониоза картофеля и продуктивности культуры в условиях Западной Сибири // Весці нацыянальной акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. 2020. Т. 58. № 1. С. 42–54.
  12. Иванюк В.Г., Александров О.Т. Эффективность агротехнических мероприятий против ризоктониоза картофеля // Агробиология. 2019. № 1. С. 10–14.
  13. Шильников И.А., Аканова Н.И., Гришин Г.Е., Зеленов Н.А. Эффективность воздействия известкования почв на урожай и качество картофеля // Нива Поволжья. 2010. № 3(16). С. 50–53.
  14. Шпанев А.М., Смук В.В. Особенности пространственного распределения жука-щелкуна *Adras-tus pallens* (F.) (Coleoptera, Elateridae) в агроландшафтах Северо-Запада России // Энтомол. обзор. 2021. Т. 100. № 4. С. 720–727.
  15. Бурмистрова З.И., Николаева З.В. Комплекс почвообитающих вредителей картофеля в агроценозах Псковской области // Вестн. Алтай. ГАУ. 2020. № 1(183). С. 11–17.
  16. Фасулами С.Р., Иванова О.В. Повреждаемость клубней различных сортов картофеля гусеницами подгрызающими совок на разных типах почвы // Агрофизика. 2022. № 3. С. 34–39.
  17. Смук В.В., Шпанев А.М. Особенности пространственного размещения колорадского жука на посадках картофеля // Агрофизика. 2023. № 2. С. 21–29.

## Influence of Fertility Reproduction Techniques of Sod-Podzolic Sandy Loamy Soil on the Phytosanitary Condition of Potato Plantings and Harvest

A. M. Shpanev<sup>a,b,✉</sup>, V. V. Smuk<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup>Agrophysical Research Institute,  
Grazhdanskiy prosp. 14, Saint-Petersburg 195220, Russia

<sup>b</sup>All-Russian Institute of Plant Protection,  
shosse Podbel'skogo 3, Saint-Petersburg 196608, Russia,  
✉E-mail: ashpanev@mail.ru

In a long-term stationary experiment on sod-podzolic sandy loamy soil in the Leningrad region, it was shown that the negative effect of soil fertility reproduction means on the phytosanitary condition of potato plantings and harvested crops was manifested only in an increase in the infestation of tubers with scab (1.5 times – the proportion of affected tubers, 1.3 times – the intensity of the lesion). As a result, there was an increasing need for measures to protect planting material from this disease. Positive changes in the phytosanitary parameters of the potato agroecosystem under the influence of soil cultivation were associated with a decrease in the damage to tubers by larvae of click beetles (by 1.2–1.3 times), with the introduction of a complete mineral fertilizer – with a decrease in the intensity of damage to potato plants by alternariasis (by 3.0–3.5 times), damage to plants and tubers by rhizoctoniosis (1.1–1.5 times and 1.2–2.1 times, respectively), damage to plants by larvae of the Colorado potato beetle (1.7–2.0 times). The defeat of tubers by scab and damage to tubers by larvae of click beetles depended more on the degree of cultivation of the soil (by 33.7–48.1 and 4.5–5.7%) than on the level of fertilization of potato plantings. Nevertheless, the contribution of fertilization was of decisive importance in the defeat of potato with alternariasis (76.9–77.7%) and rhizoctoniosis (8.9–18.0%), as well as damage by the Colorado potato beetle (7.0–10.4%). The influence of the studied means of reproduction of soil fertility in relation to damage to potato tubers by caterpillars of gnawing scoops was not sufficiently pronounced, which was not statistically confirmed.

**Keywords:** potatoes, cultivation, mineral fertilizers, field crop rotation, vegetable feed crop rotation, phytosanitary condition, tuberous analysis.