

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КАРТОФЕЛЬНОЙ ГРЯДКИ ПРИ РАБОТЕ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН

*Виталий Бончик, Павел Федирко, Виталий Хрустинский*

*Подольский государственный аграрно-технический университет*

*Ул. Шевченка, 13, Каменец-Подольский, Украина. E-mail: vitaliy-bonchik@ukr.net*

*Vitaliy Bonchik, Paul Fedirko, Vitaliy Chrustinski*

*Podolskiy State Agrarian and Engineering University*

*St. Shevchko, 13, Kamenets-Podolskiy, Ukraine. E-mail: vitaliy-bonchik@ukr.net*

**Аннотация.** В статье представлены результаты экспериментальных исследований геометрических параметров профиля картофельной грядки и размещения клубненосного гнезда в грядке.

В трудах известных ученых изучены закономерности процесса подкапывания картофельной грядки, механизированный способ сбора картофеля с помощью картофелеуборочных машин, но уровень механизации производства картофеля еще не отвечает агротехническим требованиям.

Проведены полевые исследования геометрических параметров профиля картофельной грядки и клубненосного гнезда на опытном поле Подольского государственного аграрно-технического университета.

Определение параметров профиля картофельной грядки, определение координат размещения клубней в гнезде путем проведения среза каждого гнезда и измерения координат  $s$ .

помощью двух взаимно перпендикулярных линий

Предложены рациональные параметры подкапывающих рабочих органов картофелеуборочных машин.

Определены максимальные границы залегания клубненосного гнезда. Глубина залегания нижнего клубня относительно начала осей координат составляла  $y_n = -1,5$  см, а верхнего клубня  $y_v = 19,0$  см. Отклонение клубненосного гнезда от середины строки влево составляло  $x_l = -12,0$  см, вправо -  $x_p = 18,0$  см.

Рассчитаны верхние границы надежных интервалов с надежностью 0,99.

Приведены аналитические зависимости результатов статистической обработки полученных данных и построены схемы определения координат профиля картофельной грядки и размещения клубненосного гнезда в грядке.

Линия профиля картофельной грядки с достаточной точностью описана экспоненциальным уравнением.

Профиль клубненосного гнезда описывается эллипсом, размеры которого определяются шириной и высотой зоны размещения клубней.

**Ключевые слова:** исследования, почва, картофельная грядка, клубненосное гнездо, машина, производительность.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Одной из важнейших культур в Украине есть

картофель. Она успешно используется в качестве пищевого продукта, сырье для крахмально-спиртного производства и кормовая культура.

После картофеля почва остается в разрыхленном и чистом от сорняков состоянии и служит добрым предшественником для многих культур в севообороте.

Моментом ответственности в выращивании картофеля является сбор урожая. На сегодняшний день все более распространяется механизированный способ сбора картофеля с помощью картофелеуборочных машин, которые значительно снижают затраты труда. Однако уровень механизации производства этой культуры еще не отвечает агротехническим требованиям. Опыт эксплуатации картофелеуборочных машин показал значительные недостатки при их работе, а именно: недостаточная надежность, неполная, а в некоторых случаях невозможна сепарация вороха, повышены потери и повреждения клубней. Это объясняется тяжелыми грунтовыми условиями и содержанием большого количества почвы в ворохе (до 98%).

Важную роль при подкапывании клубней играет глубина подкапывания, а также геометрические параметры картофельной грядки, размещения клубненосного гнезда в грядке. Каждый лишний сантиметр почвы, которая попадает на подкапывающие рабочие органы машины, составляет почти 100 т на 1 га. Потому для уменьшения количества почвы, которая поступает на сепарирующие органы картофелеуборочной машины, необходимо обеспечить оптимальные параметры подкапывающих рабочих органов.

### АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Фундаментальные основы при изучении закономерностей процесса подкапывания картофельной грядки изложены в трудах известных ученых: Г.Д. Петрова, И.Р. Розмисловича, З.В. Ловкиса, М.И. Самокиша, И.Н. Бендеры, А.А. Андреева, М.Б. Угланова, А.А. Герасимова, Прохорова М.Ф., К.С. Козюры, В.А. Желиговского, Г.П. Солодухина и других [5-9, 11, 15-16].

В связи с этим в течение 2009-2014 годов во время сбора урожая были проведены полевые исследования геометрических параметров профиля картофельной грядки и клубненосного гнезда.

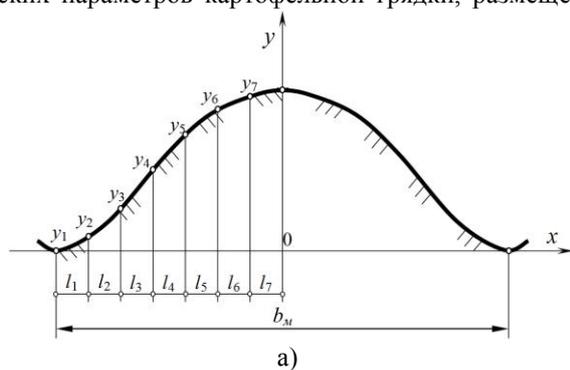
Измерения проводились на опытном поле По-

дольского государственного аграрно-технического университета. Характеристика участка при полевых исследованиях следующая:

- а) сорт картофеля – Невский,
- б) способ посадки – гребенной,
- в) тип почвы – слабовылугованный чернозем,
- г) влажность почвы – 17,5%,
- д) рельеф – ровен.

#### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

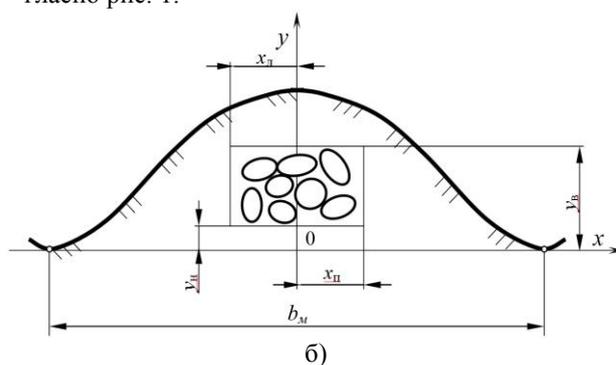
Целью работы является обоснование геометрических параметров картофельной грядки, размеще-



ния клубненосного гнезда в грядке и выбор формы подкапывающих рабочих органов картофелеуборочной машины.

#### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Методика экспериментальных исследований [10] охватывала определение параметров профиля картофельной грядки, определения координат размещения клубней в гнезде путем проведения среза каждого гнезда и измерения координат с помощью двух взаимно перпендикулярных линеек [1-4] согласно рис. 1.



**Рис. 1.** Схема определения координат: а – профиль картофельной грядки; б – размещение клубней в гнезде  
**Fig. 1.** Chart of determination of coordinates: а – and is a profile of potato bed; б – it is placing of tubers in a nest

**Таблица 1.** Координаты профиля картофельной грядки

**Table 1.** Coordinates of profile of potato bed

Очередность	Координата	№ опыту										Среднее значение
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	x	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
	в	0	2,5	1,5	1,5	1,0	1,5	2,0	2,5	1,5	3,0	1,7
2	x	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25
	в	2,0	4,0	3,5	3,0	1,5	2,0	3,5	4,5	2,5	4,5	3,1
3	x	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20
	в	5,5	7,5	6,0	5,0	5,5	4,5	4,0	5,5	4,0	6,5	5,4
4	x	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15
	в	7,0	8,5	12,5	10,5	8,0	7,5	9,5	10,0	9,5	8,0	9,1
5	x	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10
	в	9,5	10,5	13,0	13,5	10,0	9,5	11,5	13,0	14,0	13,5	11,8
6	x	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
	в	13,5	14,0	15,5	16,5	16,0	13,5	14,5	17,0	17,5	16,5	15,4
7	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	в	17,0	19,0	20,0	21,5	20,0	18,5	19,0	22,5	23,0	20,5	21,0
8	x	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	в	18,5	19,5	21,0	22,5	21,5	20,0	18,5	19,5	22,5	21,5	20,5
9	x	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	в	16,5	17,0	17,5	16,5	18,0	15,5	15,0	16,5	17,0	18,5	16,8
10	x	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	в	12,5	13,0	11,5	12,0	13,5	11,0	12,0	11,5	12,5	13,0	12,3
11	x	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	в	9,0	9,5	8,5	7,0	7,5	6,5	7,0	6,0	7,5	8,0	7,6
12	x	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	y	5,0	6,0	4,5	5,5	4,0	3,5	4,5	3,0	4,0	5,5	4,5
13	x	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	в	2,5	3,5	2,0	3,0	1,5	1,0	2,5	1,5	2,0	3,0	2,2
14	x	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
	в	0,5	0	1,0	1,5	1,0	0	0	1,0	1,5	0,5	0,6

**Таблица 2.** Координаты расположения клубней в гнезде  
**Table 2.** Coordinates of location of tubers in a nest

Координата	№ опыта										Среднее значение
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
у-верхнее	16,0	13,5	19,0	18,5	14,0	17,0	14,5	15,0	16,0	17,5	16,1
у-нижнее	2,5	1,5	-0,5	1,0	-1,0	2,0	-1,5	2,5	2,0	-1,0	0,7
х-левое	-6,0	-3,5	-10,0	-12,0	-7,0	-11,0	-11,5	-4,0	-5,5	-6,5	-7,7
х-правое	15,0	12,0	14,5	10,5	18,0	9,0	13,5	15,5	16,0	14,0	13,8

Результаты измерений координат профиля картофельной грядки и размещения клубней в гнезде были сведены в таблице 1 и 2.

Результаты статистической обработки полученных данных [17-20] показали, что линия профиля картофельной грядки с достаточной точностью может быть описана экспоненциальным уравнением:

$$Y_i = 210,6 \exp \left[ -\frac{(X_i - 350)^2}{36508} \right], \quad (1)$$

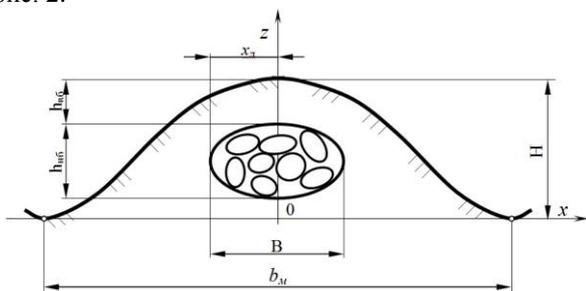
где:  $Y_i$  – бегущая координата высоты профиля картофельной грядки, мм;  $X_i$  – бегущая координата ширины картофельной грядки, мм.

Уравнение (1) справедливо при условии размещение осей координат:

$Y$  – перпендикулярно осевой линии грядки, которая проходит через ось симметрии;

$X$  – по нижней кромке грядки.

Профиль клубненосного гнезда описывается эллипсом, размеры которого определяются шириной и высотой зоны размещения клубней согласно рис. 2.



**Рис. 2.** Схема профиля клубненосного гнезда  
**Fig. 2.** Chart of profile of nest

В координатных осях форма гнезда в профиле картофельной грядки описывается уравнением:

$$H^2 X^2 + B \left[ z - \left( \frac{H}{2} + \Delta h \right) \right] = B^2 H^2, \quad (2)$$

где:  $Z, X$  – координаты профилю клубненосного гнезда, мм;  $H$  – высота, мм,  $H = h_{HK} - h_{BK}$ ;  $B$  – ширина гнезда, мм.

После возделывания экспериментальных данных были определены максимальные границы залегания клубненосного гнезда [12-14]. С этой целью были рассчитаны верхние границы надежных интервалов с надежностью 0,99. Глубина залегания нижнего клубня относительно начала осей координат составляла  $u_n = -1,5$  см, а верхнего клубня  $u_v = 19,0$  см. Отклонение клубненосного гнезда от середины строки влево составляло  $x_n = -12,0$  см, вправо -

$x_n = 18,0$  см.

## ВЫВОДЫ

1. Ширина подкапывающего рабочего органа должна быть не более как 400 мм.
2. На супесчаных и легкосуглинистых почвах с малой засоренностью необходимо использовать корытоподобные лемехи.
3. На среднесуглинистых почвах с повышенной засоренностью необходимо применять лемехи треугольной формы.
4. Для прямолинейности хода подкапывающих рабочих органов по осевой линии строки необходимо использовать копирующие котки.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Веденяпин Г.В. 1973.** Общая методика экспериментальных исследований и обработки опытных данных. – М.: Колос, – 198.
2. **Верещагин Н.И., Пшечников К.А., Герасимов В.С. 1983.** Уборка картофеля в сложных условиях. – М.: Колос, 1983. – 206.
3. **Воднев В.Т., Наумович А.Ф., Наумович Н.Ф. 1988.** Основные математические формулы. – Минск: Высшая школа, 1988. – 269.
4. **Вольф В.Г. 1976.** Статистическая обработка опытных данных. – М.: Колос, – 254.
5. **Федирко П.П., Бендера И.Н., Андреев А.А., Самокиш М.И., Ловкис З.В., Угланов М.Б. 1991.** Выкапывающий рабочий орган для корне-клубнеплодов. А.с. 1676493 СССР, МКИ А 01 D13/00. - № 4729271/15 Заявлено 09.08.89. Оpubл. 15.09.91., Бюл. №34 – 2.
6. **Размыслович И.Р., Скварски Б.Т., Кроптов А.И., Угланов М.Б. 1986.** Выкапывающий рабочий орган корнеклубнеуборочной машины: А.с. 1276283 СССР, МКИ А 01 D 19 /12/ - № 3744397 / 30 – 15. Заявлено 22.05.84. Оpubл. 04.11.86. Бюл. №46 – 5.
7. **Герасимов А.А., Прохорова М.Ф. 1978.** Особенности развития технологии уборки картофеля и конструкции картофелеуборочных машин // Труды ВИМ. -М., Т. 80. – 41–52.
8. **Дорохов А.П., Литвинов А.В. 1984.** Методические вопросы исследования рабочих органов картофелеуборочных комбайнов // Труды ЧИМЭСХ. – Челябинск. – Вып. 43. – 61 – 63.
9. **Петров Г.Д. 1984.** Картофелеуборочные машины. – 2-ое изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение – 320.

10. **Желиговский В.А. 1970.** Элементы теории почвообрабатывающих машин и механической технологии сельскохозяйственных материалов. – Тбилиси: Изд-во Груз. с.-х. института, – 364.
11. **Козюра К.С. 1978.** Исследование влияния некоторых факторов на производительность картофелеуборочного комбайна // Труды ВИМ. – М., 1978. – Т. 80. – 61 – 76.
12. **Мельников С.В., Алешкин В.Р., Рощин П.М. 1980.** Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Колос, 1980. – 168.
13. **Степнов М.Н. 1985.** Статистические методы обработки результатов механических испытаний. – М.: Машиностроение, – 232.
14. **Синеоков Г.Н., Панов И.М. 1977.** Теория и расчёт почвообрабатывающих машин. – М.: Машиностроение, 328.
15. **Пастухов В.М., Беловол С.А. 2014.** Обоснование параметров процесса обработки почвы в междурядьях ротационным рабочим органом // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – Vol.16. No7. 140-149.
16. **Размыслович И.Р. Сквирский Б. 1985.** Исследование комбинированного сепарирующего рабочего органа картофелеуборочных машин – Тракторы и сельхозмашины, №11 – 34 – 36.
17. **Ферендюк А.И. 2014.** Анализ баланса мощности фрезерного культиватора с вибрационными рабочими органами // MOTROL. Commission of Motorization and energetics in agriculture- Vol.16. No.4. 157-161
18. **Jasinski B. 1987.** Nowy Krajowy Kombajn do zlioru riemniekow // Maszynyi Cianiki Rolnice. - №12. – 10.
19. **Mc. Gechan M. , 1977.** An investigation into the Relative Effectiveness of Various Piddling Motions for Removal of soil from Potatoes. I. agric. Engn. Res. 22.
20. **Karwowski T. 1982.** Teoria i konstrukcia maszyn rolnicznych T. Z. Warsawa: PwRiL, 1982. – 429

### THE RESULTS OF EXPERIMENTAL RESEARCHES GEOMETRIC PARAMETERS OF A POTATO-BED FOR THE WORK OF A POTATO HARVESTERS

**Summary.** In the article the results of experimental researches of geometrical parameters of type of potato bed and placing of potato nest are presented in a bed.

In labours of the known scientists conformities to the law of process of undermining of potato bed, mechanized method of collection of potato, are studied by machines, but the level of mechanization of production of potato does not yet answer agrotechnical requirements.

Researches of the fields of geometrical parameters of type of potato bed and potato nest are conducted on the experimental field of the Podolsky State Agricultural And Technical University.

Determination of parameters of type of potato bed, determinations of coordinates of placing of tubers in a nest by conducting of cut of every nest and measuring of coordinates with by a help two mutually perpendicular lines.

The rational parameters of undermining workings organs of картофелеуборочных machines are offered.

The maximal scopes of bedding of potato nest are certain. Depth of bedding of lower tuber relatively beginnings of axes of co-ordinates were made by  $y_n = -1,5$  see, and overhead tuber of  $y_b = 19,0$  see. Deviation of potato nest from the middle of line to the left made  $x_{nl} = -12,0$  see, to the right –  $x_n = 18,0$  see.

The high bounds of reliable intervals are expected with reliability 0,99.

Analytical dependences of results of the statistical processing of the got data are resulted and the charts of determination of co-ordinates of type of potato bed and placing of potato nest are built in a bed.

The line of type of potato bed with sufficient exactness is described exponential equalization.

The type of клубненосного nest is described an ellipse sizes of which are determined breadthways and height of area of placing of tubers accordant.

**Key words:** researches, soil, potato bed, potato nest, machine, productivity.