

УДК 631.4:631.14

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-101-104>

Оригинальное исследование/Original research

**Устроев А.А.,  
Мурзаев Е.А.***Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, 196625 Санкт-Петербург, пос. Тярлево, Филт-ровское ш., д. 3, evgen\_\_37@bk.ru***Ключевые слова:** Картофель, технология возделывания, приемы разуплотнения почвы, сидераты**Для цитирования:** Устроев А.А., Мурзаев Е.А. Эффективность использования сидеральных культур для разуплотнения почвы в технологии возделывания картофеля. *Аграрная наука.* 2020; 343 (11): 101–104.<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-101-104>**Конфликт интересов отсутствует****Anatoliy A. Ustroeov,  
Evgeniy A. Murzaev***Institute of Agroengineering and Ecological Problems of Agricultural Production, 196625 St. Petersburg, settlement Tyarlevo, Filtrvskoe highway, 3***Key words:** Potato, technology of cultivation, soil loosening techniques, siderata**For citation:** Ustroeov A.A., Murzaev E.A. Efficiency of using seeder crops for uncomplating soil in the technology of cultivation of potato. *Agrarian Science.* 2020; 343 (11): 101–104. (In Russ.)<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-101-104>**There is no conflict of interests**

# Эффективность использования сидеральных культур для разуплотнения почвы в технологии возделывания картофеля

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** На формирование урожая картофеля, наряду со сбалансированным питанием, значительное влияние оказывает физическое состояние почв, а именно твердость почвы. В качестве базового варианта разуплотнения почвы в настоящее время используется технологический прием обработки почвы на глубину до 40 см. безотвальными чизельными орудиями. В качестве альтернативного варианта могут быть использованы биологические средства разуплотнения почвы за счет ввода в севооборот полей занятых сидеральными культурами в течение всего полевого сезона. Цель исследований — оценка эффективности нового технологического приема разуплотнения почвы, заключающегося в использовании в картофельном севообороте сидеральных культур.

**Материалы и методы.** Экспериментальные исследования проводились в период с июня по август 2019 года на опытном поле ИАЭП в севообороте возделывания органического картофеля. Предшествующая обработка — зяблевая вспашка поля из-под многолетних трав. В качестве сидерата использовалась горчица желтая — быстрорастущая однолетняя сидеральная культура.

**Результаты.** Представлены результаты экспериментальных исследований влияния посева сидеральной культуры (горчицы желтой) на изменение твердости почвы на паровом поле в картофельном севообороте. Установлена высокая эффективность исследованного биологического приема разуплотнения почвы, обеспечивающего снижение твердости в зоне, где ранее отмечалась «плужная подошва» с 4,8 до 2,5 МПа.

## Efficiency of using seeder crops for uncomplating soil in the technology of cultivation of potato

## ABSTRACT

**Relevance.** The formation of the potato yield, along with a balanced diet, is significantly influenced by the physical condition of the soil, namely the hardness of the soil. As a basic option for soil decompaction, a technological method of soil cultivation to a depth of up to 40 cm using chiselless tools is currently used. As an alternative, biological means of soil decompaction can be used by introducing fields occupied by green manure crops into the crop rotation during the entire field season. The purpose of the research is to assess the effectiveness of a new technological method of soil decompaction, which consists in the use of green manure crops in potato crop rotation.

**Materials and methods.** Experimental studies were carried out from June to August 2019 on the experimental field of the IAEP in the crop rotation of growing organic potatoes. The previous cultivation was autumn plowing of the field from under perennial grasses. Yellow mustard was used as a green manure — a fast-growing one-year green manure crop.

**Results.** The results of experimental studies of the influence of sowing green manure (yellow mustard) on the change in soil hardness in a fallow field in a potato crop rotation are presented. The high efficiency of the studied biological method of soil decompaction was established, providing a decrease in hardness in the zone where the “plow sole” was previously noted from 4.8 to 2.5 MPa.

Поступила: 9 ноября  
После доработки: 18 ноября  
Принята к публикации: 10 сентября

Received: 9 November  
Revised: 18 November  
Accepted: 10 september

## Введение

На формирование урожая картофеля, наряду со сбалансированным питанием, значительное влияние оказывает физическое состояние почв. Наилучшие условия для роста и развития растений во многом определяются наличием влаги в корнеобитаемом слое, а также возможностью распространения корневой системы на значительную глубину. Поэтому, наряду с другими факторами, определяющими эффективность производства картофеля, значительную роль играет выбор системы обработки почвы [1]. Как правило, на полях, обработка которых осуществляется по традиционной технологии на глубину 25–30 см, присутствует значительное уплотнение почвы, которое сдерживает развитие корневой системы растений и свободное перемещение влаги.

Источниками переуплотнения почвы являются ходовые системы тяжелых машинно-тракторных и транспортных агрегатов, которые формируют общее уплотняющее воздействие на почву, а также отвально-лемешные плуги и дисковые орудия, выполняющие основную обработку почвы в осенний период на глубину более 20 см. Для устранения уплотнения почвы в зоне клубнеобразования в технологии возделывания картофеля необходимо формирование рациональной структуры технологических приемов ее основной, предпосадочной и междурядной обработки [2, 3].

В качестве базового варианта разуплотнения почвы в настоящее время используют технологический прием обработки почвы на глубину до 40 см. безотвальными чизельными орудиями, оснащенными узкими рыхлительными рабочими органами [4, 5]. Такие рабочие органы имеют незначительную площадь опоры на дне обрабатываемого слоя, а сплошное рыхление почвы обеспечивается за счет боковых и фронтальных зон деформации, которые распространяются при движении орудия в почве и пересекаются на некоторой глубине (25–30 см) с зонами деформации от смежных проходов [6].

Такая обработка почвы обеспечивает разрушение уплотненного слоя, но требует значительных затрат энергии, выполняется с малой производительностью и при этом не приводит к улучшению внутренней структуры почвы.

В качестве альтернативного варианта могут быть использованы биологические средства разуплотнения почвы за счет ввода в севооборот полей, занятых сидеральными культурами в течение всего полевого сезона. Сидераты за короткий период времени способны наращивать большое количество зеленой массы и развивать мощную корневую систему, обеспечивающую улучшение структуры почвы в пахотном горизонте.

## Материалы и методы

Экспериментальные исследования проводили в период с июня по август 2019 года на опытном поле ИАЭП в севообороте возделывания органического картофеля. Предшествующая обработка — зяблевая вспашка поля из-под многолетних трав. В качестве сидерата использовали горчицу желтую — быстрорастущую однолетнюю сидеральную культуру. Высев сидерата проводили 21 июня 2019 года с использо-

ванием специально разработанного и изготовленного комбинированного агрегата, состоящего из культиватора для предпосевной подготовки почвы конструкции ИАЭП и установленного на его раме пневматического высевающего устройства APV 300 M1 (рис. 1).

Устройство состоит из бункера, дозирующей и пневмотранспортной систем, системы управления и дефлекторов для распределения семян по поверхности поля. Система управления устройства состоит из терминала, установленного в кабине трактора, GPS антенны и датчика положения агрегата. Она поддерживает постоянную норму высева, независимо от изменения скорости агрегата, а также автоматически отключает дозирующую систему при остановках агрегата и переводе его в транспортное положение. Установленная норма высева в эксперименте составляла 25 кг/га.

Через 30 дней высота растений горчицы достигла 40 см, а через 60 дней после посева горчица подошла к стадии окончания цветения и формирования семян (рис. 2). Именно в этой стадии развития растений следует оперативно проводить их измельчение и заделку в почву, пока не начался процесс огрубления стеблей и листьев.

Измельчение и заделку растительной массы выполняли с помощью тяжелой дисковой бороны.

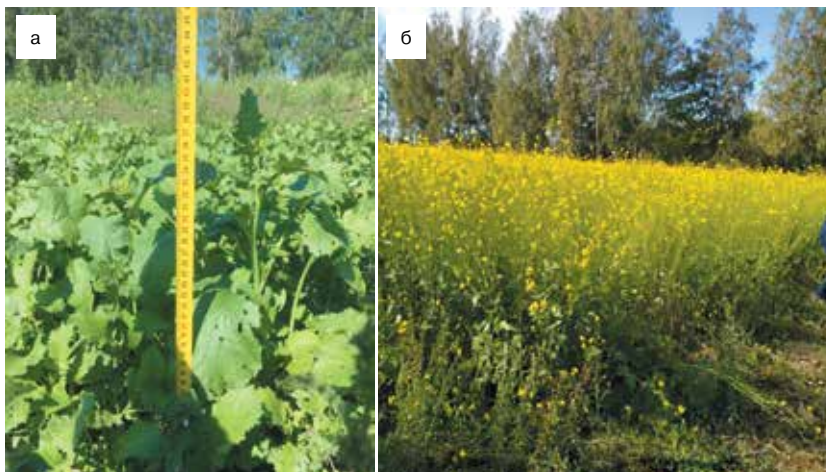
**Рис. 1.** Комбинированный агрегат для предпосевной подготовки почвы и посева сидеральных культур

**Fig. 1.** Combined unit for seedbed preparation and sowing green manure crops



**Рис. 2.** Состояние растений горчицы: а — через 30 дней; б — через 60 дней

**Fig. 2.** Mustard plant condition: a — after 30 days; b — after 60 days



Основными показателями, характеризующими уплотнение почвы, являются ее твердость и плотность. Как показали проведенные ранее исследования [7], существует тесная корреляционная связь между показателями твердости и плотности почвы. В этой связи оценку эффективности исследуемого технологического приема разуплотнения проводим по критерию твердости почвы.

Методика определения твердости в соответствии с ГОСТом 20915-2011. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний.

Для определения твердости почвы использовался пенетроллогер Eijkelkamp. Прибор обеспечивает непрерывную регистрацию процесса изменения твердости почвы на глубину до 80 см. с выводом визуальной информации на экран и её сохранением в оперативной памяти устройства. В дальнейшем информация извлекалась и обрабатывалась с помощью специализированного компьютера, входящего в состав пенетроллогера.

Статистический анализ экспериментальных данных проводился с использованием программных пакетов MS Excel и STATISTICA 12.

### Результаты исследования

В таблице представлены средние значения твердости почвы в слоях от 10 до 80 см с интервалом в 10 см для исследованных вариантов состояния почвы. На рисунке 3 представлены графики изменения твердости по глубине для всех вариантов состояния почвы.

Анализ полученных данных свидетельствует, что в исходном состоянии почвы после зяблевой вспашки предшествующих картофелю многолетних трав по состоянию на 26 июня на глубине 25–30 см наблюдается значительное уплотнение подпахотного слоя, значения которого доходят до 4,8 МПа. При таком уплотнении невозможно обеспечить свободное развитие корневой системы растений и проникновение влаги в нижние слои почвенного горизонта по причине отсутствия каких-либо пор и капилляров.

При этом твердость почвы в варианте без посева сидеральной культуры по состоянию на 28 августа возросла до 3 МПа уже на глубине 15 см и увеличилась до 5 МПа на глубине 35 см.

### ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ результатов исследования твердости почвы после выращивания сидерата (по состоянию на 28 августа) показал, что корневая система сидеральной культуры (горчицы желтой) смогла снизить степень уплотнения почвы в зоне, где ранее отмечалась плужная подошва с 4,8 до 2,5 МПа. Снижение твердости почвы на 1,5–2,0 МПа имеет место во всем почвенном горизонте до 80 см по сравнению с вариантом без посева сидерата. Такое состояние почвы обеспечивает хорошие условия для проникновения корневой системы картофеля

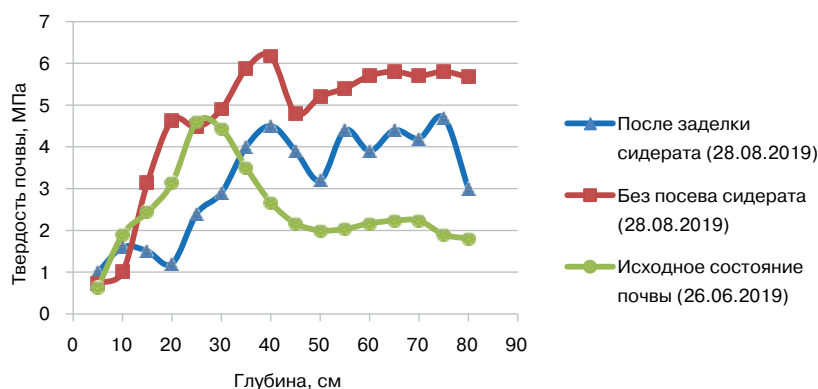
Таблица. Средние значения твердости почвы по глубине, МПа

Table. Average values of soil hardness by depth, МПа

| Варианты                               | Глубина, см |     |     |     |     |     |     |     |
|----------------------------------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                        | 10          | 20  | 30  | 40  | 50  | 60  | 70  | 80  |
| Исходное состояние почвы<br>26.06.2019 | 1,9         | 3,1 | 4,4 | 2,7 | 2,0 | 2,2 | 2,2 | 1,8 |
| После заделки сидерата<br>28.08.2019   | 1,6         | 1,2 | 2,9 | 4,5 | 3,2 | 3,9 | 4,2 | 3,0 |
| Без посева сидерата<br>28.08.2019      | 1,0         | 4,6 | 4,9 | 6,2 | 5,2 | 5,7 | 5,7 | 5,7 |

Рис. 3. Зависимость твердости почвы от глубины измерений при различных вариантах состояния почвы

Fig. 3. Dependence of soil hardness on the depth of measurements for different variants of soil conditions



в нижние слои почвенного горизонта с накопленными запасами элементов питания и влаги.

Кроме этого, необходимо отметить, что при разложении почвенной биотой большого объема зеленой массы со значительным содержанием белка происходит образование аммиака естественным образом. Высокая концентрация аммиака в верхнем слое почвы обеспечивает его обеззараживание, очищая почву от патогенов и сорняков. Помимо успешной борьбы с сорными растениями, болезнями и вредителями применение сидеральных культур улучшает структуру почвы, насыщая её органическим веществом.

### Заключение

1. В исходном состоянии почвы после зяблевой вспашки предшествующих картофелю многолетних трав по состоянию на 21 июня на глубине 25–30 см наблюдается значительное уплотнение подпахотного слоя, значения которого доходят до 4,8 МПа, что затрудняет свободное развитие корневой системы растений и проникновение влаги в нижние слои почвенного горизонта.

2. Твердость почвы на участке под чистым паром по состоянию на 28 августа возросла до 3 МПа уже на глубине 15 см и увеличилась до 5 МПа на глубине 35 см.

3. Корневая система сидеральной культуры (горчицы желтой) обеспечила снижение твердости почвы в зоне, где ранее отмечалась плужная подошва с 4,8 до 2,5 МПа. Снижение твердости почвы на 1,5–2,0 МПа имеет место во всем почвенном горизонте от 10 до 30 см по сравнению с вариантом без посева сидерата.

4. Учитывая высокую эффективность использования сидеральных культур для разуплотнения почвы, а также их обеззараживающие и улучшающие структуру почвы свойства, целесообразно ввести в картофельный севооборот поле, занятое сидератом.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Калинин А.Б., Устровев А.А. Теоретические предпосылки и практические приемы рациональной системы обработки почвы в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. *Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства: Теор. и науч.-практ. журн. ИАЭП*. 2016;(90):70-78.
2. Устровев А.А., Калинин А.Б., Мурзаев Е.А. Оценка эффективности технологических операций в процессах основной обработки почвы и ухода за посадками в органической технологии возделывания картофеля. *Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства*. 2018;(96):66-73.
3. Устровев А.А. Алгоритм выбора приемов обработки почвы в органической технологии возделывания картофеля. *Техника и оборудование для села*. 2019;(10):10-13.
4. Устровев А.А., Калинин А.Б., Логинов Г.А., Кудрявцев П.П. Оценка эффективности операции глубокого рыхления междурядий при возделывании картофеля в органическом земледелии. *Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства*. 2017;(93):43-48.
5. Устровев А.А., Калинин А.Б., Кудрявцев П.П. Исследование пропашного культиватора-глубокорыхлителя для обработки посадок картофеля в органическом земледелии. *Техника и оборудование для села*. 2018;(6):22-24.
6. Kalinin A.B., Teplinsky I.Z., Ustroeve A.A., Kudryavtsev P.P. Selection and substantiation of cultivator adjustment parameters for differential soil treatment on potato based on the rheology state of soil horizons. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 516(1),012025:1-6.
7. Кудрявцев П.П. Методы и средства оперативной оценки плотности сложения почвы при мониторинге работы почвообрабатывающих агрегатов. *АПК России*. 2016;23(4):836-840.

## ОБ АВТОРАХ:

**Анатолий Арсеньевич Устровев**, кандидат технических наук, agrotehinvest@mail.ru  
**Евгений Александрович Мурзаев**, evgen 37@bk.ru

## REFERENCES

1. Kalinin A.B., Ustroeve A.A. Theoretical background and practices of rational soil tillage as a part of farm crops cultivation technologies. *Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products*. 2016. C.70-78. (In Russ.)
2. Ustroeve A.A., Kalinin A.B., Murzaev E.A. Efficiency assessment of technological operations of primary soil tillage and crop care in organic potato cultivation. *Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products*. 2018;(96):66-73. (In Russ.)
3. Ustroeve A.A. An algorithm for the selection of tillage methods in organic technology of potato cultivation. *Machinery and equipment for rural area*. 2019;(10):10-13. (In Russ.)
4. Ustroeve A.A., Kalinin A.B., Loginov G.A., Kudriavtsev P.P. Assessment of operational effectiveness of inter-row soil loosening in organic potato cultivation. *Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products*. 2017;(93):43-48. (In Russ.)
5. Ustroeve A.A., Kalinin A.B., Kudriavtsev P.P. Investigation of a row-crop deep tillage cultivator for processing potato plantations in organic farming. *Machinery and equipment for rural area*. 2018;(6):22-24. (In Russ.)
6. Kalinin A.B., Teplinsky I.Z., Ustroeve A.A., Kudryavtsev P.P. Selection and substantiation of cultivator adjustment parameters for differential soil treatment on potato based on the rheology state of soil horizons. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 516(1),012025:1-6.
7. Kudriavtsev P.P. Methods and means of the operational density of soil density when monitoring the operation of tillage machines. *Agro-industrial complex of Russia*. 2016;23(4):836-840. (In Russ.)

## ABOUT THE AUTHORS:

**Anatoliy A. Ustroeve**, Cand. Sc. (Engineering), agrotehinvest@mail.ru  
**Evgeniy A. Murzaev**, evgen 37@bk.ru

## НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

## Поставки картофеля в Узбекистан резко выросли

В 2020 году Россия резко нарастила экспорт товарного картофеля в страны Средней Азии. Лидером роста стала республика Узбекистан. Товарные поставки картофеля в эту страну увеличились в 2 тысячи раз. За девять месяцев 2020 года республика приобрела у России 65,2 тыс. тонн картофеля. Рост связывается с пандемией коронавируса: закупки картофеля должны обеспечить продовольственную безопасность страны.

Несколько меньше выросли закупки картофеля из России другими странами Средней Азии. Туркменистан увеличил их почти в 800 раз – до 16 тыс. тонн, Таджикистан в 900 раз – до 5,4 тыс. тонн, Казахстан на 65% – до 3,6 тыс. тонн. Импорт картофеля традиционен для

этих стран, поскольку климатические условия не позволяют получать качественный семенной материал. При этом потребление картофеля населением остается достаточно высоким. За последнее время изменилась и структура взаимных поставок. Раньше страны Центральной Азии поставляли на российский рынок ранний картофель, выигрывая за счет высокой цены. Однако в связи со строительством в России качественных хранилищ и организацией производства в южных регионах востребованность среднеазиатского картофеля сошла на нет. В последнее время Узбекистан заявляет о необходимости избавиться от импорта картофеля, но в ближайшем будущем страна останется крупнейшим его импортером.

Кроме стран Средней Азии, импорт картофеля из России в 2020 году нарастили также Украина, Молдова, Беларусь и Грузия. В то же время было отмечено сокращение поставок в Азербайджан и в Сербию.