СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. АГРОНОМИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-14

RESOURCE-SAVING DEVICE FOR LOCAL TILLAGE AND BELT APPLICATION OF FERTILIZERS FOR POTATOES**A.A. Novikov***Federal State Budget Scientific Institution**«All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture», Volgograd, Russia*

Received 05.08.2020

Submitted 25.10.2020

Summary

The article describes a device for local loosening of the soil in ridges with simultaneous belt application of calculated doses of mineral fertilizers and the formation of a new ridge. The results of the research showed that using the developed technology for preparing the soil for planting potatoes provides a reduction in the number of soil treatments, resource conservation, increased productivity and reduced production costs.

Abstract

Introduction. Potatoes are one of the most important food crops in Russia. The need to improve the efficiency of its cultivation is due to the importance of this crop in solving the country's food problem. When growing potatoes, the issues of developing equipment and technologies for their use, which reduce the number of soil treatments and resource saving, increase productivity and reduce production costs, are constantly relevant and in demand by production. The purpose of the research is to develop a device and technology for its application for preparing the soil for planting potatoes. **Materials and methods.** The study was carried out in the 2014-2016 in Peasant Farming Murasova of Novonikolaevsky district, Volgograd region. The experiments were carried out using the method of B. A. Dospekhov, observations of the growth and development of potato plants were carried out using the method of State variety testing commission and A. G. Lorch. Irrigation was carried out by sprinkling Sprincler Valley with maintaining soil moisture not less than 80 % NV in a layer of 0.6 m; mathematical data processing was performed using the computer program «Statistika» and Microsoft office Excel. **Results.** A combined device for local loosening of the soil under the ridge and belt application of fertilizers in the ridge was developed; the device was tested in production conditions and it was found that the bulk of fertilizers 94.1 % is distributed along the center of the ridge with a width of 0.2 m and only 5.9 % outside this belt; the depth of the fertilizer band in the crest is maintained in the appointed range of vibration amplitude with depth from +3.5 to -4.1 % introducing depth 0.1 m; from + 6.2 to - 0.8 % at introducing to a depth of 0.15 m and from + 4.5 to -2,6 % when depositing at a depth of 0.2 m, i.e. deviations from the mean a given depth does not exceed 5 %. **Conclusions.** It was found that a higher yield of 60.8 t/ha and 61.7 t/ha was obtained on variants 4 and 6, where the soil was loosened by the developed device, compared to 49.1 t/ha on the control, and the yield increase was 11.7 t/ha and 12.6 t / ha, respectively, or 23.8 and 25.7 %. The economic and energy assessment showed that when using the developed device, the cost of tillage increased from 990.0 to 3 925.0 rubles/ha, however, due to higher yields, the income and rent of potato production increased, as compared to the control, the coefficient of energy efficiency also increased (to 3.7 from 3.0), and the total energy consumption per unit of production was itself low-1.78 and 1.76 GJ/t, against 2.18 GJ/ha at the control.

Key words: *tillage for potatoes, combo device, local soil, band application of fertilizers, irrigation.*

Citation. Novikov A.A. Resource-saving device for local tillage and belt application of fertilizers for potatoes. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2020. 4 (60). 153-164 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-14.

УДК 633.491:631.319

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЛОКАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ
ПОЧВЫ И ЛЕНТОЧНОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПОД КАРТОФЕЛЬ****А. А. Новиков**, кандидат сельскохозяйственных наук*ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия,
г. Волгоград*

Дата поступления в редакцию 05.08.2020

Дата принятия к печати 25.10.2020

Актуальность. Картофель – одна из важнейших продовольственных культур в России. Необходимость повышения эффективности его возделывания обусловлена важностью этой культуры в решении продовольственной проблемы страны. При выращивании картофеля постоянно остаются актуальными и востребованными производством вопросы разработки техники и технологий их использования, обеспечивающие сокращение количества обработок почвы и ресурсосбережения, повышения урожайности и снижения себестоимости продукции. **Цель** исследований – разработать устройство и технологию его применения для подготовки почвы под посадки картофеля. **Материалы и методы.** Исследования проводились в 2014-2016 годах в КФХ Мурасова Новониколаевского района Волгоградской области. Закладка опытов проводилась по методике Б. А. Доспехова, наблюдения за ростом и развитием растений картофеля проводились по методике госсортосети и А. Г. Лорха. Поливы проводились дождеванием ДМ Val-leu с поддержанием влажности почвы не ниже 80 % НВ в слое 0,6 м; математическая обработка данных проводилась с использованием программы ЭВМ statistika и Microsoft office Excel. **Результаты.** Разработано комбинированное устройство для локального рыхления почвы под гребнем и ленточного внесения удобрений в гребне; проведено испытание устройства в производственных условиях и установлено, что основная масса удобрений 94,1 % распределяется по центру гребня шириной ленты 0,2 м и только 5,9 % за пределами этой ленты; глубина внесения удобрений лентой в гребне выдерживается в назначенных пределах с амплитудой колебаний по глубине от +3,5 до –4,1 % при внесении на глубину 0,1 м; от + 6,2 до – 0,8 % при внесении на глубину 0,15 м и от + 4,5 до –2,6 % при внесении на глубину 0,2 м, т.е. отклонения от среднего заданной глубины не превышают 5 %. **Выводы.** Установлено, что более высокая урожайность – 60,8 т/га и 61,7 т/га – была получена на вариантах 4 и 6, где проводилось рыхление почвы разработанным устройством, против 49,1 т/га на контроле и прибавка урожая составила соответственно 11,7 т/га и 12,6 т/га или 23,8 и 25,7 %. Экономическая и энергетическая оценка показали, что при применении разработанного устройства увеличивались затраты на обработку почвы от 0,990 до 3,925 тыс. руб./га, однако за счет более высокой урожайности выросли доход и рентабельность производства картофеля, также по сравнению с контролем вырос и коэффициент энергетической эффективности (до 3,7 с 3,0), а совокупные энергозатраты на единицу продукции были самими низкими – 1,78 и 1,76 ГДж/т против 2,18 ГДж/га на контроле.

Ключевые слова: обработка почвы под картофель, возделывание картофеля, локальная обработка почвы, ленточное внесение удобрений, орошение картофеля, почвообрабатывающие устройства.

Цитирование. Новиков А. А. Ресурсосберегающее устройство для локальной обработки почвы и ленточного внесения удобрений под картофель. *Известия НВ АУК*. 2020. 3(59). 153-164. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-14.

Введение. Успешное возделывание картофеля во многом связано с применением современных ресурсосберегающих техники и технологий возделывания. Анализ научной литературы показал, что уже проведено множество исследований и предложены типизированные регламенты технологии возделывания и уборки картофеля для большинства регионов России с применением отечественной и импортной техники и технологий [8, 10, 11]. Высокой урожайности и экономической эффективности можно достичь при применении специального комплекса машин и орудий в крупных фермер-

ских хозяйствах и сельхозпредприятиях, имеющих достаточные средства для закупки необходимой техники для выращивания, уборки, сортировки и хранения клубней в временных картофелехранилищах [4, 9, 12].

Картофель требует наличия рыхлых почв, поэтому обработки почвы должны регулировать водно-физические и агрофизические свойства [6, 7, 14]. Способы подготовки почвы зависят от наличия техники в хозяйстве и сроков посадки картофеля. Во всех случаях обработка должна быть направлена на создание рыхлой почвы, совмещена с внесением удобрений и борьбой с сорной растительностью с применением агротехнических и химических средств [2, 14]. Подготовка почвы начинается после уборки предшественника и основной обработки зяби в осенний период [13, 15]. В весенний период на тяжелых суглинистых и глинистых почвах проводится повторное рыхление. Появились современные модели машин для картофелеводства, в том числе комбинированные, способные совмещать несколько операций возделывания и уборки урожая [1, 3, 5].

Вопросы разработки техники и технологий их использования, обеспечивающие сокращение количества обработок почвы и ресурсосбережения, повышения урожайности и снижения себестоимости продукции, постоянно остаются актуальными и востребованными производством. Поэтому нами было разработано устройство и технология локальной подготовки почвы под гребнем с одновременным ленточным внесением удобрений и формированием гребня для последующей посадки картофеля других культур.

Материалы и методы. Разработанное комбинированное устройство (патент 2685398 РФ) проходило производственные испытания на равномерность и глубину ленточного внесения расчетной нормы удобрений в гребень. В двухфакторном полевом опыте изучалось влияние способа основной подготовки почвы в осенний период и способов рыхления почвы перед посадкой на рост, развитие и урожайность картофеля. По фактору А изучались три способа основной подготовки почвы в осенний период, в т.ч.: А1 – вспашка зяби лемешным плугом (ПЛН 4-35) на 0,27-0,30 м; А2 – обработка зяби плугом чизельным ПЧ-2,5 на 0,45 м; А3 – обработка зяби плугом чизельным ПЧ-2,5 на 0,45 м + нарезали гребни осенью КРН- 4,2 с орудиями. По фактору В изучались два варианта: В1 – весеннее сплошное рыхление ПЧ-2,5 на 0,18-0,20 м (по зональным рекомендациям); В2 – весеннее рыхление почвы устройством на глубину 0,45 м с формированием гребня. Опыты проводились в 2014-2016 годах в КФХ Мурасова Новониколаевского района Волгоградской области. Почвы представлены черноземами обыкновенными среднесуглинистыми, сформированными на лессовидных тяжелых суглинках. Глинистых частиц в слое почвы 0–1,0 м больше 60 %. Толщина гумусового слоя составляет 58-65 см, содержание гумуса 4,55-5,47 %, содержание подвижного фосфора и калия среднее, почва не засолена и не солонцеватая (натрия в ППК менее 3 %). Глубина залегания грунтовых вод более 4-5 м. НВ в слое почвы 0,6 составляет 30,25 % от веса абсолютно сухой почвы. Плотность сложения почвы перед вспашкой составляла 1,23-1,25 г/см³. Условия увлажнения по годам: 2014 и 2015 сухие – ГТК=0,3-0,34, 2016 год средний – ГТК = 0,7. Влажность почвы в период обработки составляла 75- 80 % НВ в расчетном слое почвы 0,6 м. Закладка опытов проводилась по методике Б. А. Доспехова, размер опытных делянок 550 м² (110х50 м), учетных – 225 м², повторность трехкратная. Поливы проводились дождеванием ДМ Valley с поддержанием влажности почвы не ниже 80 % НВ в слое 0,6 м. Вносились расчетные нормы удобрений N₂₀₀P₁₈₀K₂₃₀ на планируемую урожайность 50 т/га клубней, в т.ч. на вариантах 1, 2 и 3 – фосфорные (аммофос) и калийные (хлористый калий) удобрения вносились осенью перед вспашкой на глубину 0,27-0,30 м (согласно рекомендациям зональных систем земледелия), а азотные (100 %) – весной перед рыхлением почвы чизелем ПЧ-2,5 на глубину до 0,2-0,25 м. Гребни нарезались при посадке картофелесажалкой КСМ-4А. На вариантах 2, 4 и 6 вносились удобрения осенью перед вспашкой калийные (хлористый калий) 100 % нормы, а

весной: вносились азотные 50 % (N_{90}) перед первой обработкой почвы и фосфорные (аммофос, 100 % от нормы + азот 12 %) + аммиачная селитра (N_{88}) смешивались непосредственно перед внесением и вносились разработанным устройством ленточным способом в гребень. Одновременно в две емкости опытного устройства загружалось около 1,1 т туков. Высевался сорт картофеля Невский. Наблюдения за ростом и развитием растений картофеля проводились по методике госсортосети и по методике А. Г. Лорха.

Результаты и обсуждение. На Юге России почвы орошаемых угодий по гранулометрическому составу чаще всего тяжелосуглинистые и глинистые, поэтому требуют более тщательной обработки и рыхления не только в осенний период, но и в весенний для создания рыхлого верхнего слоя почвы. Особенно важно иметь рыхлый слой почвы в гребнях на глубину до 0,35-0,45 м, в котором будет развиваться основная масса корней, столоны и клубни. Для решения такой задачи разработано устройство для локального рыхления почвы в гребнях с одновременным ленточным внесением расчетных доз минеральных удобрений и формированием нового гребня. Схема устройства приведена на рисунке 1.

Комбинированное устройство для локального рыхления почвы и ленточного внесения удобрений в гребне содержит установленные на раме 1 плоскую металлическую лапу-стойку 2 для рыхления почвы 3, стабилизатор глубины хода 4, трубку для внесения удобрений 5, на металлической лапе-стойке 2 с двух сторон болтами 6 закреплена металлическая лапа-рыхлитель 7 трапецеидальной формы. Глубина рыхления почвы регулируется путем передвижения металлической лапы-рыхлителя вверх или вниз до совмещения отверстий 8 на лапе-стойке 2 и отверстий 9 на лапе-рыхлителе 7. На металлической лапе-стойке 2 с двух сторон в задней ее части и выше лапы-рыхлителя 7 крепятся болтами 10 металлические отвалы 11 прямоугольной формы в виде изогнутых планок, изменение рабочей глубины отвалов осуществляется смещением отвала и совмещением отверстий. Отвалы 11 раздвигают почву и создают условия для прохода передних металлических сферических дисков 12 с гладкими краями, закрепленных болтом 13 скобой 14 и ступицами 15 к стойке 16, они раздвигают почву в междурядьях и создают ложе 17 для размещения ленты удобрений шириной 200-250 мм, которые дозируются из ящика 18 для удобрений емкостью 1 м³, закрепленного на раме 1, подаются через металлический трубопровод 5, прикрепленный хомутами 19 и болтами 20 к стойке 21, для рассева на ложе в виде ленты удобрений 17. Внизу стойки 21 шарнирно болтом 22 закреплен металлический отражатель-рассеиватель удобрений 23 трапецеидальной формы, подпружинен пружиной 24 и создает между плоскостью металлического отражателя-рассеивателя и поверхностью ложа 17 угол $\beta = 20-25$ градусов.

Широкое заднее основание металлического отражателя-рассеивателя упирается на поверхность ложа и выравнивает его для равномерного распределения удобрений. Идущие за рассеивателем противоположно расположенные задние металлические сферические диски 25, закрепленные к стойке 26 болтом 27, скобой 28 и ступицей 29 сгребают почву, раздвинутую в междурядьях передними металлическими сферическими дисками 12, и формируют гребень 30, высота которого регулируется опусканием или поднятием стойки 26. Края задних металлических сферических дисков 25 имеют разрезанные края 31, которыми крупные комки крошатся и заделываются в гребень, а мелкие, просеиваясь сквозь разрезанный край диска, остаются на поверхности гребня 30, образуя мульчирующий слой из рыхлой мелко комковатой почвы, снижающий испарение с поверхности почвы.

5

лями 7 заглубляется в почву и рыхлит почву на глубину 0,45 м.

Прикрепленные вертикально в задней части лапы-стойки 2 отвалы 11 раздвигают почву в стороны от лапы-стойки 2, а следом расположенные передние сферические диски 12 крошат почву, расширяют пространство для внесения удобрений, отражатель-рассеиватель 23 подпружиненный пружиной 24 выравнивает поверхность ложа 17 и распределяет на нее лентой удобрения, поступающие по трубопроводу 5, следом идущие задние металлические сферические диски 25 с вырезами по краю засыпают удобрения почвой и формируют гребень для посадки сельскохозяйственных культур, возделываемых по гребневой технологии. Вырезы на задних дисках позволяют крошить, сгребать почву в гребень, при этом крупные комки почвы частично крошатся и остаются в центре гребня, а мелкие частицы почвы просыпаются через вырезы и остаются на поверхности гребня, образуя мульчирующий слой, что сокращает непроизводительные расходы влаги на испарение.

Применение устройства позволяет за один проход проводить глубокое рыхление почвы под гребнем, вносить удобрения лентой и формировать гребень с рыхлой почвой, в который производится посадка картофеля или посев других культур.

Равномерность глубины распределения удобрений при внесении устройством изучалось в трех вариантах с глубиной заделки 0,1; 0,15 и 0,20 м от вершины гребня, в 9-ти кратной повторности. Анализ распределения ленты удобрений в гребне после прохода устройства (учитывалась путем ручного отрытия и учета массы гранул по ячейкам размером 10x10 см) показал, что удобрения распределяются в границах заданной ширины 0,2 м и разброс удобрений за пределы границы составляет от 3,2 до 4,1 % от заданной нормы (рисунок 2).

Рисунок 2 – Распределение удобрений по рядам ячеек поперек гребня, при ленточном внесении предлагаемым устройством, в пересчете на 1 м²

Figure 2 – Distribution of fertilizers in rows of cells across the ridge, when applied by the proposed device, in terms of 1 m²

Наблюдения также показали, что установленная глубина внесения удобрений лентой в гребне выдерживается в назначенных пределах с амплитудой колебаний от +3,5 до 4,1 % при внесении на глубину 0,1 м; от + 6,2 до – 0,8 % при внесении на глубину 0,15 м и от +4,5 до –2,6 % при внесении на глубину 0,2 м, т.е. отклонения от средней заданной глубины не превышает 5 % (рисунок 3).

Рисунок 3 – Равномерность распределения удобрений по глубине при внесении их предлагаемым способом, 2014 г.

Figure 3 – Uniformity of distribution of fertilizers by depth when applying them by the proposed method, 2014

Для определения влияния способов обработки почвы на величину урожая проводился анализ данных влияния факторов А, В и их взаимное влияние (таблица 1).

Анализ данных по фактору А показал, что углубление основной обработки почвы в летне-осенний период с 0,27-0,30 м до 0,45 м устройством ПЧ-2,5 способствовало увеличению средней урожайности и, в среднем за три года прибавка урожая составила на 3 варианте 5,0 т/га и на 5 варианте – 6,1 т/га или соответственно 10,2 и 12,4 % по сравнению с контролем.

Более высокая достоверная урожайность – 60,8 т/га и 61,7 т/га – была получена на вариантах 4 и 6, против 49,1 т/га на контроле.

Анализ данных по фактору В на контроле и на варианте 2 показал, что весеннее глубокое рыхление почвы на 0,45 м в гребне предлагаемым устройством, по сравнению с обработкой почвы на глубину 0,27-0,30 м орудием ПЧ-2,5, также способствует повышению урожайности, прибавка составила 4,7 т/га, или 9,6 %.

Совместное взаимодействие способов обработки почвы по фактору А и фактору В, способствовало получению более высокого эффекта на 4 и 6 вариантах, где прибавка урожая составила 11,7 и 12,6 т/га или 19,2 и 20,7 % по сравнению с контролем.

Таблица 1 – Урожайность картофеля в зависимости от способов обработки почвы, 2014-2016 гг.

Table 1 – Potato yield depending on soil treatment methods, 2014-2016

Вариант / Option	Способ основной обработки (фактор А) / Main processing method (factor A)	Рыхление почвы перед посадкой картофеля (фактор В) / Loosening the soil before planting potatoes (factor B)	Урожайность по годам, т/га / Yield by year, t/ha				Отклонения от (К) / Deviations from (K)	
			2014	2015	2016	средняя / average	т/га / t/ha	%
1 (К)	Вспашка зяби плугом лемешным (ПЛН- 4-35) на 0,27-0,30 м / Plowing of the ploughland with a ploughshare (PLN-4-35) by 0.27-0.30 m	Весеннее рыхление ПЧ-2,5 на 0,18-0,20 м сплошное / Spring loosening of PCH-2.5 by 0.18-0.20 m continuous	50,4	48,7	48,2	49,1	0,0	0,0
2	Обработка зяби плугом с фрезой (ПЛН-4-35) на 0,27-0,30 м / Plowing of the ploughland with a ploughshare (PLN-4-35) by 0.27-0.30 m	Весеннее рыхление почвы устройством на 0,45 м с формированием гребней / Spring soil loosening device at 0.45 m with the formation of ridges	51,9	54,7	54,8	53,8	4,7	8,7
3	Обработка зяби плугом чизельным ПЧ-2,5 на 0,45 м / Processing of the ploughland with a chisel plough PCH-2.5 by 0.45 m	Весеннее рыхление ПЧ-2,5 на 0,18-0,20 м сплошное / Spring loosening of PCH-2.5 by 0.18-0.20 m continuous	53,0	53,8	55,5	54,1	5,0	9,2
4	Обработка зяби плугом с фрезой ПЧН-2,5 на 0,45 м / Processing of the ploughland with a chisel plough PCHN-2.5 by 0.45 m	Весеннее рыхление почвы устройством на 0,45 м с формированием гребней / Spring soil loosening device at 0.45 m with the formation of ridges	59,7	61,2	61,5	60,8	11,7	19,2
5	Обработка зяби плугом чизельным ПЧ-2,5 на 0,45 м + гребни КРН- 4,2 с окучниками / Processing of the ploughland with a chisel plough PCH-2.5 by 0.45 m + ridges KRN-4.2 with spudders	Весеннее рыхление ПЧ-2,5 на 0,18-0,20 м сплошное по диагонали / Spring loosening of PCH-2.5 by 0.18-0.20 m solid continuous diagonal	54,7	56,1	54,8	55,2	6,1	11,1
6	Обработка зяби плугом с фрезой ПЧН-2,5 на 0,45 м + гребни КРН- 4,2 с окучниками / Processing of the ploughland with a chisel plough PCHN-2.5 by 0.45 m + ridges KRN-4.2 with spudders	Весеннее рыхление почвы устройством на 0,45 м с формированием гребней / Spring soil loosening device at 0.45 m with the formation of ridges	62,5	60,1	62,5	61,7	12,6	20,4
НСР _{0,05} (А)			1,2	2,8	1,2			
НСР _{0,05} (В)			1,7	2,3	1,1	-	-	-
НСР _{0,05} (АВ)			2,3	4,2	1,9			

Экономическая оценка различных способов основной подготовки почвы и рыхления перед посадкой картофеля показали, что при применении разработанного устройства, на вариантах 2, 4 и 6 увеличивались затраты соответственно на 0,990, 2,254 и 3,925 тыс. руб./га по сравнению с обработками, рекомендованными зональными системами земледелия (контрольный вариант 1, таблица 2).

За счет более высокой урожайности на вариантах 2, 4 и 6 с применением устройства для локальной обработки почвы под гребнем и ленточного внесения удобрений доход вырос с 166,8 тыс. руб./га на контроле до 194 тыс. руб./га на 2 варианте, до 234,7 тыс. руб./га на 4 варианте и до 238,5 тыс. руб./га на 6 варианте. Рентабельность выросла соответственно до 151, 180 и 181 %, против 130 % на контроле.

Таблица 2 – Экономическая оценка вариантов возделывания картофеля при различных способах обработки почвы

Table 2 – Economic assessment of potato cultivation options for different tillage methods

Вариант / Option	Всего затраты на возделывание по вариантам, тыс. руб./га / Total cost of cultivation by options, thousand rubles/ha	Урожайность, т/га / Yield, t/ha	Реализация, тыс. руб./га / Sales, thousand rubles/ha	Доход, тыс. руб./га / Revenue, thousand rubles / ha	Рентабельность, % / Profitability, %	Себестоимость клубней, тыс. руб./т / Cost of tubers, thousand rubles/t
1 (К)	127,8	49,1	294,6	166,8	130	2,60
2	128,8	53,8	322,8	194,0	151	2,39
3	128,9	54,1	324,6	195,9	152	2,38
4	130,1	60,8	364,8	234,7	180	2,14
5	130,4	55,2	331,2	200,8	154	2,36
6	131,8	61,7	370,2	238,5	181	2,14

Энергетическая оценка способов основной подготовки почвы и способов рыхления перед посадкой картофеля показала, что более высокие показатели накопления валовой энергии (406 ГДж/га) наблюдались на варианте 6 при основной обработке почвы плугом чизельным ПЧ-2,5 на 0,45 м, нарезке гребней с осени КРН-4,2 и весеннем рыхлении почвы на глубину 0,3 м в этих гребнях разработанным автором устройством (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели энергетической оценки способов основной подготовки почвы и способов рыхления почвы перед посадкой картофеля

Table 3 – Indicators of energy assessment of methods of basic soil preparation and methods of loosening the soil before planting potatoes

Вариант / Option	Урожайность клубней картофеля, т/га / Yield of potato tubers, t/ha	Полученная валовая энергия, ГДж/га / Gross energy received, GJ/ha	Совокупные энергозатраты всего, ГДж/га / Total energy consumption, GJ/ha		Коэффициент энергетической эффективности / Energy efficiency coefficient	Приращение валовой энергии, ГДж/га / The increment of gross energy, GJ/ha	Совокупные энергозатраты на 1 т клубней, ГДж/т / Total energy consumption per 1 t of tubers, GJ/t
			всего / in total	в т.ч. на обработку почвы / including for tillage			
1 (К)	49,1	323	107,3	2,35	3,0	216	2,18
2	53,8	354	107,3	2,38	3,3	247	1,99
3	54,1	356	108,2	3,27	3,3	248	2,00
4	60,8	400	108,2	3,30	3,7	292	1,78
5	55,2	363	108,7	3,75	3,3	255	1,97
6	61,7	406	108,7	3,78	3,7	298	1,76

Примечания – Затраты на технологию возделывания картофеля без учета затрат на подготовку почвы составляют 104,92 ГДж/га

На контроле, где обработка почвы проводилась по рекомендациям зональной системы земледелия, совокупные энергозатраты составили 2,35 ГДж/га. В вариантах 2, 4 и 6, где применялось устройство для обработки почвы, энергозатраты увеличились до 2,38, 3,30 и 3,78 ГДж/га, однако более высокая урожайность и полученная валовая

энергия обеспечивают более высокие показатели приращения энергии на 6 варианте до 298 ГДж/га против 216 на контроле. Коэффициент энергетической эффективности оказался более высоким на вариантах 4 и 6, где применялось предлагаемое устройство – по 3,7, против 3,0 на контроле. На этих вариантах и совокупные энергозатраты на единицу продукции были самими низкими, соответственно 1,78 и 1,76 ГДж/т против 2,18 ГДж/т на контроле.

Выводы. Исследование распределения удобрений предлагаемым устройством показало, что основная масса (94,1 %) распределяется по центру гребня лентой шириной 0,2 м и только 5,9 % за пределами этой ленты. Установленная глубина внесения удобрений лентой в гребне выдерживается в назначенных пределах с амплитудой колебаний по глубине от +3,5 до –4,1 % при внесении на глубину 0,1 м; от +6,2 до –0,8 % при внесении на глубину 0,15 м и от +4,5 до –2,6 % при внесении на глубину 0,2 м, т.е. отклонение от среднего заданной глубины не превышает 5 %.

Установлено, что более высокая урожайность была получена на вариантах 4 и 6, соответственно 60,8 т/га и 61,7 т/га, где проводилось рыхление почвы разработанным устройством против 49,1 т/га на контроле, прибавка урожая составила соответственно 11,7 т/га и 12,6 т/га, или 23,8 и 25,7 %.

Экономическая оценка различных способов основной подготовки почвы и способов рыхления почвы перед посадкой картофеля показала, что при применении разработанного устройства на вариантах 2, 4 и 6 увеличивались затраты на 0,990, 2,254 и 3,925 тыс. руб./га по сравнению с обработками, рекомендованными зональными системами земледелия, на контрольном варианте. Но за счет более высокой урожайности доход вырос с 166,8 тыс. руб./га на контроле до 238,5 тыс. руб./га на 6 варианте с рентабельностью 181 % против 130 % на контроле.

Энергетическая оценка способов основной подготовки почвы и рыхления почвы показала, что высокие показатели накопления валовой энергии (406 ГДж/га) наблюдались на варианте 6 при основной обработке почвы плугом чизельным ПЧ-2,5 на 0,45 м, нарезке гребней с осени КРН-4,2 и весеннем рыхлении почвы на глубину 0,45 м в этих гребнях разработанным автором устройством. На варианте 6 увеличиваются и энергозатраты с 2,35 ГДж/га – на контроле до 3,78 ГДж/га. Более высокая урожайность и полученная валовая энергия обеспечивают более высокие показатели приращения энергии до 298 ГДж/га на вариантах 4 и 6, где применялось предлагаемое устройство. На этих вариантах коэффициент энергетической эффективности оказался также более высоким (3,7 против 3,0) и совокупные энергозатраты на единицу продукции были самими низкими – 1,78 и 1,76 ГДж/т против 2,18 ГДж/т на контроле.

Библиографический список

1. Алакин В. М., Никитин Г. С. Картофелекопатель с ротационной сепарирующей поверхностью // Картофель и овощи. 2018. № 5. С. 32-34.
2. Гаспарян И. Н., Дыйканова М. Е. Как повысить урожай раннего картофеля // Картофель и овощи. 2018. № 2. С. 29-31.
3. Калинин А. Б., Смелик В. А., Теплинский И. З. Создание профилированной поверхности почвы с заданными физико-механическими параметрами при возделывании овощей и картофеля // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 4 (60). С. 90-92.
4. Картофель: адаптация голландской технологии в Волго-Вятском регионе / В. В. Ивнин [и др.] // Картофель и овощи. 2016. № 12. С. 26-28.
5. Колчин Н. Н., Пономарев А. Г., Зернов В. Н. Новая техника для картофелеводства // Картофель и овощи. 2019. № 6. С. 26-29.

6. Кружилин И. П., Мушинский А. А., Несват И. П. Совершенствование основных агроприемов возделывания картофеля при орошении в степной зоне Южного Урала // Аграрная Россия. 2012. № 5. С. 2-5.
7. Кулыгин В. А. Способы основной обработки почвы при возделывании картофеля // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2014. № 3 (15). С. 16-26.
8. Понамарев А. Г., Зернов В. Н. Обоснование конструктивной схемы сошниковой группы картофелесажалок // Картофель и овощи. 2018. № 12. С. 13-15.
9. Развитие отечественного с.-х. машиностроения определяет будущее России / С. С. Туболев [и др.] // Картофель и овощи. 2018. № 4. С. 6-8.
10. Ресурсосберегающая технология возделывания раннего картофеля / М. Е. Дыйканова [и др.] // Картофель и овощи. 2019. № 2. С. 26-28.
11. Технологии и техника для картофелеводства на выставке Potato Europe 2018 / Н. Н. Колчин [и др.] // Картофель и овощи. 2019. № 1. С. 27-29.
12. Шабанов А. Э., Киселев А. И. Комплекс агроприемов для раннего картофеля // Картофель и овощи. 2018. № 3. С. 34-36.
13. Advances in Variable Rate Technology Application in Potato in The Netherlands / C. Kempenaar, T. Been, J. Booij, F. van Evert, J. M. Michielsen, C. Kocks // Potato Research. 2017. V. 60. Iss. 3-4. Pp. 295-305.
14. Drakopoulos D., Scholberg J. M. S., Lantinga E. A. Influence of reduced tillage and fertilisation regime on soil quality indicators in an organic potato production system // Biological Agriculture & Horticulture. 2018. V. 34. Iss. 2. Pp. 132-140.
15. Impacts of Crop Rotation and Tillage Practices on Potato Yield and Farm Revenue / E. Y. Liu, S. Li, V. Lantz, E. Olale // Agronomy Journal. 2019. V. 111. Iss. 4. Pp. 1838-1848.

Conclusions. A study of the distribution of fertilizers by the proposed device showed that the main mass (94.1 %) is distributed along the center of the ridge with a width of 0.2 m and only 5.9% outside this belt. Set the depth of the fertilizer band in the crest is aged at the designated limits of the amplitude fluctuations with depth from +3.5 to -4.1 % introducing depth 0.1 m; from + 6.2 to - 0,8 % at introducing to a depth of 0.15 m and from + 4.5 to - 2,6% when depositing at a depth of 0.2 m, i.e. deviations from the mean a given depth does not exceed 5 %.

It was found that a higher yield was obtained on variants 4 and 6, respectively, 60.8 t / ha and 61.7 t / ha, where the soil was loosened by the developed device, compared to 49.1 t/ha on the control, the increase in yield was 11.7 t/ha and 12.6 t / ha, respectively, or 23.8 and 25.7 %.

Economic assessment of various methods of basic soil preparation and methods of loosening the soil before planting potatoes showed that when using the developed device on variants 2, 4 and 6, the costs increased by 0.990, 2,254 and 3,925 thousand rubles/ha compared to the treatments recommended by zonal farming systems on the control variant. But due to higher yields, revenue increased from 166.8 thousand rubles/ha on control to 238.5 thousand rubles/ha on 6% with a return of 181% against 130% on control.

Energy evaluation methods of basic tillage and loosening soil showed that the high rate of savings, gross energy (406 GJ/ha) was observed in variant 6, with primary tillage plow chisel FC-2.5 by 0.45 m, the cutting ridges in the fall KRN-4.2 and the spring loosening the soil to a depth of 0.45 m in these ridges developed by the author device. In option 6, energy consumption also increases from 2.35 GJ/hain control to 3.78 GJ/ha. Higher yields and the resulting gross energy provide higher energy increments of up to 298 GJ/ha on variants 4 and 6, where the proposed device was used. In these variants, the energy efficiency coefficient was also higher (3.7 vs. 3.0) and the total energy consumption per unit of production was itself low-1.78 and 1.76 GJ/t compared to 2.18 GJ/t in the control.

Energy evaluation methods of basic tillage and loosening soil showed that the high rate of savings, gross energy (406 GJ/ha) was observed in variant 6, with primary tillage plow chisel FC-2.5 by 0.45 m, the cutting ridges in the fall KRN-4.2 and the spring loosening the soil to a depth of 0.45 m in these ridges developed by the author device. In option 6, energy consumption also increases from 2.35 GJ / ha-in control to 3.78 GJ / ha. Higher yields and the resulting gross energy provide higher energy increments of up to 298 GJ / ha on variants 4 and 6, where the proposed device was used. In these variants, the energy efficiency coefficient was also higher (3.7 against 3.0) and the total energy consumption per unit of production was itself low-1.78 and 1.76 GJ/t compared to 2.18 GJ/t in the control.

References

1. Alakin V. M., Nikitin G. S. Potato digger with rotary separating surface // *Kartofel' i ovoshhi*. 2018. № 5. Pp. 32-34.
2. Gasparjan I. N., Dyjkanova M. E. How to increase the yield of early potatoes // *Kartofel' i ovoshhi*. 2018. № 2. Pp. 29-31.
3. Kalinin A. B., Smelik V. A., Teplinskij I. Z. Create a profiled surface of the soil with desired physical and mechanical parameters during the cultivation of vegetables and potatoes // *Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016. № 4 (60). Pp. 90-92.
4. Potatoes: adaptation of Dutch technology in the Volga-Vyatka region / V. V. Ivenin [et al.] // *Kartofel' i ovoshhi*. 2016. № 12. Pp. 26-28.
5. Kolchin N. N., Ponomarev A. G., Zernov V. N. New equipment for potato growing // *Kartofel' i ovoshhi*. 2019. № 6. Pp. 26-29.
6. Kruzhilin I. P., Mushinskij A. A., Nesvat I. P. Improvement of the main agricultural methods of potato cultivation during irrigation in the steppe zone of the southern Urals // *Agrarnaja Rossiya*. 2012. № 5. Pp. 2-5.
7. Kulygin V. A. Ways of the main processing of the soil in the cultivation of potatoes // *Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii*. 2014. № 3 (15). Pp. 16-26.
8. Ponomarev A. G., Zernov V. N. Justification of the design scheme of the Coulter group of potato planters // *Kartofel' i ovoshhi*. 2018. № 12. Pp. 13-15.
9. The development of domestic agricultural machinery determines the future of Russia / S. S. Tubolev [et al.] // *Kartofel' i ovoshhi*. 2018. № 4. Pp. 6-8.
10. Resource-saving technology of early potato cultivation / M. E. Dyjkanova [et al.] // *Kartofel' i ovoshhi*. 2019. № 2. Pp. 26-28.
11. Technologies and equipment for potato growing at Potato Europe 2018 / N. N. Kolchin [et al.] // *Kartofel' i ovoshhi*. 2019. № 1. Pp. 27-29.
12. Shabanov A. Je., Kiselev A. I. Complex of agricultural practices for early potatoes // *Kartofel' i ovoshhi*. 2018. № 3. Pp. 34-36.
13. Advances in Variable Rate Technology Application in Potato in The Netherlands / C. Kempenaar, T. Been, J. Booi, F. van Evert, J. M. Michielsen, C. Kocks // *Potato Research*. 2017. V. 60. Iss. 3-4. Pp. 295-305.
14. Drakopoulos D., Scholberg J. M. S., Lantinga E. A. Influence of reduced tillage and fertilisation regime on soil quality indicators in an organic potato production system // *Biological Agriculture & Horticulture*. 2018. V. 34. Iss. 2. Pp. 132-140.
15. Impacts of Crop Rotation and Tillage Practices on Potato Yield and Farm Revenue / E. Y. Liu, S. Li, V. Lantz, E. Olale // *Agronomy Journal*. 2019. V. 111. Iss. 4. Pp. 1838-1848.

Authors Information

Novikov Alexey Andreevich, Deputy Director for research Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture» (400002, Volgograd, Timitjaseva Street, 9), Candidate of agricultural sciences, e-mail: alexeynovikov@inbox.ru, tel.: +79050647100.

Информация об авторах

Новиков Алексей Андреевич, заместитель директора ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия (400002, Волгоград, ул. им. Тимирязева, 9), кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: alexeynovikov@inbox.ru, tel.: +79050647100.