

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОДКАПЫВАЮЩЕГО ЛЕМЕХА ДЛЯ УБОРКИ ЛУКА

THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF DIGGING PLOW FOR ONIONS

А.В. СИБИРЕВ, К.Т.Н.

А.Г. АКСЕНОВ, К.Т.Н.

ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр
ВИМ», Москва, Россия, sibirev2011@yandex.ru

A.V. SIBIRYOV, PhD in Engineering

A.G. AKSENOV, PhD in Engineering

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russia,
sibirev2011@yandex.ru

Качественная работа лукоуборочных машин, как при двухфазном, так и при однофазном способах уборки, обеспечивается удовлетворительной подготовкой поля перед уборкой. Даже незначительное содержание растительных примесей (свободная ботва, сорняки) 2...4 % (по агротехническим требованиям – до 5 %) делает ворох непригодным ни для реализации, ни для хранения. Качество выполнения технологического процесса работы машины для уборки лука определяется работой выкапывающего рабочего органа, так как от его типа и технологических параметров зависят конструктивно-технологические параметры сепарирующих устройств. Представлена конструкция выкапывающего лемеха для уборки корнеплодов и лука машины для уборки лука. Данная конструкция, за счет предварительной сепарации лука от почвенных комков, соизмеримых по размерам с луковицами, и, как результат, снижения поступления почвенных комков на сепарирующие органы уборочной машины, повышает качественные показатели работы сепарирующих органов. Представлены результаты исследований выкапывающего лемеха для уборки корнеплодов и лука по определению подачи вороха лука на подкапывающий лемех в зависимости от изменения физико-механических свойств почвы и технологических параметров (глубина подкапывания и поступательная скорость движения) исследуемого рабочего органа. Описаны методика и применяемое оборудование при проведении исследований. Результаты исследований представлены в виде графических зависимостей, анализ исследований проведен методом вариационной статистики.

Ключевые слова: подкапывающий лемех, луковицы, лук-севок, полнота сепарации.

The high-quality work of the harvesting machines, both in two-phase and single-phase methods of harvesting, is ensured by satisfactory preparation of the field before harvesting. Even an insignificant content of plant matter (free tops, weeds) of 2...4 % (according to agrotechnical requirements – up to 5 %) makes the heap unsuitable neither for sale nor for storage. The quality of the technological process of the operation of the onion harvesting machine is determined by the work of the digging tool body, since, depending on the type and technological parameters of this tool body, the structural and technological parameters of the separating devices depend. The design of the lifting plowshare for harvesting root crops and onions of the onion harvesting machine is presented. The proposed lifting plowshare for harvesting root crops and onions due to pre-separation of onions from soil lumps, commensurate in size with the bulbs, improves the quality performance of the harvesting bodies, resulting in a decrease in the flow of soil lumps to the harvesting bodies. The results of studies of the lifting plowshare for harvesting root crops and onions to determine the supply of a pile of onions to the lifting plowshare depending on changes in the physical and mechanical properties of the soil and technological parameters (depth of digging and translational speed of movement) of the depending on changes in the physical and mechanical properties of the soil and technological parameters (depth of digging and translational speed of movement) of the working body under investigated working body are shown. The technique and the equipment used for research were explained. The results of the research are presented in the form of graphical dependencies; the analysis of the research was carried out by the method of variation statistics.

Keywords: lifting plowshare, onions, onion sets, separation completeness.

Введение

Основным сдерживающим фактором большого распространения промышленного производства лука-севка является отсутствие средств механизированной уборки луковиц, отвечающих агротехническим требованиям, а именно полноте сепарации вороха луковиц лука-севка от почвенных примесей. Кроме того, в связи с увеличением урожайности лука-севка, в результате использования в качестве семенного материала высокоурожайных гибридов (Геркулес F1, Стурон, Трой F1, Штур БС 20, Центурион F1, Форум F1, Глобус, Золотничок), происходит увеличения массы и количества его луковиц на одном погонном метре [1, 2, 3].

Следовательно, увеличивается подача вороха лука-севка с поверхности подкапывающих на сепарирующие рабочие органы современных лукоуборочных машин, которые не обеспечивают полноту выделения почвенных примесей при уборке лука-севка в современных условиях его производства [4].

Цель исследований

Определение величины подачи вороха лука-севка с выкапывающего органа для уборки мелкосидящих корнеплодов и лука на сепарирующие рабочие органы машин для уборки корнеплодов и лука.

Материалы и методы

Для снижения повышенного поступления почвенных примесей на сепарирующие рабочие органы уборочных машин предлагается конструкция выкапывающего органа для уборки мелкосидящих корнеплодов и лука [5] (рис. 1).

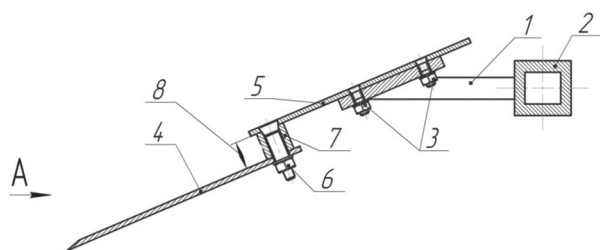


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема выкапывающего лемеха для уборки корнеплодов и лука:

1 – кронштейн; 2 – рама; 3 – соединение болтовое; 4 – секция подкапывающая; 5 – секция транспортирующая; 6 – болтовое соединение; 7 – проставка; 8 – технологический зазор

Выкапывающий лемех для уборки корнеплодов и лука, установленный на кронштейне 1, который закреплен на раме 2 болтовым соединением 3, состоит из подкапывающей 4 и транспортирующей 5 секций.

Секции 4 и 5 соединены между собой болтовым соединением 6 с проставками 7, образуя технологический зазор 8, величина которого регулируется в зависимости от глубины H погружения лемеха в почву.

Устройство работает следующим образом (рис. 2).

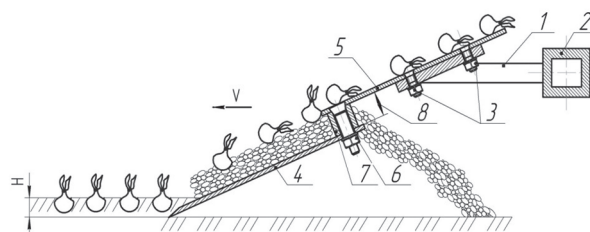


Рис. 2. Схема работы выкапывающего лемеха для уборки корнеплодов и лука:

1 – кронштейн; 2 – рама; 3 – соединение болтовое; 4 – секция подкапывающая; 5 – секция транспортирующая; 6 – болтовое соединение; 7 – проставка; 8 – технологический зазор

При поступательном движении уборочной машины в направлении V заглубленный на небольшую глубину H выкапывающий лемех для уборки лука подрезает пласт, состоящий из земли и луковиц.

В связи с тем, что луковицы размещены выше относительно поверхности почвы, при подрезании почвенного пласта они будут перемещаться по поверхности подкапывающей секции 4 лемеха выше, чем почвенный пласт.

При достижении почвенным пластом крайнего обреза подкапывающей секции 4 лемеха, последний сходит на поверхность поля через технологический зазор 8, образованный между подкапывающей 4 и транспортирующей 5 секциями выкапывающего лемеха для уборки лука, которые соединены между собой болтовым соединением 5 с проставками 6.

Луковицы, отделенные от почвенных комков, направляются на транспортирующую секцию 5 лемеха и дальнейшую очистку на сепарирующих рабочих органах уборочной машины.

Для исследования величины подачи вороха лука-севка с поверхности подкапывающего лемеха для уборки мелкосидящих корнеплодов и лука на сепарирующие рабочие органы

лукоуборочных машин нами были проведены исследования в условиях Пензенской области в 2016–2017 гг.

Семена лука сорта Штутгартер Ризен высевали на опытном участке (Предшественником семян лука была капуста; кислотность почв рН 5,6–6,7. Семена лука высевались по строчно-полосной схеме посева (шестистрочная 45 + 25 см), при которой стыковые междурядья и междурядья для колес трактора равны 50 см, а остальные – 40 см [6, 7, 8].

Выбор данной схемы посева семян лука для возделывания лука-севка обусловлен возможностью использования машин на уходе и уборке с колес трактора 140 см (рис. 3). В период вегетации проводились фенологические наблюдения и биометрические измерения.

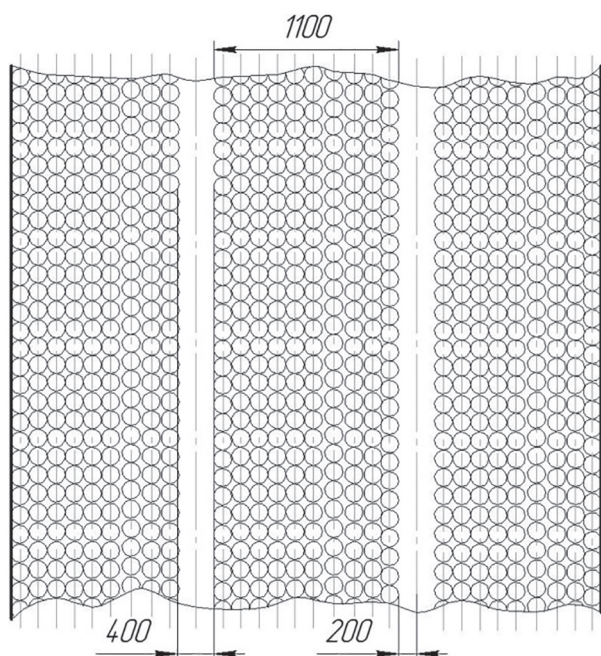


Рис. 3. Схема посева семян лука сорта Штутгартер Ризен при проведении исследований по определению величины подачи вороха лука-севка на подкапывающий лемех для уборки корнеплодов и лука

С целью определения величины подачи $Q_{\text{Вп}}$ вороха лука-севка на подкапывающий лемех лукоуборочной машины была изготовлена лабораторная установка (рис. 4), которая представляет собой передвижной почвенный канал. Установка позволяет проводить исследования качественных показателей работы подкапывающих рабочих органов на различных по физико-механическому составу почвах [4].

Установка представляет собой сварную конструкцию, состоящую из направляющих 1, по которым передвигается приводная тележка 2, установленная на четыре колеса 3 и приводимая в движение электродвигателем 4 с частотным преобразователем 5 через гибкую канатную связь 6. Подкапывающий лемех 14 и лоток 9 сбора вороха крепится к крепежной стойке 7, которая монтируется на приводную тележку 2.

Перемещение приводной тележки 2 по направляющим 1 происходит на стальных роликах 3 диаметром 0,15 м посредством электрического привода, состоящего из асинхронного электродвигателя 4 и частотного преобразователя 5, позволяющего регулировать не только частоту вращения вала электродвигателя, но и направление вращения вала.

Методика определения величины подачи $Q_{\text{Вп}}$ вороха лука-севка с поверхности подкапывающего лемеха на сепарирующие рабочие органы заключается в следующем.

Для обеспечения требуемой влажности почвы, необходимой для проведения исследований, ее увлажняли посредством поверхностного полива, далее выдерживали несколько

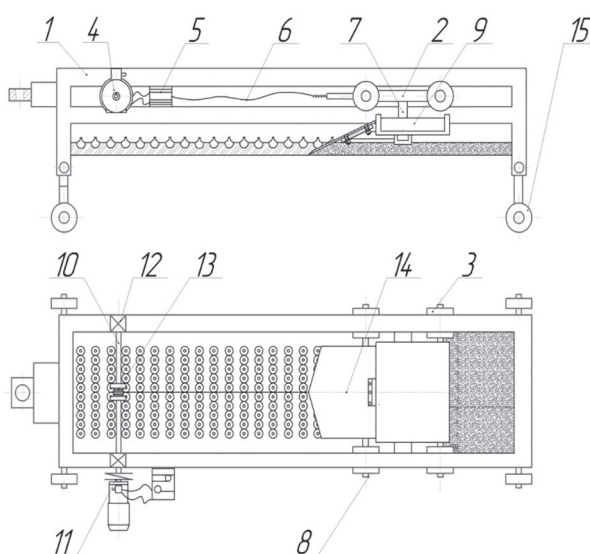


Рис. 4. Схема лабораторной установки по определению подачи вороха лука-севка на выкапывающий лемех для уборки корнеплодов и лука:

- 1 – направляющие; 2 – тележка приводная;
- 3 – ролик стальной; 4 – электродвигатель;
- 5 – преобразователь частотный; 6 – связь канатная;
- 7 – стойка крепежная; 8 – ось тележки; 9 – лоток сбора вороха; 10 – вал привода тележки;
- 11 – муфта предохранительная; 12 – подшипник;
- 13 – катушка с ребрами ограничительными;
- 14 – подкапывающий лемех; 15 – опорные колеса

часов для достижения необходимой влажности в почвенном горизонте, соответствующей глубине подкапывания луковок.

Опыты проводили при условии, что влажность почвы соответствовала требуемому значению, в соответствии с планом эксперимента.

Передвижной почвенный канал устанавливался на опытную делянку посевов лука-севка (рис. 5). Подкапывающий лемех 7 (стандартная ширина захвата 1,2 м) устанавливался на приводную тележку 2 передвигного почвенного канала на глубину подкапывания в диапазоне от 0,02...0,05 м, с интервалом варьирования в 0,01 м посредством перемещения крепежной стойки 7 по приводной тележке 2. Лоток 9 сбора вороха лука-севка соединялся жестко с подкапывающим лемехом. Затем приводили в движение тележку 2, поступательная скорость движения которой изменялась с шагом 0,2 м/с от минимального значения, равного 0,4 м/с до предельного значения 1,8 м/с [6]. После прохождения приводной тележкой 2 опытной де-

лянки производился забор луко-почвенного вороха из лотка 9 с последующим взвешиванием на электронных весах модели МК-15.2-А21.

Величину подачи вороха лука-севка на подкапывающий лемех 7 при установленных ранее технологических параметрах определяли по формуле:

$$Q_{\text{Вп}} = \frac{m \cdot V_{\text{Л}}}{L}, \quad (1)$$

где m – масса луко-почвенного вороха в лотке, кг; $V_{\text{Л}}$ – поступательная скорость движения приводной тележки, м/с; L – длина подкапывающего лемеха, м.

Рабочую скорость движения тележки определяли по длине учетной делянки (4 м) с учетом времени ее прохождения:

$$V_{\text{Л}} = \frac{S_{\text{тел}}}{t_{\text{тел}}}, \quad (2)$$

где $S_{\text{тел}}$ – путь, пройденный тележкой, м; $t_{\text{тел}}$ – время прохождения пути, с.

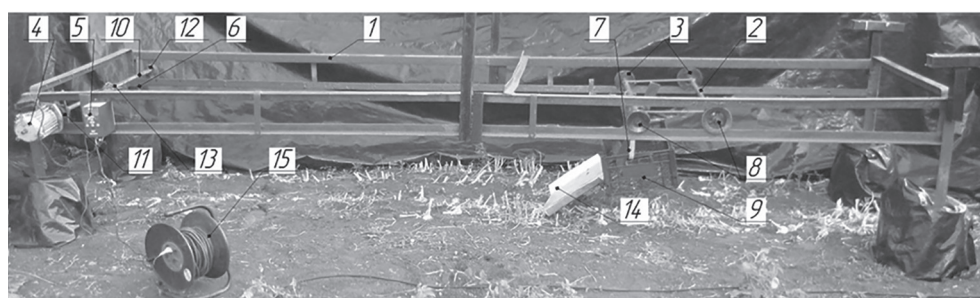


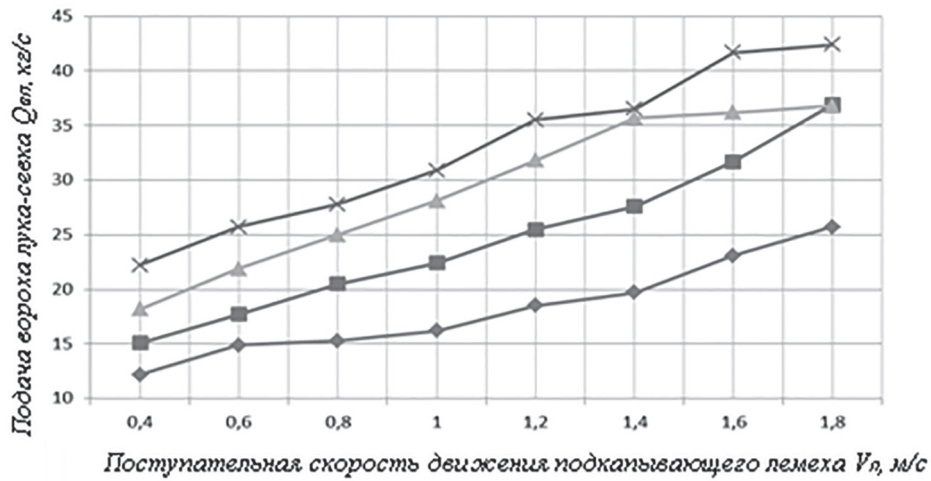
Рис. 5. Общий вид лабораторной установки по определению подачи вороха лука-севка на выкапывающий лемех для уборки корнеплодов и лука:

- 1 – направляющая; 2 – тележка приводная; 3 – ролик стальной; 4 – электродвигатель; 5 – преобразователь частотный; 6 – связь канатная; 7 – стойка крепежная; 8 – ось тележки; 9 – лоток сбора вороха; 10 – вал привода тележки; 11 – муфта предохранительная; 12 – подшипник; 13 – катушка с ребордами ограничительными; 14 – подкапывающий лемех; 15 – фильтр сетевой

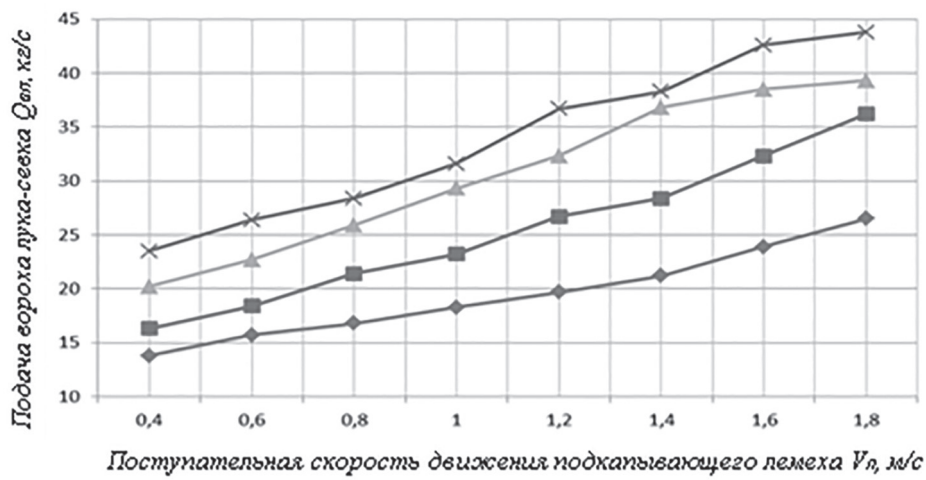
Таблица

Результаты исследований по определению величины подачи вороха лука-севка с выкапывающего лемеха для уборки корнеплодов и лука на сепарирующий элеватор

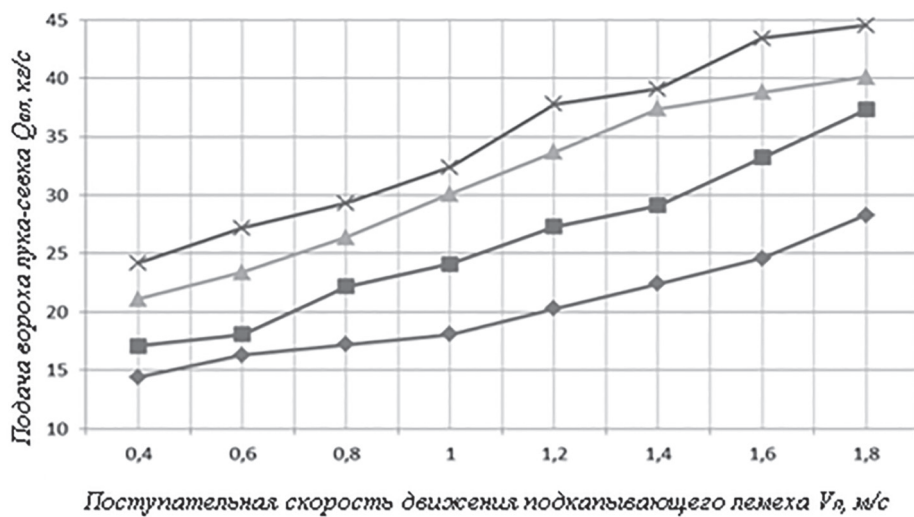
$V_{\text{ЛР}}$, м/с	Влажность почвы $W = 18\%$				Влажность почвы $W = 20\%$				Влажность почвы $W = 22\%$			
	Глубина погружения в почву подкапывающей секции, м											
	0,02	0,03	0,04	0,05	0,02	0,03	0,04	0,05	0,02	0,03	0,04	0,05
0,4	12,2	15,1	18,2	22,2	13,8	16,3	20,2	23,5	14,4	17,1	21,1	24,2
0,6	14,9	17,7	21,9	25,7	15,7	18,4	22,7	26,4	16,3	18,1	23,4	27,2
0,8	15,3	20,5	25	27,8	16,8	21,4	25,9	28,4	17,2	22,2	26,4	29,3
1,0	16,2	22,4	28,1	30,9	18,3	23,2	29,3	31,6	18,1	24,1	30,1	32,4
1,2	18,5	25,5	31,8	35,5	19,7	26,7	32,3	36,7	20,3	27,3	33,7	37,8
1,4	19,7	27,6	35,7	36,5	21,2	28,4	36,8	38,3	22,4	29,1	37,4	39,1
1,6	23,1	31,7	36,2	41,7	23,9	32,3	38,5	42,6	24,6	33,2	38,8	43,4
1,8	25,7	36,9	36,8	42,4	26,5	36,2	39,3	43,8	28,3	37,3	40,1	44,5



а



б



в

—♦— $h_l=0,02$ м —■— $h_l=0,03$ м —▲— $h_l=0,04$ м —×— $h_l=0,05$ м

Рис. 6. Зависимость подачи вороха лука-севка от поступательной скорости движения выкапывающего лемеха для уборки корнеплодов и лука и глубины подкапывания лукович при влажности подкапываемого слоя почвы: а) $W = 18\%$; б) $W = 20\%$; в) $W = 22\%$

С подкапывающих рабочих органов масса почвы с луковцами поступает непосредственно на сепарирующие рабочие органы, на которых происходит отсеивание почвы и растительных примесей.

Результаты и обсуждение

Результаты исследований по определению подачи вороха лука с поверхности лемеха для уборки корнеплодов и лука обработаны на персональной ЭВМ и представлены в таблице и в виде графиков на рис. 6, которые свидетельствуют о том, что на подкапывающий орган поступает, в зависимости от типа почвы, от 12 до 44 кг массы луко-почвенного вороха при влажности почвы от 18 до 22 %, скорости движения 0,4–1,8 м/с и глубине хода подкапывающего лемеха от 0,02–0,05 м.

По оси абсцисс указан изменяемый технологический параметр – поступательная скорость движения подкапывающей секции при варьировании глубины подкапывания от 0,02 до 0,05 м, по оси ординат – секундная подача вороха лука-севка.

Выводы

Разработанная лабораторная установка по определению оптимальных технологических параметров выкапывающего лемеха для уборки корнеплодов и лука позволила определить его оптимальные технологические параметры, обеспечивающие повышение качественных показателей сепарации лука-севка в результате предварительной сепарации на рабочей поверхности лемеха, что подтверждает дальнейшую перспективность теоретических и экспериментальных исследований разработанного устройства.

Полученные результаты исследований позволяют определить подачу вороха лука на устройства первичной очистки луковец с целью обоснования оптимальных режимно-технологических параметров устройств первичной и вторичной сепарации лука.

Литература

1. Аксенов А.Г., Сибирев А.В. Исследование размерно-массовых характеристик лука-севка гибрида «Геркулес F1» // Вестник Казанского ГАУ. 2016. № 2 (40). С. 5–10.
2. Емельянов П.А., Сибирев А.В., Аксенов А.Г. Экспериментальные лабораторные исследования цилиндрического очистителя почвенных при-

месей в технологическом процессе сепарации // Вестник Ульяновской ГСХА. 2017. № 2 (24). С. 33–36.

3. Лобачевский Я.П., Емельянов П.А., Сибирев А.В., Аксенов А.Г. Машинная технология производства лука: монография. М.: ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. 2016. 168 с.
4. Сибирев А.В. Теоретическое определение величины подачи вороха лука-севка на подкапывающий лемех / Аграрный научный журнал. 2017. № 5. С. 75–78.
5. Патент № 2625179 Россия, МПК А01 D33/00. Выкапывающий лемех для уборки мелкосидящих корнеплодов и лука / А.В. Сибирев, А.Г. Аксенов, П.А. Емельянов, С.В. Семичев, М.А. Мосьяков. № 2016139484; Заяв. 10.10.2016; Опубл. 12.07.2017, Бюл. № 20.
6. Емельянов П.А. Совершенствование технологии и технических средств ориентированной посадки луковец: дис. ... докт. техн. наук. Пенза, 2002. 305 с.
7. Протасов А.А. Совершенствование технологических процессов и технических средств для уборки лука: дис. ... докт. техн. наук. Саратов, 2005. 355 с.
8. Ларюшин А.М. Энергосберегающие технологии и технические средства для уборки лука: дис. ... докт. техн. наук: 05.20.01. Пенза, 2010. 426 с.

References

1. A.G. Aksenov, A.V. Sibirev. The study of the size-mass characteristics of the onion set hybrid «Hercules F1». Vestnik Kazanskogo GAU. 2016. No 2 (40), pp. 5–10 (in Russ.).
2. P.A. Emel'yanov, A.V. Sibiryov, A.G. Aksenov. Experimental laboratory studies of a cylindrical cleaner of soil impurities in the process of separation. Vestnik Ul'yanovskoj GSKHA. 2017. No 2 (24), pp. 33–36 (in Russ.).
3. YA.P. Lobachevskij, P.A. Emel'yanov, A.G. Aksenov, A.V. Sibiryov. Mashinnaya tekhnologiya proizvodstva luka [Machine onion production technology]. Moscow: FGBNU FNAC VIM Publ.. 2016. 168 p.
4. A.V. Sibiryov Theoretical determination of the value of the filing of a pile of onion sets on the lifting plowshare. Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2017. No 5, pp. 75–78 (in Russ.).
5. Patent No 2625179 Rossiya, MPK A01 D33/00. Vykapuyvayushchij lemekh dlya uborki melkosidyashchih korneplodov i luka [Lifting plowshare for cleaning small-sitting roots and onions]. A.V. Sibiryov, A.G. Aksenov, P.A. Emel'yanov, S.V. Sem-

- ichev, M.A. Mosyakov. No 2016139484; Zayav. 10.10.2016; Opubl. 12.07.2017, Byul. No 20.
6. Emel'yanov P.A. Sovershenstvovanie tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv orientirovannoj posadki lukovic: dis. ... dokt. tekhn. nauk [Improvement of technology and technical means of oriented bulbs planting: Dissertation for Degree of Dr.Eng.]. Penza, 2002. 305 p.
 7. Protasov A.A. Sovershenstvovanie tekhnologicheskikh processov i tekhnicheskikh sredstv dlya uborki luka: diss. ... d-ra. tekhn. nauk [Improvement of technological processes and technical means for harvesting onions: Dissertation for Degree of Dr.Eng.]. Saratov, 2005. 355 p.
 8. Laryushin A.M. EHnergosberegayushchie tekhnologii i tekhnicheskije sredstva dlya uborki luka: dis. ... d-ra tekhn. nauk: 05.20.01 [Energy-saving technologies and technical means for harvesting onions: Dissertation for Degree of Dr.Eng.]. Penza, 2010. 426 p.

Работа выполнена при государственной поддержке молодых российских ученых – кандидатов наук МК – 4002.2018.8.