

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА УБОРКИ И ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ

STUDY OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF HARVESTING AND POST-HARVEST PROCESSING OF POTATOES

Аббасов Г.И.

Азербайджанский государственный аграрный университет
Аз 2000, Азербайджанская Республика, г. Гянджа, проспект
Ататюрка, 262
E-mail: tagiyev.asau@gmail.com

При уборке картофеля, независимо от применяемых средств механизации, выкопка картофеля из почвы, сепарация клубней от земли являются обязательными операциями. При этом на качественное выполнение указанных операций влияет множество факторов — влажность и засоленность почвы, конструкция и режим работы рабочих органов картофелекопателя и сепаратора. Для обоснования последних необходимо исследование технологического процесса на основе математического моделирования. Моделирование и исследование технологического процесса уборки и послеуборочной обработки картофеля и взаимодействия клубней друг с другом и рабочими органами позволяют обосновать условия понижения повреждаемости и снижения общих затрат, так как расходы на уборку и послеуборочную обработку тесно связаны также с потерями убранных урожая. Исследованиями установлено, что на эффективность процессов уборки и послеуборочной обработки картофеля в большей степени влияет цена на реализацию продукции. Анализ зависимости затрат на уборку и послеуборочную обработку картофеля с единицы площади, выхода продукции в денежном выражении и эффективности процессов от вероятностного показателя качества выполняемых технологических операций показывает, что на производство продукции, помимо стоимости реализации, также влияют выполнение технологических операций, машинный комплекс и технологии, выбранные его рабочими органами.

Ключевые слова: уборка картофеля, картофелекопатель, послеуборочная обработка, моделирование, повреждаемость, затраты, эффективность процесса.

Для цитирования: Аббасов Г.И. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА УБОРКИ И ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ. Аграрная наука. 2019; (6): 33–35.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-329-6-33-35>

Моделирование и исследование технологического процесса уборки и послеуборочной обработки картофеля и взаимодействия клубней картофеля друг с другом и рабочими органами технических средств позволяет разработать научные основы их повреждения [1, 2, 3].

Урожай картофеля связан с биологической продуктивностью (Y_0 , ц/га) и качественной товарной или семенной (фактической) продуктивностью картофеля (Y , ц/га).

$$Z = CY - R \rightarrow \max, \quad (1)$$

где Z — эффективность уборки и послеуборочной обработки картофеля, ман/га; C — цена продажи картофеля, ман/ц; R — расходы на уборку и послеуборочную обработку картофеля с единицы площади, ман/га.

$$R = \Sigma(R_y + R_d + R_s + R_c), \quad (2)$$

где R_y — затраты на сбор урожая, ман/га; R_d — расходы на погрузочно-разгрузочные работы, транспортировку и хранение, ман/га; R_s — затраты на закладку на хранение, ман/га; R_c — затраты на сортировку, ман/га.

Abbasov G.I.

Azerbaijan State Agrarian University
E-mail: tagiyev.asau@gmail.com

When harvesting potatoes, regardless of the means of mechanization used, digging up potatoes from the soil, separating tubers from the ground are mandatory operations. At the same time, a number of factors affect the quality performance of these operations — the humidity and soil contamination, the design and operation of the working parts of the potato digger and the separator. To substantiate the latter, it is necessary to study the technological process on the basis of mathematical modeling. Modeling and researching the process of harvesting and post-harvest processing of potatoes and the interaction of tubers with each other and the working bodies can justify the conditions for reducing damage and reducing overall costs, since the costs of harvesting and post-harvest processing are also closely related to losses in harvested crops. Research has shown that the efficiency of harvesting and post-harvest processing of potatoes is more influenced by the price of product sales. Analysis of the dependence of the cost of harvesting and post-harvest processing of potatoes per unit of area, yield in monetary terms and process efficiency on a probabilistic indicator of the quality of technological operations performed shows that production, in addition to the cost of implementation, is also affected by the implementation of technological operations, machine complex and technology, selected by its working bodies.

Key words: potato harvesting, potato digger, post-harvest processing, modeling, damageability, costs, process efficiency.

For citation: Abbasov G.I. STUDY OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF HARVESTING AND POST-HARVEST PROCESSING OF POTATOES. Agrarian science. 2019; (6): 33–35. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-329-6-33-35>

Фактическая производительность (Y) всегда меньше, чем биологическая производительность (Y_0) из-за прямых и косвенных потерь:

$$Y = Y_0 - P, \quad (3)$$

где P — потери при уборке и послеуборочной обработке, ц/га.

$$P = P_{bb} - P_{dol}, \quad (4)$$

где P_{bb} — прямые потери при уборке и послеуборочной обработке, ц/га; P_{dol} — косвенные потери (потери от механических повреждений картофеля), ц/га.

$$P = \Sigma(P_y + P_d + P_s + P_c), \quad (5)$$

где P_y — потери за соответствующее время (потери на земле), ц/га; P_d — потери при транспортировке (потери при погрузочно-разгрузочных и транспортных операциях), ц/га; P_s — потери при закладке на хранение и при хранении (мятый картофель, естественные потери), ц/га; P_c — потери в процессе сортировки (мятый и больной картофель), ц/га.

Картофель с механическими повреждениями не выкидывается, он используется в других целях (корм для животных)[4, 5]. Так что поврежденный картофель реализуется как и товарный (или семенной) картофель, но по другой цене (C_z):

$$\Pi_{dol} = K(1 - \beta), \quad (6)$$

где K — количество картофеля с механическими повреждениями, т; β — коэффициент пересчета, условно принимающий поврежденный картофель как неповрежденный.

$$K = \Sigma(K_y + K_d + K_s + K_c), \quad (7)$$

где K_y — картофель, подвергшийся механическим повреждениям в процессе уборки, т; K_d — количество картофеля, подвергшегося механическим повреждениям при транспортировке, погрузке, разгрузке, т; K_s — количество картофеля, подвергшегося механическим повреждениям при разгрузке в хранилище, т; K_c — количество поврежденного при сортировке картофеля, т.

$$\beta = C_z/C, \quad (8)$$

где C_z — цена поврежденного картофеля, ман/т.

Принимаем вероятностный показатель качества (x) выполнения технологических операций уборки и послеуборочной обработки.

Если нет потерь во время уборки урожая и при послеуборочной обработке, тогда $x = 0$, если потери составляют 100% $x = 1$.

Зависимость вероятностного показателя качества выполнения технологических операций от потерь приведена ниже:

$$\Pi = Y_0 \cdot x, \quad (9)$$

С учетом выражения (3) можем записать:

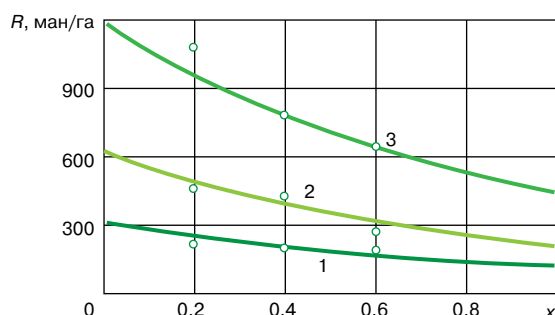
$$Y = Y_0 - \Pi = Y_0 - Y_0 \cdot x. \quad (10)$$

Расходы на уборку и послеуборочную обработку картофеля зависят от технологии уборки, соответствующего машинного комплекса и их рабочих органов. Однако практика показывает, что затраты на уборку связаны также и с потерями [6, 7].

Расходы на уборку и послеуборочную обработку картофеля, связанные с вероятностным показателем качества выполнения технологических операций, выглядят следующим образом:

$$R(x) = \alpha e^{-x}, \quad (11)$$

Рис. 1. Зависимость затрат на уборку и послеуборочную обработку картофеля от вероятностного показателя качества выполнения технологических операций: 1 — $\alpha = 300$ ман; 2 — $\alpha = 600$ ман; 3 — $\alpha = 1200$ ман



где α — расходы, отнесенные на уборку и послеуборочную обработку картофеля, собранного с единицы площади.

При исследовании технологического процесса уборки и послеуборочной обработки картофеля учитывается не только цена, но и качество выполняемых технологических операций.

На рисунке 1 дана зависимость затрат на уборку и послеуборочную обработку картофеля от вероятностного показателя качества выполнения технологических операций при производительности 200 ц/га.

Следует отметить, что при снижении вероятностного показателя качества выполняемых технологических операций от единицы до нуля затраты значительно повышаются.

Выход урожая с 1 га в денежном выражении выглядит следующим образом:

$$B_m = C \cdot Y, \quad (12)$$

где B_m — выход урожая в денежном выражении, ман/га.

Зависимость вероятностного показателя качества выполняемых технологических операций от выхода продукции выражается в следующем виде:

$$B_m(x) = C[Y_0(1 - x)] \quad (13)$$

или

$$Z(x) = B_m(x) - R(x),$$

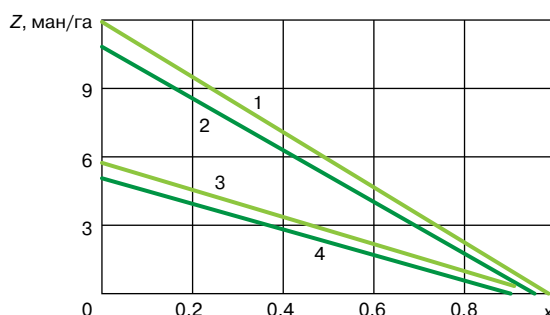
$$Z(x) = C[Y_0(1 - x)] - \alpha e^{-x}. \quad (14)$$

На рисунке 2 показана зависимость эффективности уборки и послеуборочной обработки картофеля различными технологиями от вероятностного показателя качества выполняемых технологических операций.

На эффективность уборки и послеуборочной обработки картофеля еще больше влияет цена на реализацию картофеля (линии 1, 3 и 2, 4).

Анализ зависимости затрат на уборку и послеуборочную обработку картофеля с единицы площади, выхода продукции в денежном выражении и эффективности уборки и послеуборочной обработки от вероятностного показателя качества выполняемых технологических операций показывает, что на производство продукции, помимо стоимости реализации, также влияют выполнение технологических операций, машинный комплекс и технологии, выбранные его рабочими органами (рис. 2, линии 1, 2 или 3, 4).

Рис. 2. Зависимость эффективности уборки и послеуборочной обработки картофеля различными технологиями от вероятностного показателя качества выполняемых технологических операций: 1, 2 — затраты на уборку картофеля с единицы площади 300 и 1200 манат при цене продажи 60 ман/ц; 3, 4 — при тех же затратах при цене продажи 30 ман/ц



Максимальная эффективность уборки и послеуборочной обработки приходится на минимальное значение вероятностного показателя качества выполняемых технологических операций, другими словами

$$x \rightarrow \min; \quad (15)$$

$$R \rightarrow \min. \quad (16)$$

Таким образом, можно отметить, когда стоимость реализации картофеля высока, любая технология уборки урожая и соответствующий машинный комплекс и рабочие органы могут быть эффективными.

Вероятностный показатель качества выполняемых технологических операций может быть минимизирован за счет улучшения рабочих органов, контактирующих с картофелем [8]. Для этого необходимо определить механические повреждения картофеля, полученные теми или иными рабочими органами и технологическими операциями.

Чтобы дать вероятностную оценку повреждениям картофеля в результате технологических операций при уборке, рассмотрим следующие случаи:

K_y — повреждение клубней в процессе уборки урожая;

K_1 — повреждение клубней при вскапывании;

K_2 — повреждение клубней в процессе отделения от почвы;

K_3 — повреждение клубней при сборе и транспортировке на приемном устройстве (контейнере, накопительном бункере);

K_4 — повреждение клубней в приемных устройствах, накопительных бункерах картофелеуборочных комбайнов при их заполнении.

Событие, характеризующее повреждение картофеля в одном рабочем органе, не зависит от вероятности получения повреждений на другом рабочем органе. Эти события независимы. При повторном технологическом процессе при участии одних и тех же клубней (разгрузка) мы рассматриваем независимое событие как совместное событие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аббасов Г.И. Исследование процесса механических повреждений клубней картофеля (на азербайджанском языке) // Сборник извений. — Гянджа: Гянджинское отделение НАНА, 2016. — № 2(64). — С. 71–76.
2. Боричев С.Н. Технологии и машины для механизированной уборки картофеля. — Рязань: РГСХА, 2006. — 201 с.
3. Варламов А.Г. Повышение эффективности послеуборочной и предреализационной обработки картофеля путем оптимизации параметров и режимов работы пружинного ворохочистителя: автореф. дис. канд. техн. наук. — СПб.: Пушкин, 2007. — 20 с.
4. Гордеев О.В. Повреждение клубней картофеля при подении // Механизация и электрификация сельского хозяйства. — 2007. — № 9. — С. 13–14.
5. Колчин Н.Н. Техника для послеуборочной обработки и хранения картофеля: состояние и перспективы развития // Картофель и овощи. — 2002. — № 8. — С. 6–8.
6. Ларюшин Н.П. Механизация производства картофеля в мелкотоварных хозяйствах // Научное обозрение. — 2012. — № 4. — С. 142–147.
7. Охотников Б.Л. Производственные условия и технические средства повышения рентабельности возделывания картофеля. — Екатеринбург: УрГСХА, 2002. — 136 с.
8. Кузьмин А.В. Методы снижения повреждаемости клубней картофеля и совершенствование картофелеуборочных машин: автореф. дис. докт. техн. наук. — М., 2005. — 40 с.
9. Гмурман В.Е. Руководства по решению задач по теории вероятностей и математической статистике. — М.: Высшая школа, 2004. — 407 с.
10. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. — М.: Высшая школа, 2003. — 480 с.

ОБ АВТОРЕ:

Аббасов Г.И., доктор философии по технике, доцент

Тогда мы можем написать:

$$K_y = K_1 + K_2 + K_3 + K_4. \quad (17)$$

Согласно теореме умножения вероятностей независимых событий [9, 10] соответственно $P_y(K_y)$ можем записать:

$$P_y(K_y) = P(K_1 + K_2 + K_3 + K_4), \quad (18)$$

в общем виде

$$P_y(K_y) = P(K_1 + K_2 + K_3 + \dots + K_i), \quad (19)$$

где i — количество взаимодействий клубней картофеля с различными рабочими органами во время технологической операции уборки картофеля.

Как и в случае аналогичных технологических операций, таких как транспортировка, закладка на хранение, сортировка, рассмотрим следующие события:

K_d — повреждение клубней при транспортных технологических операциях;

K_5 — повреждение клубней при загрузке в самовыгружающиеся транспортные средства;

K_6 — повреждение клубней при выгрузке из самовыгружающихся транспортных средств;

K_7 — повреждение клубней в процессе заполнения приемного бункера;

K_8 — повреждение клубней в процессе хранения и при сортировке ранней весной (семенной картофель);

K_9 — повреждение клубней при хранении;

K_{10} — повреждение клубней при сортировке ранней весной.

Известно, что событие повреждения клубней в процессе уборки и послеуборочной обработки (K) равно сумме событий K_y, K_d, K_s, K_c :

$$P(K) = P(K_y + K_d + K_s + K_c), \quad (20)$$

в общем виде

$$P(K) = P(K_y + K_d + K_s + \dots + K_i), \quad (21)$$

где i — количество взаимодействий клубней картофеля с рабочими органами машины в процессе уборки и послеуборочной обработки.

REFERENCES

1. Abbasov G. I. Study of the process of mechanical damage of potato tubers (in Azerbaijani) // Proceedings. — Ganja: Ganja branch of ANAS, 2016. — № 2(64). — P. 71–76.
2. Borichev S. N. Technologies and machines for mechanized harvesting of potatoes. — Ryazan: RGSA, 2006. — 201 p.
3. Varlamov A. G. Improving the efficiency of post-harvest and pre-treatment of potatoes by optimizing the parameters and modes of operation of the spring pile cleaner: autoref. dis. kand. Techn. sciences'. — SPb.: Pushkin, 2007. — 20 p.
4. Gordeev O. V. Damage of potato tubers during feeding // Mechanization and electrification of agriculture. — 2007. — № 9. — Pp. 13–14.
5. Kolchin N. N. Equipment for post-harvest processing and storage of potatoes: state and prospects of development // Potatoes and vegetables. — 2002. — № 8. — Pp. 6–8.
6. Laryushin N. P. Mechanization of potato production in small-scale farms // Scientific review. — 2012. — № 4. — P. 142–147.
7. Hunters B. L. Production conditions and technical means of increasing the profitability of potato cultivation. — Ekaterinburg: Ural State, 2002. — 136 p.
8. Kuzmin A.V. Methods of reducing damage to potato tubers and improvement of potato harvesting machines: autoref. dis. doctor. Techn. sciences'. — M., 2005. — 40 p.
9. Gmurman V. E. Guidelines for solving problems in probability theory and mathematical statistics. — Moscow: Higher school, 2004. — 407 p.
10. Gmurman V. E. probability Theory and mathematical statistics. — Moscow: Higher school, 2003. 480 PP.

ABOUT THE AUTHOR:

Abbasov G.I., PhD of Technical Sciences