

nism height depending on the potato bunch size, and to raise the bunch with an air flow before cutting. The plant cut area is treated with a disinfectant solution that protects it against infecting by plant viral diseases. The authors suggest using as a disinfectant a lean solution of potassium permanganate or hydrogen peroxide at a rate of 10 l/ha. A high-pressure fan (HPF-5) with a productivity of 0.2 cu. m /s and a power of 7.5 kW is offered as a blower (for a given output of 0.5 t/h).

Key words: decapitation, performance, rotary knives, plant-top raiser, fan, hovering speed of succulent plant materials.

References

1. Gasparyan I.N. Formirovaniye produktivnykh posadok kartofelya s ispol'zovaniyem dekapitatsii: Monografiya [Obtaining productive potato crops with decapitation: monograph] / I.N. Gasparyan. M.: Publishing house of Russian State Agrarian University-MTAA, 2015. 170 p.

2. Erokhin M.N. Ustroystva i tekhnicheskiye kharakteristiki sel'skokhozyaystvennykh pod'yemno-transportnykh mashin [Construction and technical characteristics of farm produce processing machines]. M.: Kolos, 1999. 228 p.

3. Klenin N.I., Kiselev S.N., Levshin A.G. Sel'skokhozyaystvennyye mashiny [Agricultural machinery]. M.: KolosS, 2008. 816 p.

4. Ustroystvo dlya dekapitatsii [Device for decapitation]: Patent 156015 of the Russian Federation, IPC A01D34/54(2006.01) / I.N. Gasparyan, B.A. Bitsoev; Appl. on 03.07.2015; publ. on 27.10.2015, bul. 30.

5. Ustroystvo dlya dekapitatsii tyulpanov [Device for decapitation of tulips]: Patent 1038882 of the Soviet Union, A 01 G 3/02 // And 01 In 35/26 / 2958682/30-15; appl. on 08.07.80, publ. on 30.08.83, bul. 32.

Received on December 15, 2016

УДК 635.24:631.5

МАНОХИНА АЛЕКСАНДРА АНАТОЛЬЕВНА, канд. с.-х. наук

E-mail: alexman80@list.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Российская Федерация

МЕХАНИЗАЦИЯ УБОРКИ ТОПИНАМБУРА

Топинамбур – функциональный пищевой продукт (пребиотик) приобретающий все большую популярность в промышленном использовании. Для оценки геоклиматической пригодности сортов для промышленного выращивания топинамбура в рамках реализации Программы Союзного государства «Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура на период 2013-2016 гг.» проводили испытания в 8 климатических зонах России: Ленинградской, Костромской, Калужской, Тверской, Московской, Омской областях, Кабардино-Балкарии, Карелии. Топинамбур относится к числу энергоемких культур с высокими затратами на возделывание, и в первую очередь – на уборку. Опыт возделывания топинамбура показал, что для уборки клубней можно приспособить существующую технику, предназначенную для уборки клубней картофеля. Особенности уборки топинамбура вытекают из биологических отличий топинамбура от картофеля. В настоящее время разрабатывается специальная опция к комбайну для уборки топинамбура. Указано, что разработка технологии возделывания и уборки должна учитывать сортовые особенности топинамбура. Установлено, что при промышленном выращивании топинамбура для сортов с большими клубневыми гнездами необходимо применять технологию возделывания и уборки с более широкими, чем 75 см, междурядьями. Необходимо изучить преимущества широкорядных посадок для повышения производительности уборки за счет использования раздельной и комбинированной технологий уборки. Технические возможности формирования комплекта высокопроизводительной техники для уборки существуют. Установлено, что способ уборки топинамбура зависит от объемов уборки, наличия техники, состояния полей и посадок.

Ключевые слова: топинамбур, зеленая масса, клубни, столоны, сроки уборки, клубневое гнездо, комбайн, копатель.

Введение. Топинамбур – функциональный пищевой продукт (пребиотик). Клубни богаты инулином, пектином, витаминами (аскорбиновой кислотой, В₁, В₂, бета-каротином, микроэлементами), содержат комплекс белков и аминокислот, в т.ч. незаменимых, являющихся питанием для тимуса человека, отвечающих в организме за иммунную систему. В настоящее время топинамбур приобретает все большую популярность в промышленном использовании [1].

Существует убеждение в том, что топинамбур неприхотлив и его можно выращивать на малоплодородных почвах с минимальной их обработкой в течение многих лет [2, 3].

Для оценки геоклиматической пригодности сортов для промышленного выращивания топинамбура в рамках реализации Программы Союзного государства «Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура на период 2013-2016 гг.» [4] проводятся испытания в 8 климатических зонах России: Ленинградской, Костромской, Калужской, Тверской, Московской, Омской областях, Кабардино-Балкарии, Карелии [5].

Для промышленного выращивания топинамбура важным экономическим критерием эффективности проекта является дешевое сырье: высокая урожайность, качество выращиваемой продукции и низкие издержки [6].

Цель исследований – минимизировать затраты на уборку топинамбура.

Материал и методы. Объектом исследований послужила клубневая часть куста топинамбура, технология, уборка.

Топинамбур относится к числу энергоемких культур с высокими затратами на возделывание, и в первую очередь – на уборку. Затраты на уборку превышают все остальные затраты, вместе взятые, поэтому важно механизировать процесс уборки [7]. Опыт возделывания топинамбура в Московской,

Липецкой и Костромской областях показал, что для уборки клубней можно приспособить существующую технику, предназначенную для уборки клубней картофеля. Особенности уборки топинамбура вытекают из биологических отличий топинамбура от картофеля: например, мощная стеблевая масса, для удаления которой можно приспособить кормоуборочную технику для высокостебельных культур. Опыт выращивания топинамбура в течение 8 лет на полях Московской области показал, что топинамбур дает большой выход биомассы – как зеленой массы, так и клубней [8].

Уборка топинамбура начинается с удаления зеленой массы, поскольку механизированная уборка клубней возможна только после уборки зеленой массы. Зеленую массу, являющуюся ценным кормом, убирают в сентябре кормоуборочными комбайнами для крупностебельных культур и вывозят с поля для использования на корма (или топливные pellets) или дробят и разбрасывают на поле как зеленое удобрение ботводробителем КИР-1,5 или аналогичной машиной [9, 10].

Дробление зеленой массы и разбрасывание ее по полю преследуют две цели: улучшение условий механизированной уборки клубней и использование зеленой массы в качестве органических удобрений. Поскольку в стволе топинамбура, в особенности в нижней его части, еще достаточно много углеводов, направляющихся в клубни, скашивание зеленой массы топинамбура осуществляется на высоте среза стебля 20...40 см.

Результаты и обсуждение. Клубневая часть куста топинамбура (рис. 1) к уборке имеет определенные параметры, которые необходимо учитывать при механизированной уборке (табл. 1, 2). Существенной проблемой являются остатки стволов топинамбура с корневищами, которые увеличивают потери клубней.



Рис. 1. Сорты топинамбура, имеющие короткие и длинные столоны и разную степень механической связи клубней со столонами

В связи со сложностью уборки и короткими сроками уборки, ограниченными погодными условиями, позволяющими использовать уборочную технику,

часть уборки приходится переносить на весну. Кроме того, семенной материал чаще убирают весной для пересадки. Оптимальные агротехнические сроки

уборки составляют осенью 250 ч, весной – 150 ч, поэтому техника по производительности должна быть рассчитана так, чтобы обеспечивать уборку без по-

терь. Исследования показали, что к весне клубневое гнездо существенно увеличивается, и это также нужно учитывать при уборке (табл. 1, 2).

Таблица 1

Параметры топинамбура при уборке 22.09.2015 г.
(посадка 18.05.2015 г. –06.06.2015 г.), ООО «ВИВА», Костромская обл.

Сорт	Параметры клубневого гнезда			Объем, см ³	Урожай, кг/куст*
	длина, см	ширина, см	высота, см		
1. Виолет де ренсе	25	20	14	7 000	0,46
2. Интерес	24	23	12	6 348	0,42
3. Интерес 21	25	24	12	7 200	0,51
4. Калужский	35	40	20	28 000	0,14
5. Находка	26	24	10	6 240	0,22
6. Новость ВИРа	24	25	7	4 200	0,66
7. Скороспелка	28	23	14	9 660	0,34

*Вес полевой.

Весной, после зимовки в почве, прочность клубневого гнезда снижается, и уборка упрощается, но сроки уборки топинамбура весной существенно короче: апрель-май. Связано это с тем, что механизированную уборку можно начинать только при со-

зревании почвы и хорошей ее сепарации, а заканчивать приходится до появления всходов. Весной клубни просыпаются и начинают прорастать, затем появляются всходы. Этим ограничен весенний срок уборки топинамбура.

Таблица 2

Параметры топинамбура при уборке 26.04.2016 г.
(посадка 18.05.2015 г. –06.06.2015 г.), ООО «ВИВА», Костромская обл.

Сорт	Параметры клубневого гнезда			Объем, см ³	Урожай клубней	
	длина, см	ширина, см	высота, см		шт.	кг/куст*
1. Виолет де ренсе	28	28	20	15 680	34	0,57
2. Интерес	34	28	18	17 136	70	1,66
3. Интерес 21	22	22	19	9 196	50	0,93
4. Калужский	47	47	22	48 598	60	0,93
5. Находка	18	22	24	9 504	20	0,13
6. Новость ВИРа	24	25	17	10 200	26	0,53
7. Скороспелка	30	24	19	10 260	33	1,15

*Вес полевой.

В таблице 3 представлены в сравнении размеры клубневых гнезд топинамбура и картофеля. Форма клубней у топинамбура может меняться в зависимости от условий произрастания и времени развития: например, первичные клубни часто бывают удлиненными и имеют длинные столоны, в то время как вторичные клубни, формирующиеся позже, как правило, бывают более округлыми и имеют короткие столоны [11]. Уборка клубней топинамбура аналогична уборке клубней картофеля с той разницей, что размер клубневого гнезда отличается в 1,2...1,5 раза [12].

Уборка клубней топинамбура – более сложный процесс, чем уборка картофеля. Механическая связь клубней топинамбура с клубневым гнездом за счет мощной корневой системы и прочной связи столонов с клубнями существенно выше, чем у картофеля, и они плохо разрушаются под действием рабочих органов уборочных машин, что проявляется особенно осенью и в значительной мере зависит от сорта. Все это усложняет осеннюю уборку топинамбура. Кроме того, механическая связь клубня со столоном осенью в 2...3 раза выше, чем весной, и нагрузка на рабочие органы уборочных машин

выше, поэтому после скашивания стеблей уборку лучше начинать через 10 дней.

Пауза между уборкой зеленой массы и клубней предпринимается для накопления клубневой массы за счет оттока пластических веществ из ствола в клубни. В это время идет созревание клубней и снижается их механическая связь со столонами. В условиях

больших объемов уборки и необходимости получения сырья для переработки уборку клубней большинства сортов можно начинать сразу после удаления стеблевой массы. Размер клубневого гнезда определяет параметры уборки: глубину и ширину подкапывания, а именно глубину хода подкапывающего лемеха и ширину расстановки обрезавших дисков.

Таблица 3

Сравнительный размер клубневых гнезд картофеля/топинамбура

Размер	Длина гнезда	Ширина	Высота
Средний размер, см	25,5/29,0	20,6/28,0	18,9/19,9
Минимальный размер, см	14,0/22,0	7,0/22,0	16,0/17,3
Максимальный размер, см	36,0/47,0	31,0/47,0	24,0/24,0

При уборке топинамбура на агрегат действует сила сопротивления пласта [13]. Статистическую оценку сопротивления агрегата, а следовательно, и производительность уборки, проведем на основании анализа формулы В.П. Горячкина:

$$P = f \cdot G + k \cdot A \cdot B + \varepsilon \cdot A \cdot B \cdot v^2,$$

где *f* – коэффициент сопротивления передвижению; *G* – вес уборочной машины; *k* – удельное сопротивление почвы; *A* – глубина хода лемеха комбайна; *B* – ширина захвата; *ε* – скоростной коэффициент; *v* – скорость агрегата.

Анализ показывает, что из всех параметров, от которых зависит производительность уборки, можно выделить площадь поперечного сечения пласта, которая будет определяться схемой посадки и особенностями сорта топинамбура. Из этого можно сделать вывод о том, что интерес представляют в первую очередь сорта с компактными клубневыми гнездами.

На уборке используются картофелеуборочные комбайны, копатели-погрузчики или копатели (рис. 2). В настоящее время разрабатывается специальная опция к комбайну для уборки топинамбура.



а



б

Рис. 2. Уборка топинамбура: а – копателем; б – комбайном

Технология уборки топинамбура может осуществляться по нескольким схемам [14]:

- 1) копателями с последующим подбором клубней вручную или комбайнами;
- 2) прямым комбайнированием – уборка комбайнами;
- 3) копателями-валкоукладчиками (2-, 4-рядными с укладкой клубней в междурядье соседних необрунных рядков с последующей уборкой комбайнами).

Топинамбур – новая культура для крупномасштабного возделывания, поэтому необходимо более глубоко изучить преимущества и недостатки вариантов ее механизированной уборки [15].

Выводы

Разработка технологии возделывания и уборки топинамбура должна учитывать его сортовые особенности. При промышленном выращивании

топинамбура для сортов с большими клубневыми гнездами необходимо применять технологию возделывания и уборки с более широкими, чем 75 см, междурядьями. Необходимо изучить преимущества широкорядных посадок для повышения производительности уборки за счет использования раздельной и комбинированной технологии уборки.

Технические возможности формирования комплекта высокопроизводительной техники для уборки существуют. Способ уборки зависит от объемов уборки, наличия техники, состояния полей и посадок.

Библиографический список

1. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Звягинцев П.С., Лазунин Ю.Т. Топинамбур – инновационный ресурс в развитии экономики России // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. 2013. № 2. С. 30-33.
2. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А. Механизация возделывания топинамбура в органическом земледелии // АПК России. 2016. Т. 23. № 4. С. 841-844.
3. Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Манохина А.А. Технология выращивания топинамбура в органическом земледелии // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2016. № 6 (76). С. 42-47.
4. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Звягинцев П.С., Мандрыка Е.А., Лазунин Ю.Т. Топинамбур – культура многоцелевого использования // Пищевая промышленность 2013. № 4. С. 22-25.
5. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А. Топинамбур как кормовой ресурс // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ имени В.П. Горячкина. 2014. № 3(63). С. 24-26.
6. Звягинцев П.С. Проблемы оценки эффективности инвестиций и инноваций // РАН ИЭ. 2010. 366 с.
7. Старовойтов В.И. Обоснование процессов и средств механизации производства картофеля в системе «Поле-потребитель»: Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. М., 1995. 37 с.
8. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А. Использование топинамбура для консервации полей // Сб. мат-лов Республиканской науч. – практич. конфер. «Постиндустриальный мир: Зелёный рост и зелёная экономика» ВКГУ имени С. Аманжолова. Казахстан: Усть-Каменогорск, 2016. С. 114-119.
9. Старовойтова О.А. Инновационная грядовая технология выращивания топинамбура и картофеля // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2015. № 1(65). С 11-14.
10. Способ возделывания топинамбура: пат. № 2539635 / Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Черников В.И.; заяв. 2013134375 от 22.07.2013; опубл. 20.01.2015. Бюл. № 2. 5 с.
11. Barloy J. Techniques of cultivation and production of the Jerusalem artichoke, in Topinambour (Jerusalem Artichoke), Report EUR11855, Grassi G. and Gosse G., Eds., Commission of the European Communities (CEC), Luxembourg, 1988. Pp. 45-57.
12. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А. Особенности технологии и машины для возделывания топинамбура // Сельский механизатор. 2015. № 11. С. 4-5.
13. Логинов Г.А., Овсяков В.Н. К вопросу механизированной уборки кормовых корнеплодов в условиях Северо-Запада // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 1971. № 5. С. 185-189.
14. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А. Инновационные грядовые технологии и технические средства для возделывания картофеля и топинамбура // Земледелие. 2015. № 7. С. 40-42.
15. Кузьмина Г.С., Пономарев А.Г. Новая культура для аграрного сектора России требует разработки новых технологий // Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий: Сб. науч. докл. Международной научно-технической конференции. 2014. С. 140-145.

Статья поступила 7.02.2017 г.

MECHANIZATION OF JERUSALEM ARTICHOKE HARVESTING

ALEKSANDRA A. MANOKHINA, PhD (Ag)

E-mail: alexman80@list.ru

Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev,
Timiryazevskaya str., 49, Moscow, 127550, Russian Federation

The Jerusalem artichoke is a functional food (prebiotic) product. Currently, it is becoming more popular for industrial use. To assess the climatic suitability of its varieties for commercial cultivation in the framework of the Union Program “Innovative development of potato and Jerusalem artichoke production in 2013-2016”, a series of tests have been conducted in eight climatic zones of Russia: Leningrad, Kostroma, Kaluga, Tver, Moscow,

and Omsk regions, Kabardino-Balkar and Karelia republics. The Jerusalem artichoke belongs to energy intensive crops with high cultivation and, primarily, harvesting costs. The experience of Jerusalem artichoke cultivation has shown that the existing machinery intended for potato harvesting can be adjusted for harvesting Jerusalem artichoke tubers as well. However, there are some specific features of Jerusalem artichoke harvesting that are caused by its biological differences from potato. Currently, some special adjustments in the design of a Jerusalem artichoke harvester are being made. The author proves that the development of the Jerusalem artichoke cultivation and harvesting technology should take into account varietal characteristics of the crop. It has been stated that the industrial cultivation of the Jerusalem artichoke varieties with large tuberous nests, it is recommended to provide for an inter-row distance that is wider than 75 cm. It is also necessary to study the advantages in wide inter-row cropping patterns to enable the use of separate and combined harvesting techniques. The formation of a set of high-performance machinery for harvesting is technically feasible. The author has determined that the harvesting method depends on the yield, the availability of equipment, and the condition of fields and crops.

Key words: Jerusalem artichoke, green mass, tubers, stolons, harvesting period, tuber nest, harvester, digger.

References

1. Starovoytov V.I., Starovoytova O.A., Zvyagintsev P.S., Lazunin Yu.T. Topinambur – innovatsionnyy resurs v razvitiy ekonomiki Rossii [Jerusalem artichoke as an innovative resource in the development of the Russian economy] // Pishchevyye ingrediyyenty. Syr'ye i dobavki. 2013. Issue 2. Pp. 30-33.
2. Starovoytov V.I., Starovoytova O.A., Manokhina A.A. Mekhanizatsiya vozdeyvaniya topinambura v organicheskom zemledelii [Mechanization of the cultivation of Jerusalem artichoke in organic farming] // APK Rossii. 2016. Vol. 23 Issue 4. Pp. 841-844.
3. Starovoytova O.A., Starovoytov V.I., Manokhina A.A. Tekhnologiya vyrashchivaniya topinambura v organicheskom zemledelii [Technology of growing Jerusalem artichoke in organic farming] // Vestnik FGOU VPO "MGAU imeni V.P. Goryachkina". 2016. Issue 6 (76). Pp. 42-47.
4. Starovoytov V.I., Starovoytova O.A., Zvyagintsev P.S., Mandryka Ye. A., Lazunin Yu.T. Topinambur – kul'tura mnogotselevogo ispol'zovaniya [Jerusalem artichoke – a crop of multi-purpose use] // Pishchevaya promyshlennost' 2013. Issue 4. Pp. 22-25.
5. Starovoytov V.I., Starovoytova O.A., Manokhina A.A. Topinambur kak kormovoy resurs [Jerusalem artichoke as a forage resource] // Vestnik FGOU VPO "MGAU imeni V.P. Goryachkina". 2014. Issue 3(63). Pp. 24-26.
6. Zvyagintsev P.S. Problemy otsenki effektivnosti investitsiy i innovatsiy [Problems of assessing the effectiveness of investment and innovation] // RAN IE. 2010. 366 p.
7. Starovoytov V.I. Obosnovaniye protsessov i sredstv mekhanizatsii proizvodstva kartofelya v sisteme «Pole-potrebitel'»: Avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchenoy stepeni doktora tekhnicheskikh nauk [Rationale for the use processes and means of mechanization of potato production in the "Field-consumer" system: DSc (Eng) thesis self-review]. M., 1995. 37 p.
8. Starovoytov V.I., Starovoytova O.A., Manokhina A.A. Ispol'zovaniye topinambura dlya konservatsii poley [Use of Jerusalem artichoke for field conservation] // Sb. mat-lov Respublikanskoyn nauch. – praktich. konfer. "Postindustrial'nyy mir: Zelonyy rost i zelonaya ekonomika" VKGU imeni S. Amanzholova. Kazakhstan: Ust'-Kamenogorsk, 2016. Pp. 114-119.
9. Starovoytova O.A. Innovatsionnaya gryadovaya tekhnologiya vyrashchivaniya topinambura i kartofelya [Innovative bed technology of growing Jerusalem artichoke and potato] // Vestnik FGOU VPO "MGAU imeni V.P. Goryachkina". 2015. Issue 1(65). Pp. 11-14.
10. Sposob vozdeyvaniya topinambura: pat. № 2539635 [Method of cultivating Jerusalem artichoke: pat. No. 2539635] / Starovoytov V.I., Starovoytova O.A., Chernikov V.I.; appl. 2013134375 from 22.07.2013; publ. on 20.01.2015. Bul. 2. 5 p.
11. Barloy J. Techniques of cultivation and production of the Jerusalem artichoke, in Topinambour (Jerusalem Artichoke), Report EUR11855, Grassi G. and Gosse G., Eds., Commission of the European Communities (CEC), Luxembourg, 1988. Pp. 45-57.
12. Starovoytov V.I., Starovoytova O.A., Manokhina A.A. Osobennosti tekhnologii i mashiny dlya vozdeyvaniya topinambura [Features of technology and machinery for the cultivation of Jerusalem artichoke] // Sel'skiy mekhanizator. 2015. Issue 11. Pp. 4-5.
13. Loginov G.A., Ovsyukov V.N. K voprosu mekhanizirovannoy uborki kormovykh korneplodov v usloviyakh Severo-Zapada [On mechanized harvesting of feed root crops in the North-West conditions] // Tekhnologii i tekhnicheskiye sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rasteniyevodstva i zhivotnovodstva. 1971. Issue 5. Pp. 185-189.
14. Starovoytov V.I., Starovoytova O.A. Innovatsionnyye gryadovyye tekhnologii i tekhnicheskiye sredstva dlya vozdeyvaniya kartofelya i topinambura [Innovative bed technologies and technical means of cultivation of potato and Jerusalem artichoke] // Zemledeliye. 2015. Issue 7. Pp. 40-42.
15. Kuz'minova G.S., Ponomarev A.G. Novaya kul'tura dlya agrarnogo sektora Rossii trebuet razrabotki novykh tekhnologiy [A new crop for Russian agriculture requires new technologies] // Innovatsionnoye razvitiye APK Rossii na baze intellektual'nykh mashinnykh tekhnologiy: Sb. nauch. dokl. Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. 2014. Pp. 140-145.

Received on February 7, 2016