Тип статьи: научная
УДК 634.75: 631.358
DOI: 10.35887/2305-2538-2023-3-57-62

РЫХЛЕНИЕ ПОЧВЫ ПЕРЕД РАБОТОЙ СВЕКЛОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Николай Владимирович Михеев [1], ***Артем Викторович Козюков*** [2]
[1, 2] *Мичуринский государственный аграрный университет, г. Мичуринск, Россия*
[1]mikheyev.mgay@yandex.ru
[2]artkozukov@mail.ru

Автор, ответственный за переписку: Николай Владимирович Михеев, mikheyev.mgay@yandex.ru
Corresponding author: Nikoly Mikheyev, mikheyev.mgay@yandex.ru

Реферат. *Сахарная свекла является важной технической культурой, которая кроме сахара содержит витамины, органические кислоты, микроэлементы, клетчатку, фруктозу и др. В животноводстве широко используются продукты переработки – жом и патока. Анализ многолетних наблюдений показал, что в засушливые годы, при снижении влажности почвы на 3-8 %, ее твердость увеличивается до 47 %. При этом падает сменная выработка у комбайнов, а средний удельный расход топлива на гектар растет и происходит повышенный износ выкапывающих рабочих органов. Изучали влияние рыхления почвы перед работой свеклоуборочных комбайнов на усилие извлечения корнеплодов, повышение производительности комбайнов и снижение удельного расхода топлива. В поисковом эксперименте по выявлению способности игольчатого диска разрыхлить почвенный пласт и возможно снизить её удерживающую корнеплоды способность, был разработан макетный образец рыхлителя почвы. С целью выявления наиболее эффективной работы рыхлителя изменяли количество зубьев (игл): 8 – 10 – 12 и величину заглубления зубьев от 5 до 15 см с шагом 5 см. Извлечение корнеплодов из почвы производилось с помощью динамометра после прохода рыхлителя вдоль ряда, при этом фиксировалось усилие их извлечения. В период проведения поискового эксперимента были сняты показатели, характеризующие физико-механические свойства почвы. Был проведен анализ рабочих органов почвенных рыхлителей и разработан макетный образец игольчатого дискового рыхлителя. Проведенные полевые испытания показали снижение усилия удержания корнеплодов почвой после прохода разработанного рыхлителя, что в свою очередь может способствовать снижению сопротивления работе копачей и, как следствие, повышению эффективности свеклоуборочных комбайнов.*

Ключевые слова: *сахарная свёкла, физико-механические свойства почвы, рыхление почвы, эффективность свеклоуборочных комбайнов, макетный образец рыхлителя почвы, поисковый эксперимент.*

LOOSENING THE SOIL BEFORE THE WORK OF BEET HARVESTERS

Nikoly Mikheyev [1], ***Artem Kozyukov*** [2]
[1, 2] *Michurinsky State Agrarian University, Michurinsk k, Russian Federation*
[1]mikheyev.mgay@yandex.ru
[2]artkozukov@mail.ru

Abstract. *Sugar beet is an important industrial crop, which, in addition to sugar, contains vitamins, organic acids, microelements, fiber, fructose, etc. Processed products such as pulp and molasses are widely used in animal husbandry. An analysis of long-term observations showed that in dry years, with a decrease in soil moisture by 3-8%, its hardness increases to 47%. At the same time, the shift output of combines decreases, and the average specific fuel consumption per hectare increases and there is an increased wear of the digging working bodies. We studied the effect of loosening the soil before the*

operation of beet harvesters on the force of extracting root crops, increasing the productivity of combines and reducing specific fuel consumption. In a search experiment to identify the ability of a needle disk to loosen the soil layer and possibly reduce its ability to hold root crops, a prototype soil cultivator was developed. In order to identify the most efficient operation of the ripper, the number of teeth (needles) was changed: 8 - 10 - 12 and the depth of the teeth from 5 to 15 cm in increments of 5 cm. extraction force. During the search experiment, indicators characterizing the physical and mechanical properties of the soil were taken. An analysis of the working bodies of soil rippers was carried out and a model sample of a needle disc ripper was developed. The conducted field tests have shown a decrease in the force of retaining root crops by the soil after the passage of the developed cultivator, which in turn can help reduce the resistance to the work of diggers and, as a result, increase the efficiency of beet harvesters.

Keywords: *sugar beet, physical and mechanical properties of the soil, loosening of the soil, the effectiveness of beet harvesters, a model sample of a soil loosener, a search experiment.*

Для цитирования: Михеев Н.В., Козюков А.В. Рыхление почвы перед работой свеклоуборочных комбайнов // Наука в Центральной России. 2023. Т. 63, № 3. С. 57-62. https://doi.org/10.35887/2305-2538-2023-3-57-62.

For citation: Mikheyev N., Kozyukov A. Loosening the soil before the work of beet harvesters. *Nauka v central'noj Rossii* = Science in the Central Russia: 2023; 63(3): 57-62. (In Russ.) https://doi.org/10.35887/2305-2538-2023-3-57-62.

Введение. Основным сырьем для производства сахара в России является сахарная свёкла, в её корнеплодах содержится 16-18% сахара, выход которого на перерабатывающих заводах составляет 13-15%. Кроме того, корнеплоды содержат витамины, органические кислоты, соли различных оснований, микроэлементы, около 2,5% клетчатки, 0,8% фруктозы, глюкозу, 0,6% золы и др. Большое значение имеют продукты переработки – жом и патока. После отжима влажной фракции в жоме содержится 15% сухих веществ, в т.ч. 1,3% сырого протеина, 0,1% сырого жира, 3% клетчатки, 0,7% золы. Часть жома на заводах перерабатывается в сухой продукт, в 100 кг которого содержится 85 к.ед. и 3,9 кг переваримого протеина. Патока служит сырьем для получения спирта, глицерина, пищевых дрожжей, лимонной кислоты и др. продукции, в 100 кг которой содержатся 77 к.ед. и 4,5 кг переваримого протеина [1, 2].

В своё время в свеклосеющих хозяйствах наибольшее распространение получила индустриальная технология возделывания сахарной свёклы, которая предусматривала применение операции рыхления почвы около защитной зоны корнеплода в период полностью сформировавшихся корнеплодов [1]. Рыхление происходит в зоне 8-10 см от корнеплода, при этом отмечалось, что рыхление перед уборкой приводит к улучшению подпитки корнеплода водой и удобрениями, и способствовало приросту урожая до 10%. В процессе уборки наблюдалось, уменьшение нагрузки на рабочие органы свеклоуборочного комбайна за счет взрыхления почвы перед этапом уборки. Уборка полностью сформировавшихся корнеплодов сахарной свёклы приходится на осенние месяцы. В этот период влажность почвы может достигать в дождливые годы более 30% в дождливые годы, а в засушливые падать ниже 17% [3]. По данным ВНИИСС оптимальная влажность для эффективной работы свеклоуборочных комбайнов лежит в пределах 19-25% [4]. В засушливые годы, при повышении плотности почвы, увеличивается тяговое сопротивление рабочих органов и повышается засорённость вороха корнеплодов комьями почвы, для удаления которых приходится вводить в конструкцию машины сложные устройства. Эксплуатация комбайнов в производственном отделении «Юрловское» ГК РУСАГРО показало, что при снижении влажности почвы с 24,2 – 26,9% до 16,7 – 21,2% и соответственно увеличение твердости почвы на 20 – 47,4% привели:

- с одной стороны к снижению сменной выработки комбайнов с вибрационными лемешковыми копачами на 15,2%; с дисковыми копачами на 24,4%;
- с другой стороны к увеличению среднего удельного расхода топлива на гектар соответственно на 18,6% и 27,5%.

Анализ результатов эксплуатации показывает, что комбайны с вибрационными лемешковыми копачами более эффективны по сравнению с дисковыми. Это объясняется тем, что вибрация

разрушает почвенный пласт перед копачами, что облегчает их работу. Однако у комбайнов с вибрационными лемешковыми копачами возникла другая проблема: при повышенной твердости почвы трижды пришлось менять изношенные и поломанные лемешки за сезон (при нормальной влажности лемешки за сезон не менялись) [5].

На тяжёлых почвах ЦЧР, с широко варьирующими свойствами, задача эффективного использования свеклоуборочных комбайнов остаётся пока ключевой и актуальной. Повысить эффективность работы свеклоуборочного комбайна, обеспечив снижение расхода топлива, повышение показателей выработки, уменьшения износа рабочих органов, предположительно возможно за счет рыхления почвы непосредственно перед операцией уборки. Тогда возникает следующий вопрос, какого типа, активный или пассивный должен быть рабочий орган рыхлителя почвы. Активные рабочие органы обладают рядом преимуществ, что и обусловливает их более широкое применение. Однако они имеют довольно сложную конструкцию и низкую наработку на отказ. Пассивные органы имеют более простую конструкцию и более высокую надежность, что позволяет снизить себестоимость рабочих органов в целом, а в некоторых случаях имеют более высокие показатели работы.

Выкапывание корнеплодов сахарной свёклы оказывает большое влияние на полноту уборки и повреждаемость корнеплодов. Глубина хода большинства копачей, при нормальных условиях, не превышает 6-11 см. Это дает возможность направлять на сепарирующие органы меньшее количество почвы и тем самым снижать загрязненность вороха корнеплодов.

Целью исследований является выявление влияния рыхления почвы перед работой свеклоуборочных комбайнов на усилие извлечения корнеплодов из почвы и как следствие повышение их производительности и снижение удельного расхода топлива.

Методы исследований: определение типа рыхлителя; разработка и изготовление макетного образца; проведение поискового полевого эксперимента.

Результаты и обсуждение. Исходя из выше приведенного, принимаем гипотезу, что рабочий орган рыхлителя должен быть пассивным и разрыхлять почву на глубину до 15 см. Из анализа литературных источников известны два типа рабочих органов способных произвести рыхление почвы: рыхлительный зуб аналогичный долотообразной лапе культиватора УСМК – 5,4 [6]; игольчатый диск аналогичный диску бороны игольчатой БИГ – 3,0 [6]. Для проведения поискового эксперимента по выявлению способности игольчатого диска разрыхлить почвенный пласт и возможно снизить её удерживающую корнеплоды способность, был разработан макетный образец рыхлителя почвы (рисунок 1).

Рисунок 1 - Макетный образец рыхлителя почвы

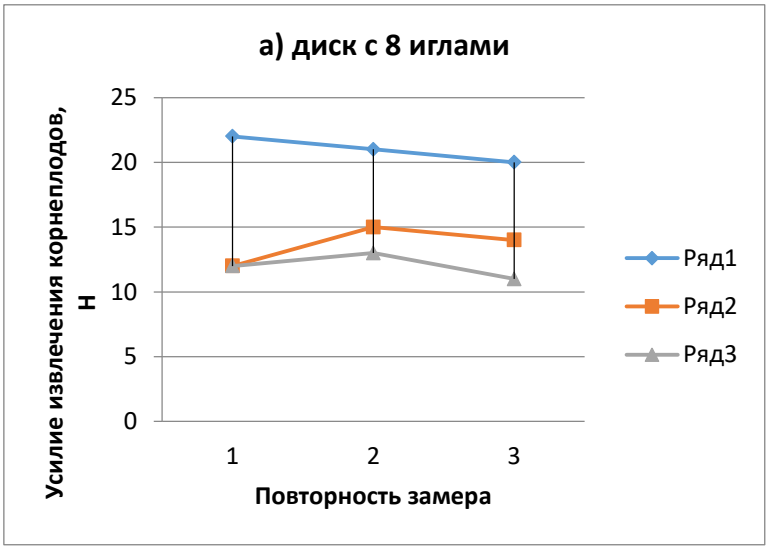
Он представляет собой сварную раму с площадкой для балласта и вращающийся на подшипниках барабан с двумя игольчатыми дисками. Для того, чтобы исключить повреждения

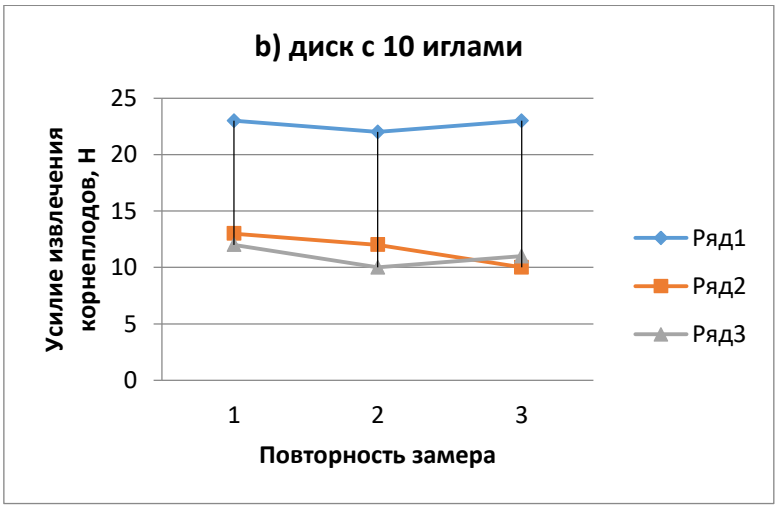
корнеплодов, при движении макетного образца вдоль ряда, расстояние между дисками составляло 25 см. Образец агрегатировался трактором Т – 25.

При проведении поискового эксперимента, с целью выявления наиболее эффективной работы рыхлителя, изменялось количество зубьев (игл): 8-10-12; так же изменялось величина заглубления зубьев от 5 до 15 см с шагом 5 см. Извлечение корнеплодов из почвы производилось с помощью динамометра после прохода рыхлителя вдоль ряда, при этом фиксировалось усилие их извлечения. В период проведения поискового эксперимента были сняты показатели, характеризующие физико-механические свойства почвы (таблица 1). Результаты полевого эксперимента приведены на рисунке 2.

Таблица 1.- Физико-механические свойства почвы при проведении полевого эксперимента

Дата	№поля	Показатель влажности почвы, %	Показатель твердости почвы, МПа
24.09.2022	ТМ.0013	28,9; 27,5; 26; 25,5; 27,6; 25,6; 24,3	1,57;1,71;1,59;1,61; 1,89;1,75;1,81
24.09.2022	ТМ.0014	26; 29	1.66;1,49





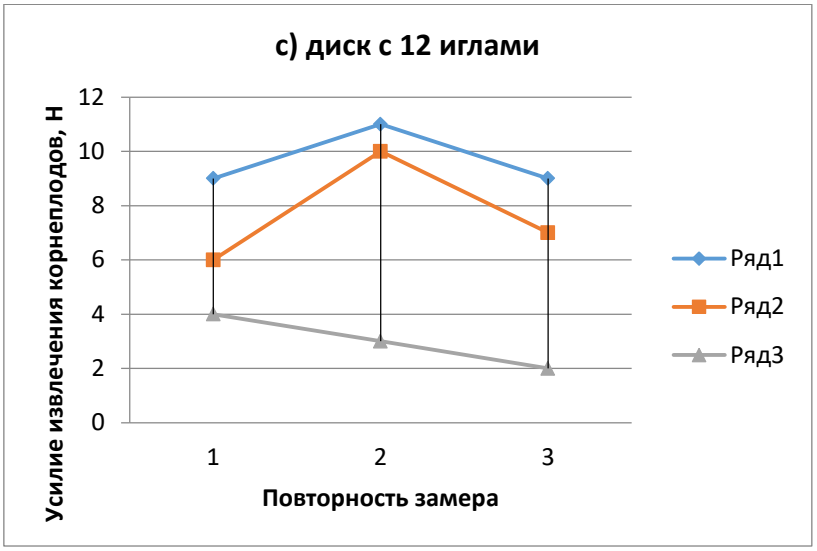


Рисунок 2 - Влияние глубины рыхления почвы на усилие извлечения из неё корнеплодов.

Результаты полевых испытаний рыхлителя показали снижение усилия извлечения корнеплодов из почвы при глубине хода зубьев игольчатого диска: ряд 1 – величина заглубления 50 мм; ряд 2 – 100 мм; ряд 3 – 150 мм. При этом максимальное снижение усилия извлечения, свыше 50%, наблюдается у диска с 12 зубьями.

Заключение. Таким образом, выявлено явное влияние игольчатого рыхлителя на усилие извлечения корнеплодов сахарной свёклы из почвы за счет разрыхления почвенного пласта. Можно предположить, что рыхление почвы будет способствовать снижению сопротивления ходу копачей. Как следствие это приведет к увеличению сменной выработки свеклоуборочных комбайнов и снижению ими удельного расхода топлива. Однако необходимо более детально изучить влияние размерно-конструктивных параметров игольчатого диска на рыхление почвенного пласта и тяговое усилие рыхлителя.

Список источников

1. Технология и техника для возделывания и уборки сахарной свеклы: справочник / Колчина Л.М. // М: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. – 80 с.

2. Химический состав корнеплода сахарной свеклы / Дутова З.Ф., Алимгафаров Р.Р. // Современные наукоемкие технологии. – 2013. № 9. – С. 12-13.

3. Эксплуатационные показатели работы свеклоуборочных комбайнов в ГК РусАгро / Н.В. Михеев, А.В. Козюков, А.А. Завражнов // Наука в центральной России. 2022, № 1 (55). – С. 22 – 32.

4. http://mcx-consult.ru/page1508072009

5. Уборка сахарной свеклы в условия твердых почв в центральной России на примере ГК РУСАГРО / Михеев Н.В., Козюков А.В.// Наука и Образование. 2020. Т. 3. № 4. С. 2492 http://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/2493/2492

6. Халанский, В.М., Горбачев, И.В. Сельскохозяйственные машины. – М.: КолосС, 2004. – 624 с.

References

1. Technology and equipment for the cultivation and harvesting of sugar beet: handbook / Kolchina L.M. // M: FSBI "Rosinformagrotech", 2012. – 80 p.

2. Chemical composition of sugar beet root crop / Dutova Z.F., Alimgafarov R.R. // Modern high-tech technologies. - 2013. No. 9. – pp. 12-13.

3. Operational performance of beet harvesters in GC RusAgro / N.V. Mikheev, A.V. Kozyukov, A.A. Zavrazhnov // Science in Central Russia. 2022, No. 1 (55). – pp. 22 – 32.

4. http://mcx-consult.ru/page1508072009

5. Harvesting of sugar beet in conditions of solid soils in Central Russia on the example of RUSAGRO Group of Companies / Mikheev N.V., Kozyukov A.V.// Science and Education. 2020. Vol. 3. No. 4. p. 2492 http://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/2493/2492

6. Khalansky, V.M., Gorbachev, I.V. Agricultural machines. – M.: KolosS, 2004. – 624 p.

Информация об авторах

Н.В. Михеев – кандидат технических наук, доцент; А.В. Козюков – аспирант.

Information about the authors

N. Mikheev - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; V. Somin – post-graduate student.

Вклад авторов все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: *all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication*.

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию (Received): 05.05.2023 Принята к публикации (Accepted): 06.06.2023