Тип статьи: научная
УДК 635.21:633.491:631.559
DOI: 10.35887/2305-2538-2023-5-11-16

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГРЕБНЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

Николай Сергеевич Шершнев
Курская государственная сельскохозяйственная академия им. И.И.Иванова, г. Курск, Россия
shershnevnikola@yandex.ru

Автор ответственный за переписку: Николай Сергеевич Шершнев, shershnevnikola@yandex.ru
Corresponding author: Nikolai Shershnev, shershnevnikola@yandex.ru

Реферат. *Необходимо сформировать такой гребень по объему при гребневой технологии обработки почвы, который бы позволял развиться необходимой корневой системе картофеля, и можно было бы получить запланированный урожай при достаточном количестве влаги и питательных веществ. Целью исследования является обоснование параметров гребня. При исследовании применялись математические методы. Установлено, что в процессе вегетации картофеля происходит изменение заданной формы гребня, так как под воздействием осадков, полива, самооседания почвы, осыпания ее происходит превращение трапецеидальной формы в округлую. Необходимость создания мелкокомковатой структуры почвы в гребне, создания бороздки на верхней части гребня и ее применение при гребневой технологии производства картофеля были обоснованы. Параметры сечения гребня приняты исходя из этих данных. Были получены Аналитические зависимости для определения площади сечения трапецеидальной формы гребня как вновь сформированной, так и с дополнительной бороздкой, необходимой при поливе в процессе вегетации картофеля, были получены. Определены необходимые объемы почвы в образованном гребне. Проведенные наблюдения и расчеты для посадок картофеля с шириной междурядья 75 см, показывают, что форма гребня к моменту уборки претерпевает значительные изменения от исходной. Объем почвы в гребне в начале его формирования и перед уборкой отличается на 4,18%.*

Ключевые слова: *гребень, борозда, гребневая технология, картофель, сечение гребня, объем гребня.*

JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF THE RIDGE AT POTATO CULTIVATION

Nikolay Shershnev
Kursk State Agricultural Academy named after I. I. Ivanov, Kursk, Russia
shershnevnikola@yandex.ru

Abstract. *It is necessary to form such a ridge in volume using the ridge technology of soil cultivation, which would allow the development of the necessary potato root system, and it would be possible to obtain the planned harvest with a sufficient amount of moisture and nutrients. The purpose of the study is to substantiate the parameters of the ridge. Mathematical methods were used in the study. It has been established that during the growing season of potatoes, a change in the given shape of the ridge occurs, since under the influence of precipitation, watering, soil self-settling, and shedding, the trapezoidal shape transforms into a round one. The need to create a fine-clump soil structure in the ridge, to create a groove on the top of the ridge and its use in ridge technology for potato production was justified. The ridge section parameters were adopted based on these data. Analytical dependencies were obtained to determine the cross-sectional area of the trapezoidal ridge, both newly formed and with an additional groove required for irrigation during the potato growing season. The required volumes of soil in the formed ridge were determined. Observations and calculations carried out for planting potatoes with a row spacing of 75 cm show that the shape of the ridge by the time of harvesting undergoes significant*

changes from the original. The volume of soil in the ridge at the beginning of its formation and before harvesting differs by 4.18%.

Keywords: *crest, furrow, ridge technology, potato, crest cross-section, crest volume.*

Для цитирования: Шершнев Н.С. Обоснование параметров гребня при возделывании картофеля // Наука в центральной России. 2023. Т. 65, № 5. С. 11-16. https://doi.org/10.35887/2305-2538-2023-5-11-16.

For citation: Shershnev N. Justification of the parameters of the ridge at potato cultivation. *Nauka v central'noj Rossii* = Science in the Central Russia: 2023; 65(5): 11-16. (In Russ.) https://doi.org/10.35887/2305-2538-2023-5-11-16.

Введение. Известны особенности применения энергосберегающих и гребневых технологий возделывания картофеля в условиях черноземных земель. Гребневые технологии возделывания картофеля основаны на образовании заданной формы гребня с мелкокомковатой структурой почвы [1,2,3]. Агротехнические требования к росту и развитию картофеля требуют отсутствия на поверхности почвы клубней, их позеленения, что дает некондиционный картофель. Целью исследования является обоснование параметров гребня. Создание гребня ведет к тому, что необходимо сформировать нужный объем почвы в зоне роста куста с учетом качественной развития корневой системы. Применяемые ширины междурядий 75 см при гребневой технологии и урожаях более 30 т/га необходимо увеличивать до 90 см чтобы исключить позеленение картофеля к периоду уборки и сохранения ее товарного вида [4,5,6]. Для формирования гребней на посадках картофеля применяются как гребнеобразователи отечественного, так и импортного производства для разной ширины междурядий, например, используются следующие культиваторы-гребнеобразователи АПК-3,00, КГО-3,6, Gruse KP-12, Grimme GH 4 [7.8.9]. Совершенствование гребневой технологии возделывания картофеля является актуадьной проблемой сельскохозяйственного производства.

Материалы и методы. Расчетно-конструктивные методы, методы математики и теоретической механики.

Результаты и их обсуждение. Современные технологии производства картофеля нацелены на использование гребневых технологий при ширине междурядья 75 и 90 см. Создание гребней позволяет образовать в зоне рядка с посадками картофеля необходимого объема почвы для формирования мощной корневой системе при его росте и развитии. В рыхлой и достаточно прогреваемой почвы корневая система интенсивно наращивается и формирует рост ботвы и тем самым создает условия для получения большого количества завязей клубней.

Для создания необходимого объема почвы для хорошего развития клубней необходимо учитывать несколько факторов: планируемый урожай картофеля, ширина междурядья, параметры гребня и др. Для создания необходимого объема почвы в гребне для одного куста картофеля с учетом этих факторов можно определить необходимые параметры гребня для создания необходимых условий получения запланированных урожаев.

На рисунке 1 показана форма гребня при образовании его гребнеобразователем. Как продемонстрировано, гребень имеет четкую трапециедальную форму. Основываясь на вышеизложенном на рисунке 2 представлена схема идеальной формы гребня, которую создают современные гребнеобразователи.

Для определения площади сечения гребня используем известное выражение для определения площади трапеции [10], $м^2$:

$$Sт= ½ H(b+a); \quad (1)$$

где в- ширина междурядья, м

а- ширина вершины гребня, м

Н- высота гребня, м

Если необходимо определить объем гребня, то можно использовать выражение:

$$Vг= ½ H(b+a) L, м^3 \quad (2)$$

где L - длина гребня.

Рисунок 1- Гребень почвы образованный гребнеобразователет

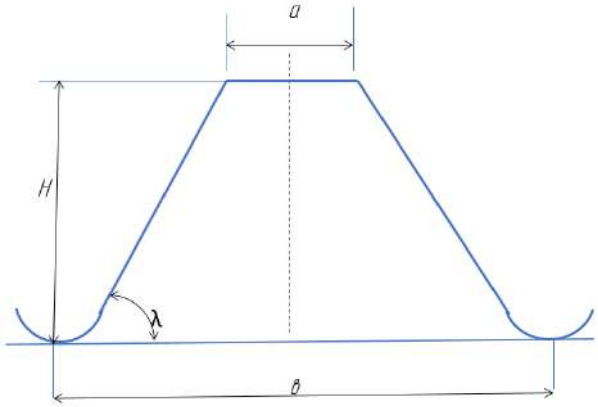

Рисунок 2- Схема гребня, образованного гребнеобразователем

В процессе развития и роста клубней картофеля до момента уборки происходит изменение формы и размеров гребня. Это происходит от того, что под воздействием осадков, выращенного урожая, воздействия ходовых систем тракторов и сельскохозяйственных машин и др. факторов.

К моменту уборки объем гребня будет увеличен на величину выращенного урожая объем гребня можно определить как сумму объемов почвы в гребне и выращенного урожая. Следовательно объем гребня составит:

$$Vгк = Vг + Vк \ , м^3 \quad (3)$$

где *V*к- объем урожая выращенных клубней, м^2

Объем урожая выращенных клубней прямопропорционален урожайности и их плотности:

$$Vк = У* \gamma_к , м^3 \quad (4)$$

где *У* – урожайность клубней картофеля, т/га

$\gamma_к$ – плотность клубней картофеля, кг/м^3

Тогда

$$Vгк = Vг + Vк = ½ H(b+a) L + У* \gamma_к , м^3 \quad (5)$$

Анализируя полученное выражение (5), видим, что за счет увеличения объема гребня растет имеющийся урожая в нем. Поэтому можно определить уровень повышения объема гребня за счет наличия в нем урожая картофеля:

$$\triangle = (Vк / Vгк) 100; \ \% \quad (6)$$

Тогда

$$\triangle = \frac{У \gamma к}{\frac{1}{2}H(в+а)L+У \gamma к} 100\% \quad (7)$$

К моменту уборки клубней картофеля трапецеидальная форма гребня претерпит изменения из-за осадки рыхлой почвы за период вегетации, размывания верхней части гребня осадками и применения полива, изменения формы гребня под воздействием роста клубней в гребне, которые приведут к тому, что форма гребня несколько округлится в верхней части и часть ее переместится от вышеуказанных причин в нижнюю часть борозды и принять форму показанную на рисунке 2. Величина осыпания почвы в борозде h_1 будет зависеть от величины h эти величины можно принять одинаковыми, так как половина почвы с верхушки гребня будет ссыпаться влево от

гребня, а половина – в право. Ширина верхней части гребня ***а*** необходима около 0,2 м, а ширина борозды составляет 0,1 м.

Рисунок 3- Форма гребня к началу уборки

Определим объем гребня с учетом факторов, которые изменили ее за период вегетации картофеля.

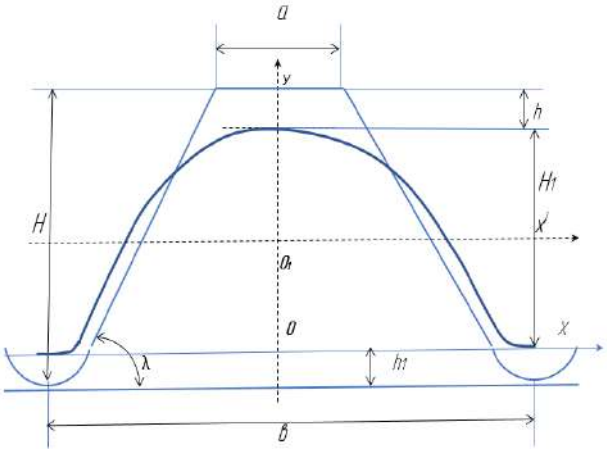

Рисунок 4- Схема гребня перед уборкой

Площадь сечения гребня определим из выражения (рисунок 4):

$$S = S_1 + S_2, \ м^2 \quad (8)$$

где S_1– площадь сечения прямоугольника шириной *в* и высотой h_1,м^2

$$S_1 = в\ h_1, \ м^2 \quad (9)$$

S2 – площадь сечения измененного гребня, м^2.

Рассматривая эту схему гребня, можно заметить, что она может быть представлена косинусоидой и для определения площади ее сечения можно применить следующее выражение [10]:

$$S_2 = \int_a^b \cos x \, dx ; \quad (10)$$

где

а=- в/2,

в= в/2,

Определим уравнение косинусоиды для дальнейшего определения площади сечения гребня, которое в общем виде имеет вид:

$$y = A\cos kx + B \quad (11)$$

В точке O_1 x=0, тогда:

$$y = \frac{H1}{2}, \text{ т.е. } A = H_1/2 \quad (12)$$

Тогда

$$B = \frac{H1}{2}, \quad (13)$$

Так как период косинуса равен 2π, то kx=2π,

$$x = 2\pi/k, \quad (14)$$

где к=в

Таким образом, получим функцию вида:

$$y = \frac{H1}{2} cos\ вx + \frac{H1}{2}; \quad (16)$$

Следовательно уравнение косинусоиды примет вид:

$$y = \frac{H1}{2} * cos2\pi x / в + H_1/2 = \frac{H1}{2}(cos2\pi x / в + 1). \quad (17)$$

На основе полученного выражения определим площадь сечения гребня под линией косинусоиды и осью Х:

$$S_2 = 2\,\frac{H1}{2}\int_0^{\frac{в}{2}}\left(\cos 2\pi x\,\frac{2\pi}{в} + 1\right)dx =$$

$$= H_1\left(\frac{в}{2\pi} sin\,\frac{2\pi}{в}x + x\right)\Big|_{-\frac{в}{2}}^{\frac{в}{2}} = H_1\left(\frac{в}{2\pi} sin\,\frac{2\pi}{в}\,\frac{в}{2} + \frac{в}{2} - 0 = \frac{в}{2}H_1\right). \quad (18)$$

Тогда с счетом выражения (18) получим итоговую формулой для определения площади сечения гребня перед уборкой:

$$S = в\ h_1 + \frac{в}{2}H_1. \quad (19)$$

Проведенные расчеты площадей ограниченные трапецией и косинусоидой показывают, что $S_т = 0.1435м^2$ а $S_{cos} = 0.1495м^2$. Полученные данные говорят о том, что площади отличаются на 4,18%.

Выводы. Гребневые технологии производства картофеля позволяют получить запланированный урожай с учетов соблюдения требований к самой форме гребня. Современные гребнеобразователи позволяют получить четкую трапецеидальную форму: высота гребня 300 мм, ширина основания 500 мм, ширина гребня по вершине – не менее 200 мм. Для комфортного роста клубней картофеля в гряде нужно создать и необходимый объем почвы. Получены аналитические зависимости для расчета параметров гребня при его окончательном формировании перед всходами (1) и перед ее уборкой (19). Полученные данные расчета параметров позволят использовать их при обосновании рабочих органов гребнеобразователей и картофелеуборочных комбайнов.

Список источников

1. Старовойтова О.А. Разработка и совершенствование элементов технологии возделывания картофеля применительно к условиям изменяющегося климата Нечерноземной зоны России - дис.... докт. с.-х. наук: 05.20.01 / О.А. Старовойтова. 2020.

2. Гаджиев П.И., Рамазанова Г.Г., Манаенков К.А. Повышение эффективности обработки почвы для комбайновой уборки картофеля // Наука в центральной России, 2020. No4(46). С.33-40-doi:10.35887/2305-2538-2020-4-33-40.

3. Гаджиев П.И., Башкиров А.П., Рамазанова Г.Г., Гаджиев И.П., Шершнев Н.С. Влияние технологических приемов на урожайность картофеля // Наука в центральной России. 2022. No3(57). С. 41-47.– DOI 10.35887/2305-2538-2022-3-41-47.

4. Особенности работы гребнеобразователей. /Башкирев А.П., Шварц А.А., Шершнев Н.С. //Наука в центральной России. 2020. № 3 (45). С. 47-52. DOI: 10.35887/2305-2538-2020-3-47-52.

5. Старовойтова, О.А. Физико-механические параметры почвы при выращивании картофеля на грядах / О.А. Старовойтова, В.И. Старовойтов, А.А. Манохина, С.М. Духанина // Земледелие. – 2018. – № 5. – С. 16-20.

6. Основные свойства гребнеобразования. /Башкирев А.П., Шершнев Н.С.//В сборнике: Актуальные проблемы молодежной науки в развитии АПК. материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Курск, 2020. С. 369-371.

7. Особенности возделывания картофеля на поливе. / Башкирев А.П., Шершнев Н.С. //В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 17-21.

8. Гаджиев П.И. Агротехнические показатели фрезерования почвы с зубцеобразной формой ножа / П.И. Гаджиев, М.С. Шикалов, Г.Г. Рамазанова, А.И. Алексеев // Ресурсо- сберегающие экологически безопасные технологии и оборудование в АПК. Материалы международной научно-практической конференции. 18–19 апреля 2019. С.25–29.

9. Рамазанова Г.Г. Параметры и режимы работы фрезы для предпосадочной обработки почвы под картофель: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01.М., 2016. 132 с.

10. Бронштейн, И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов: учебное пособие для вузов / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 608 с. — ISBN 978-5-507-44578-3. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/238460 (дата обращения: 28.03.2023).

References

1. Starovoitova O.A. Development and improvement of elements of potato cultivation technology in relation to the conditions of the changing climate of the Non-Chernozem zone of Russia - dis.... Doctor of Agricultural Sciences: 05.20.01 / O.A. Starovoitova. 2020.

2. Gadzhiev P.I., Ramazanova G.G., Manaenkov K.A. Improving the efficiency

of tillage for combine harvesting of potatoes // Science in Central Russia, 2020. No4(46). pp.33-40-doi:10.35887/2305-2538-2020-4-33-40

3. Gadzhiev P.I., Bashkirov A.P., Ramazanova G.G., Gadzhiev I.P., Shershnev N.S. The influence of technological techniques on potato yield // Science in Central Russia. 2022. No3(57). pp. 41-47.– DOI 10.35887/2305-2538-2022-3-41-47.

4. Features of the comb-forming machines. Bashkirev A.P., Shvartz A.A., Shershnev N.S. //Science in Central Russia. 2020. No. 3 (45). pp. 47-52. DOI: 10.35887/2305-2538-2020-3-47-52

5. Starovoitova, O.A. Physico-mechanical parameters of the soil when growing potatoes on ridges / O.A. Starovoitova, V.I. Starovoitov, A.A. Manokhina, S.M. Dukhanina // Agriculture. – 2018. – No. 5. – pp. 16-20.

6. Basic properties of comb formation. /Bashkirev A.P., Shershnev N.S.//In the collection: Actual problems of youth science in the development of agriculture. materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference. Kursk, 2020. pp. 369-371.

7. Features of potato cultivation on irrigation. / Bashkirev A.P., Shershnev N.S. //In the collection: Youth science - development of the agro-industrial complex. Materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists. 2020. pp. 17-21.

8. 10. Gadzhiev P.I. Agrotechnical indicators of soil milling with a tooth-shaped knife / P.I. Gadzhiev, M.S. Shikalov, G.G. Ramazanova, A.I. Alekseev // Resource-saving environmentally safe technologies and equipment in the agro-industrial complex. Materials of the international scientific and practical conference. April 18-19, 2019. pp.25–29.

9. Ramazanova G.G. Parameters and modes of operation of the milling cutter for pre-planting tillage for potatoes: dis. ... Candidate of Technical Sciences: 05.20.01.M., 2016. 132 p.

10. Bronstein, I. N. Handbook of mathematics for engineers and students of higher education institutions: a textbook for universities / I. N. Bronstein, K. A. Semendyaev. — Saint Petersburg: Lan, 2022. — 608 p. — ISBN 978-5-507-44578-3. — Text: electronic // Lan : electronic library system. — URL: https://e.lanbook.com/book/238460 (accessed: 03/28/202).

Информация об авторах

Н.С. Шершнев – аспирант.

Information about the authors

N. Shershnev - postgraduate student.

Вклад авторов: Н.С. Шершнев выполнил все этапы обоснования параметров гребня при возделывании картофеля.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: N.Shershnev completed all the stages of substantiating the parameters of the ridge when cultivating potatoes.

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию (Received): 23.09.2023 Принята к публикации (Accepted): 24.10.2023