

УДК 631.358.44/45

Грушецький С.М.¹

к.т.н., доцент, кафедра машиновикористання в АПК

E-mail : g.sergiy.1969@gmail.com

Збаравська Л.Ю.¹

к.пед.н., доцент

кафедра фізико-математичних та загальнотехнічних дисциплін

E-mail : olzbaravska@gmail.com

Семеншина І.В.¹

к.ф.-м.н., доцент, кафедра фізико-математичних

та загальнотехнічних дисциплін

E-mail : isemenisina@gmail.com

Скоробогатов Д.В.¹

к.т.н., асистент

кафедра фізики і загальнотехнічних дисциплін

E-mail: dskorobogatov@i.ua

Подільський державний аграрно-технічний університет

Кам'янець-Подільський, Україна

НОВИЙ ПІДКОПУЮЧИЙ РОБОЧИЙ ОРГАН ДЛЯ КОРЕНЕБУЛЬБОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

Анотація

Україна має унікальний природний потенціал, що дозволяє стати лідером по виробництву сільськогосподарської продукції в Європі. Проте, для успішного виходу на західні ринки необхідно забезпечити перш за все конкурентоспроможність власної продукції, яка досягається при комплексній механізації технологічних процесів, зниженні затрат праці, збільшенні врожайності та якості одержуваної продукції.

У статті запропоновано новий підкопуючий робочий орган для коренебульбозбиральних машин при сучасній технології вирощування і збирання картоплі в умовах їх застосування, який би забирив разом з бульбами мінімальну кількість ґрунту і забезпечував можливість кращого дроблення пласта для полегшення сепарації при підвищенні експлуатаційної продуктивності, технологічної надійності підкопуючого робочого органу і зниженню його тягового опору.

Дослідження проблеми удосконалення існуючих та винайдення нових перспективних робочих органів картоплезбиральної техніки, обґрунтування оптимальних режимів їх роботи і, в кінцевому результаті, забезпечення цієї галузі рослинництва сучасною, високопродуктивною і надійною збиральною технікою.

Результатом дослідження є виявлення перспективних шляхів удосконалення підкопуючих робочих органів для коренебульбозбиральних машин. Визначені техніко-економічні показники удосконалених технологій збирання картоплі.

Ключові слова: картопля, картоплезбиральна техніка, технологія, вирощування картоплі, збирання картоплі, підкопуючий робочий орган, леміш, зубчастий диск, сепарація.

Вступ. Україна має унікальний природний потенціал, що дозволяє стати лідером по виробництву сільськогосподарської продукції в Європі. Проте, для успішного виходу на західні ринки необхідно забезпечити перш за все конкурентоспроможність власної продукції, яка досягається при комплексній механізації технологічних процесів, зниженні затрат праці, збільшенні врожайності та якості одержуваної продукції [1]. Вирощування картоплі в нашій країні здійснюється за технологіями позаминулого століття, і якщо

раніше вирощування картоплі було механізованим, то зараз в більшості господарств вона вирощується вручну. З проведенням реформ на селі картоплярство розсіялося по малих селянських, фермерських та садово-городніх ділянках, де розміщено близько 95% цієї культури.

Машина для вирощування картоплі в Україну завозились і завозяться в основному з Росії, Білорусі та Німеччини. Картоплярі часто беруть за приклад сусідню Білорусь, де технологічний цикл повністю забезпечений державою, працюють відповідні заводи.

Постає проблема удосконалення існуючих та винайдення нових перспективних технологій і робочих органів картоплезбиральної техніки, обґрунтування оптимальних режимів їх роботи і, в кінцевому результаті, забезпечення цієї галузі рослинництва сучасною, високопродуктивною і надійною збиральною технікою.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблеми вирощування та збирання картоплі присвячено чимало друкованих праць. Проблемами картопляної галузі займаються такі вчені, як Ходаківський Є.І., Положенець В.М., Приймачук Т.Ю., Вождай Н.В., Буняк Н.М., Лавров Р.В., Мех Л.М., Бондарчук А.А., Кононунченко В.В. та ін. [2-10].

Стратегічні питання по вирощуванню картоплі в Україні із використанням найсучасніших техніки і технологій, яка б мала конкурентоспроможні якісні показники, дослідники у своїх працях, на жаль, оминають. Тому, розуміння сучасного стану в галузі картоплярства є завжди актуальною проблемою.

Мета. Метою публікації є систематизація й узагальнення дослідження щодо сучасних технологій вирощування і збирання картоплі та створення нової конструкції підкопуючого робочого органу який би забирав разом з бульбами мінімальну кількість ґрунту і забезпечував можливість кращого дроблення пласта для полегшення сепарації при підвищенні експлуатаційної продуктивності, технологічної надійності підкопуючого робочого органу і зниженню його тягового опору.

Методологія дослідження. В процесі досліджень використовувались загальні методики дослідження (спостереження, порівняння, аналіз, метод експертних оцінок, патентний пошук).

Результат. Відомі підкопувальні робочі органи залежно від характеру дії на картопляний шар діляться на пасивні, активні і комбіновані, залежно від форми – на плоскі, секційні і циліндричні, а також форма вгнутої передньої частини аналогічна формі гнізда коренебульбоплодів, циліндроїдальна поверхня плоска, задня частина – випукла [11].

Недоліком згаданого підкопуючого робочого органу є те, що при використанні циліндроїдального леміша на сепарувальній прутковий елеватор подається частково пласт бульбоносної маси і проходить розвалювання ґрунту з частиною бульб по сторонах на спušених не зв'язних ґрунтах, що погіршує повне просіювання грудок ґрунту і призводить до неефективного використання збиральної машини, зниження технологічної надійності процесу підкопування, збільшення тягового опору при агрегуванні коренебульбозбиральної машини і її продуктивності.

Технічний результат залежить від зниження затрат часу на зупинку збирального агрегату і чистку підкопуючого робочого органу від рослинних залишок, а також у зниженні енергозатрат на підкопування картопляного вороху.

Поставлена мета по усуненню недоліку досягається тим, що в картоплезбиральну машину вводиться те, що до підкопувача кріпиться частково циліндроїдальний леміш замість плоского. Передня частина циліндроїдального леміша складається із вгнутого корпусу на першому етапі технологічного процесу підкопування у бік картопляного вороху. Це дозволяє шляхом зміни форми леміша зменшити подачу картопляного вороху

на сепаруючій пристрій при гребеневій посадці на 25-30 %, при гладкій – на 50-60%. На другому етапі середня частина корпусу полицевої поверхні плоска з прутків у поперечно-вертикальній площині і сепаруючих прутків у поздовжньо-вертикальній площині і на третьому етапі кінцева частина полицевої поверхні випукла із прутків у поперечно-вертикальній площині, що викликає руйнування пласта і часткової сепарації на поздовжньо-вертикальній площині і рівномірного розподілення його на сепаруючій поверхні для полегшення сепарації. По обидві сторони циліндроїдального леміша розміщені вертикально зубчасті диски, на неробочих кромках зубів виконані ґрунтозацепи у вигляді плоского рівнобедреного трикутника бокові сторони якого мають ріжучу кромку з кутом відгину до площини диска в одну і другу сторону перемінно на 90° . В зубчастому диску виконано ряд отворів, центри яких розміщено концентрично осі обертання зубчастого диска, при цьому відстань між зовнішньої кромки зуба диска до осі отвору рівна глибині підкопування картопляного вороху і допустима 140...250 мм. Діаметр отвору у зубчастому диску може бути виконаний у межах 30...37 мм.

На рис. 1 зображено зону розміщення бульб: B_{ep} – ширина грядки, B – ширина захвату передньої підкопуючої частини лемішу дорівнює ширині гнізда b_{gn} розміщення бульб із врахуванням поперечних відхилень рядка від осьової лінії 2δ ; h_k – глибина копання; h – глибина залягання крайніх по глибині бульб. Ширина кінцевої частини леміша коренебульбозбиральної машини дорівнює ширині сепаруючої частини.

Запропонований підкопуючий робочий орган для коренебульбозбиральних машин зображено на рис. 2 [12] – вид збоку при збиранні картоплі: V_m – швидкість машини; Q_o – подача загальної кількості вороху до якого входить $r(t_i)$ – кількість дрібних частинок ґрунту в момент часу t , $k(t_i)$ – кількість бульб в момент часу t , $m(t_i)$ – кількість рослинних залишок в момент часу t , $q(t_i)$ – кількість крупних грудок в момент часу t ; α_n – кут нахилу циліндроїдального леміша до горизонту; рис. 3 – вид зверху циліндроїдального леміша: γ – кут скосу ковзання скиби з підкопаним кущем бульб по лезу; рис. 4 – вид леміша в розрізі А-А, Б-Б, В-В і Г-Г – рис. 3; рис. 4 – вид Д зверху плоского рівнобедреного трикутника – рис. 2.

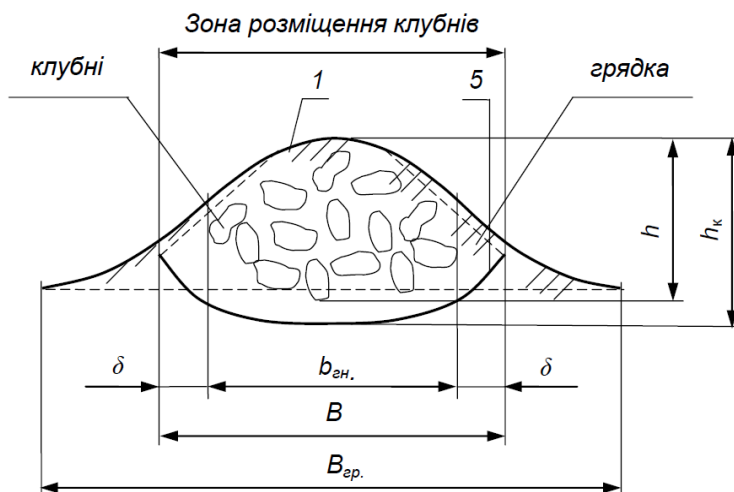


Рис. 1. Зона розміщення бульб

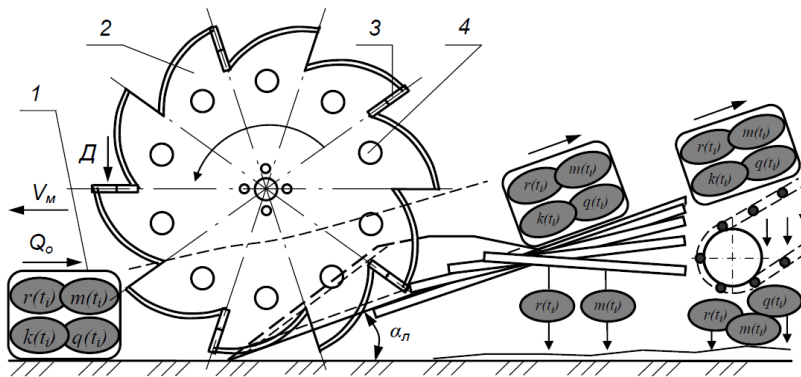


Рис. 2. Робочий орган для коренебульбозбиральних машин (вид збоку)

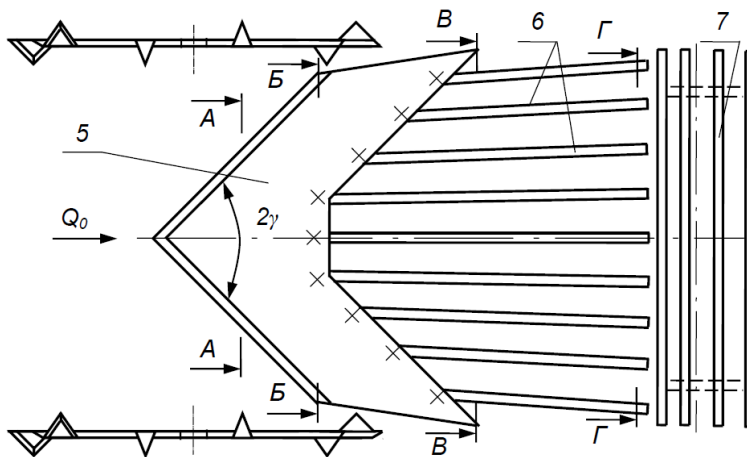


Рис. 3. Робочий орган для коренебульбозбиральних машин (вид зверху)

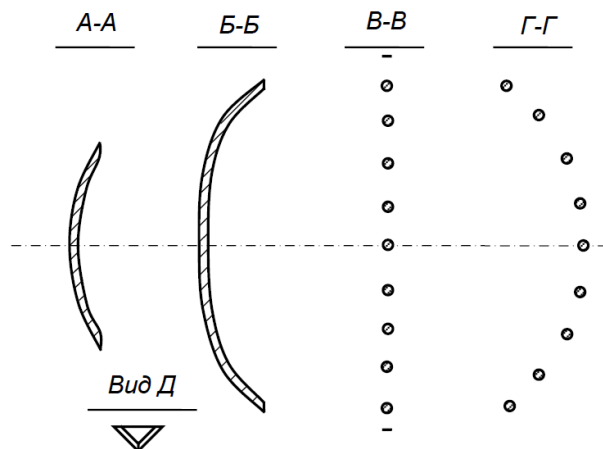


Рис. 4. Вид леміша в розрізі

Технологічна схема процесу підкопування складається з картопляного вороху 1 по обидві сторони якого розміщені два вертикальні зубчасті диски 2 з ґрунтозацепами 3. У диску виконано ряд отворів 4 центри яких розміщено концентрично осі обертання зубчастого диска, при цьому відстань між зовнішньої кромки зуба диска до осі отвору допустима 140...250 мм. Діаметр отвору у зубчастому диску може бути виконаний у межах 30...37 мм. Циліндроїдальний леміш 5 коренебульбозбиральної машини, на якому рухається підкопаний картопляний ворох 1, який після деякої зміни форми і деформації на сепаруючих прутках 6 у поздовжньо-вертикальній площині попадає на сепаратор 7, після чого відбувається наступний технологічний процес – сепарація.

Працює підкопуючий робочий орган коренебульбозбиральної машини таким чином. При переміщенні машини вздовж рядків картопляного поля за рахунок тракторної тяги робочий орган заглиблюється у картопляний ворох, при цьому відбувається підрізання пласта знизу циліндроїдальним лемішем 5. За рахунок поступового руху картоплекопача і зчеплення зубчастих дисків 2 з ґрунтом, які забезпечуються силами тертя на бокові поверхності, безпосередньо ґрунтозацепи 3 повертають диски на своїх осях. При цьому відбувається перерізування рослинних залишок як робочою кромкою зубчастого диска 2, так і ріжучими кромками ґрунтозацепів 3, а також відбувається відрізання картопляного пласта по бокам. За рахунок защемлення між дисками 2 і циліндроїдальним лемішем 5 коренебульбозбиральної машини подається зменшений пласт вороху 1 по вгнутій передній частині, далі по середній плоскій прутковій 6 поздовжньо-вертикальній площині і при сході з нього – по випуклій прутково-сепаруючій поверхні у поперечно-вертикальній площині, попадає на сепаруючий робочий орган 7 частково дроблений, відсепарований і рівномірно розподілений для подальшої сепарації. Краща сепарація бульб від ґрунту буде відбуватися за рахунок:

а) відрізання картопляного пласта по бокам зубовими дисками, так і ріжучими кромками ґрунтозацепів з частковим руйнуванням його;

б) зменшення подачі пласта вороху при русі по циліндроїдальному лемішу коренебульбозбиральної машини;

в) поперечної деформації пласта і часткової сепарації під час його руху по середній плоскій прутковій полицевій поверхні коренебульбозбиральної машини;

г) поперечної деформації пласта і часткової сепарації під час його руху по випуклій прутковій полицевій поверхні на виході коренебульбозбиральної машини;

д) рівномірного розподілу вороху на виході з пруткової полицевої поверхні коренебульбозбиральної машини на сепаруючу поверхню.

Висновки і перспективи. Таким чином, за рахунок запропонованих зубових дисків з ріжучими кромками ґрунтозацепів і зміни форми леміша коренебульбозбиральної машини на циліндроїдальний, а також плоску полицеву поверхню на прутково-сепаруючу, зменшиться подача картопляного вороху на сепаруючий пристрій, що забезпечує можливість кращого дроблення пласта для полегшення сепарації при підвищенні експлуатаційної продуктивності, технологічної надійності підкопуючого робочого органу і зниженню його тягового опору, виключає застосування грудкопошкоджуючих пристроїв і зберігає бульби від механічних пошкоджень під час збирання коренебульбозбиральною машиною.

Запропонована схема підкопуючого робочого органу коренебульбозбиральної машини зменшує подачу ґрунту на сепаруючі робочі органи і покращує сепарацію бульб, за рахунок чого зменшуються їх механічні пошкодження, забезпечується краще зберігання картоплі, зменшується кількість сепаруючих пристроїв, збільшується продуктивність агрегату.

Конструкція підкопуючого робочого органу для коренебульбозбиральних машин

може бути використана для викопування картоплі, столового буряка, цибулі, ріпи та інших шароподібних кореневульбоплодів.

Список використаних джерел

1. Грушецький С.М. Аналіз сучасних технологій вирощування і збирання картоплі. *Збірник наукових праць ПДАТУ*. 2016. С. 55-64.
2. Ходаківський Є.І., Положенець В.М., Чуб Д.В. Виробництво та споживання картоплі. *Економіка АПК*. 2006. № 7. С. 109-111.
3. Приймачук Т.Ю., Вождай Н.В., Лукашенко Т.Ю., Проценко А.В. Економічні аспекти розвитку ринку картоплі в Житомирській області *Вісник аграрної науки*. 2008. № 8. С. 65-69.
4. Буняк Н.М. Економічна ефективність виробництва та реалізації картоплі. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 2. С. 73-75.
5. Лавров Р.В. Сучасний стан і проблеми формування ринку картоплі в Україні. *Актуальні проблеми економіки*. 2007. № 6 (72). С. 12-21.
6. Мех Л.М. Сучасний стан і механізм функціонування ринку картоплі *Економіка АПК*. 2004. № 12. С. 116-122.
7. Бондарчук А.А. Стан картоплярства в Україні та перспективи його розвитку. *Вісн. аграр. науки*. 2006. № 3-4. С. 49-50.
8. Кононунченко В.В., Сторожук В.А. Ринок картоплі в Україні: стан та проблеми. *Картоплярство*. 2002. № 31. С. 3-15.
9. Грушецький С.М. Обґрунтування конструкції і параметрів лемішно-полицевого картоплекопача з барабанним сепаратором картопляного вороху: дис.... канд. техн. наук : 05.05.11 / Він. нац.аграр.ун-т. Вінниця, 2008. 285с.
10. Грушецкий Сергей, Фирман Юрий. Исследование и обоснование параметров лемешно-отвального картофелекопателя с барабанным сепаратором картофельного вороха. *MOTROL. Commission of Motorization and energetics in agriculture*. 2015. Vol. 17, No.1. 17-26.
11. Леміш кореневульбозбиральної машини: пат. № 31779 Україна: МПК (2006). № у 2007 12978; заявл. 23.11. 2007; опубл. 25.04. 2008, Бюл. № 8.
12. Підкопуючий робочий орган для кореневульбозбиральних машин: пат. № 99259 Україна, МПК (2015) A01D21/00. № у 2014 12978; заявл. 15.12. 2014; опубл. 25.05. 2015, Бюл. № 10.

Дата надходження статті до редакції : 25.08.2017.

1 рецензування 25.09.2017 Прийняття в друк: 14.12.2017

Hrushetskiy S.M.¹

PhD (Technics), Associate Professor

Department of mashynovkorystannya in agriculture

E-mail : g.sergiy.1969@gmail.com

Zbaravska L.Yu.¹

PhD (Pedag. sciences), Associate Professor

Department of Physics, Mathematics and General Technical Sciences

E-mail : olzbaravska@gmail.com

Semenishina I.V.¹

PhD (Physics and mathematics sciences), Associate Professor

Department of Physics, Mathematics and General Technical Sciences

E-mail : isemenishina@gmail.com

Skorobogatov D.V.¹

PhD, Assistant

Chairs of physics and general technical disciplines

E-mail: dskorobogatov@i.ua

¹ *State Agrarian and Engineering University in Podilya
Kamianets-Podilskyi, Ukraine*

NEW DIGGING WORKING BODY FOR ROOT POTATO HARVESTER

Abstract

Ukraine has a unique natural potential, which allows it to become a leader in the production of agricultural products in Europe. However, for successful entry into the western markets, it is necessary to ensure, first of all, the competitiveness of its own products, which can be achieved by the complex mechanization of technological processes, reducing labor costs, increasing yields and quality of the received products. A new digging body for root harvesters was proposed in terms of the modern technology of cultivating and harvesting potatoes, which would collect both the minimum amount of soil and the tubers and ensure the better furrow slice fragmentation to facilitate separation in terms of increased operational efficiency, technological reliability of the digging working body and reduction of drawing resistance. Investigation of the problem of improving the existing and the invention of up-to-date working bodies of potato harvesting equipment, justification of optimal modes of their work and, as a result, providing this crop sector with modern, highly-efficient and reliable harvesting equipment.

Theoretical analysis of psychological and educational literature on research with a view to the selection and interpretation factual material; analysis of concepts, theories and techniques was aimed to identify ways of solving problems studied closest to students' future careers.

The result of the study is the identification of advanced ways to improve the digging working bodies for root potato harvesters.

Technological and economic indicators of advanced potato harvesting technologies are determined.

Keywords: potato, potato harvesting technique, technology, potato cultivation, potato harvesting, digging working body, plowshare, toothed disk, separation.

References

1. Hrusheckyj, S.M. (2016). Analiz suchasny`x tehnologij vy`roshhuvannya i zby`rannya kartopli [Analysis of modern technologies for growing and harvesting potatoes]. *Zbirnik naukovih prac podil'skogo derzavnogo agrarno-tehnicnogo universitetu*, 24, part 2, 55-64 [in Ukr.].
2. Xodakivs"kyj, S.I., Polozhenec", V.M., & Chub D.V. (2006). Vyrobnycтво ta spozhyvannya kartopli [Production and Consumption potatoes]. *Ekonomika APK*, 7, 109-111 [in Ukr.].
3. Prymachuk, T.Yu., Vozhdaj, N.V., Lukashenko, T.Yu., & Prochenko, A.V. (2008). Ekonomichni aspekty rozvytku rynku kartopli v Zhytomyr's'kij oblasti [Economic aspects of the potato market in Zhitomir region]. *Visnyk ahrarnoyi nauky*, 8, 65-69 [in Ukr.].
4. Bunyak, N.M. (2002). Ekonomichna efektyvnist" vyrobnycтва ta realizaciyi kartopli [The economic efficiency of the production and sale of potato]. *Visnyk ahrarnoyi nauky*, 2, 73-75 [in Ukr.].
5. Lavrov, R.V. (2007). Suchasnyj stan i problemy formuvannya rynku kartopli v Ukraini [Current status and problems of formation of the potato market in Ukraine]. *Aktual"ni problem ekonomiky*, 6 (72), 12-21 [in Ukr.].
6. Mex, L.M. (2004). Suchasnyj stan i mexanizm funkcionuvannya rynku kartopli [Current status and mechanism of potato agribusiness functioning of the market economy] *Ekonomika APK*, 12, 16-122 [in Ukr.].
7. Бондарчук, А.А. (2006). Стан картоплярства в Україні та перспективи його розвитку [Status of potato in Ukraine and prospects of its development]. *Visnyk ahrarnoyi nauky*, 3-4, 49-50 [in Ukr.].
8. Kononunchenko, V.V., & Storozhuk, V.A. (2002). Rynok kartopli v Ukraini: stan ta problemy [Potato market in Ukraine: state and problems] *Kartoplyarstvo*, 31, 3-15 [in Ukr.].
9. Hrusheckyj, S.M. (2008). Obg`runtuvannya konstrukciyi i parametriv lemishno-poly`cevogo kartoplekopacha z barabanny`m separatorom kartoplyanogo voroxu [Ground of construction and parameters of ploughshare-turn potato-harvesting with the drum separator of potato lots] *Extended abstract of candidate's thesis*. Vinnitsa [in Ukr.].
10. Hrusheckyj, Serhej, Fyrman, Yuryj (2015). Yssledovanye y obosnovanye parametrov lemishno-otval"noho kartofelekopatelya s barabanny`m separatorom kartofel"noho voroxa [Research and study options plow, dump potato digger with drum separator potato heap] *MOTROL. Commission of Motorization and energetics in agriculture*, 17 (1), 17-26 [in Poland].
11. Hrushetsky S.M, Bendera I.M., Bilous S.V. *Lemish korenebul`bozby`ral'noyi mashy`ny`*

[Lemon root bottle-picking machine] Patent Ua, no. 31779, 2008. [in Ukr.].

12. Hrushetsky S.M, Gorodinsky V.O., Stavruk D.V., Gromik B.I., Dudar M.O. *Pidkopuyuchy`j robochy`j organ dlya korenebul`bozby`ral`ny`x mashy`n* [Dredging worker for root threshing machines] Patent Ua , no. 99259, 2014. [in Ukr.].

Received: August 25, 2017

Revision: September 25, 2017 Accepted: December 14, 2017