

УДК 532.528, 4.3.1.

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ КОЖУРЫ КАРТОФЕЛЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ УДАЛЕНИЯ БОТВЫ**

Егорова Ирина Валентиновна  
аспирант  
РИНЦ SPIN-код: 9397-5470  
E-mail: eiv.ira@mail.ru  
*Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия*

Безносюк Роман Владимирович  
кандидат технических наук, доцент  
РИНЦ SPIN-код: 1616-3982  
E-mail: romario345830@yandex.ru  
*Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия*

Костенко Михаил Юрьевич  
доктор технических наук, профессор  
SPIN-код: 2352-0690  
E-mail: kostenko.mihail2016@yandex.ru  
*Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия*

Рембалович Георгий Константинович  
Доктор технических наук, профессор  
РИНЦ SPIN-код: 9656-2331  
E-mail: rgk.rgatu@yandex.ru  
*Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия*

Успенский Иван Алексеевич  
доктор технических наук, профессор  
РИНЦ SPIN-код: 1831-7116  
E-mail: ivan.uspensckij@yandex.ru  
*Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия*

Проблема качественных показателей клубней - наиболее остро стоящий вопрос при уборке посадок картофеля. В условиях механизации процессов уборки урожая качество продукции выходит на первый план. Одним из вариантов решения проблемы повышения качества является формирование прочных покровных тканей на поверхности клубней. Важным этапом при этом является правильная подготовка растений к уборке

UDC 532.528, 4.3.1.

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

**RESEARCH OF THE STRENGTH PROPERTIES OF POTATO PEEL WITH DIFFERENT METHODS OF HOLE REMOVAL**

Egorova Irina Valentinovna  
graduate student  
RSCI SPIN-code: 9397-5470  
E-mail: eiv.ira@mail.ru  
*Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia*

Beznoosyuk Roman Vladimirovich  
Cand.Tech.Sci., Associate Professor  
RSCI SPIN-code: 1616-3982  
E-mail: romario345830@yandex.ru  
*Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia*

Kostenko Mikhail Yuryevich  
Doctor of Technical Sciences, Professor  
RSCI SPIN-code: 2352-0690  
E-mail: kostenko.mihail2016@yandex.ru  
*Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia*

Rembalovich Georgiy Konstantinovich  
Dr.Sci.Tech., Professor  
RSCI SPIN-code: 9656-2331  
E-mail: rgk.rgatu@yandex.ru  
*Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia*

Uspenskiy Ivan Alekseevich  
Dr.Sci.Tech., Professor  
RSCI SPIN-code: 1831-7116  
E-mail: ivan.uspensckij@yandex.ru  
*Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia*

The problem of quality indicators of tubers is the most pressing issue when harvesting potato plantings. With the mechanization of harvesting processes, product quality comes to the fore. One of the options for solving the problem of improving quality is the formation of durable integumentary tissues on the surface of tubers. An important stage in this case is the proper preparation of plants for harvesting - removing the tops, which contributes to the maturation of the

– удаление ботвы, способствующее созреванию кожуры и формированию ее прочностных свойств. Основная цель – снижение травм клубней для дальнейшей минимизации потерь при хранении, сохранения качественного товарного вида поверхности клубней. При контакте с рабочими органами уборочных комплексов, почвенными комками и камнями недостаточно сформированные покровные ткани клубней повреждаются, являясь тем самым причиной нетоварного вида, даже при условии формирования раневой перидермы. Кроме того, поврежденные ткани становятся проводником различных инфекций

peel and the formation of its strength properties. The main goal is to reduce injuries to tubers to further minimize losses during storage and preserve the high-quality presentation of the surface of tubers. Upon contact with the working bodies of harvesting complexes, soil lumps and stones, insufficiently formed integumentary tissues of tubers are damaged, thereby causing unmarketable appearance, even if a wound periderm is formed. In addition, damaged tissue becomes a conductor of various infections

Ключевые слова: ДЕСИКАЦИЯ, СЕНИКАЦИЯ, СКАШИВАНИЕ

Keywords: DESICTION, SENICATION, MOWING

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-198-002>

## Введение

Проблема качественных показателей клубней - наиболее остро стоящий вопрос при уборке посадок картофеля. В условиях механизации процессов уборки урожая качество продукции выходит на первый план. Одним из вариантов решения проблемы повышения качества является формирование прочных покровных тканей на поверхности клубней. Важным этапом при этом является правильная подготовка растений к уборке – удаление ботвы, способствующее созреванию кожуры и формированию ее прочностных свойств. Основная цель – снижение травм клубней для дальнейшей минимизации потерь при хранении, сохранения качественного товарного вида поверхности клубней [1].

При контакте с рабочими органами уборочных комплексов, почвенными комками и камнями недостаточно сформированные покровные ткани клубней повреждаются, являясь тем самым причиной нетоварного вида, даже при условии формирования раневой перидермы. Кроме того, поврежденные ткани становятся проводником различных инфекций. Было проведено исследование влияния способа уборки ботвы картофеля на качество формирования покровных тканей картофельных клубней.

<http://ej.kubagro.ru/2024/04/pdf/02.pdf>

Цель исследования - определение влияния десикации (десикантами, имеющими в составе различные действующие вещества), сеникации и скашивания ботвы на формирование прочностных свойств кожуры картофеля.

Задача исследования - выявление приема удаления ботвы, при котором формирование паренхимы клубня происходит более качественно.

### **Объекты и методы исследования**

В качестве объекта исследования был выбран сорт картофеля Манифест, выращиваемого на богарных полях ООО «Авангард» Рязанской области, Рязанского района.

Десикация и сеникация проводились опрыскивателем Challenger RoGator RG-1100 (рисунок 1) препаратами, внесенными в «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации 2023» [2], для скашивания ботвы использовался ботвоудалитель Grimme KS 75-4.



Рисунок 1 – Процесс обработки ботвы картофеля опрыскивателем Challenger RoGator RG-1100

### **Материалы и методы исследования**

В ходе полевого опыта определяли прочность сформированной кожуры картофеля при различных способах удаления ботвы. Площадь делянки составляла 1 га. Удаление ботвы на каждом из вариантов проводилось в трех повторностях.

Исследование проходило по следующей схеме:

1. Опытный вариант №1 – сеникация - опрыскивание органоминеральным удобрением агрис фосфор в норме 3 л/га;
2. Опытный вариант №2 – опрыскивание ботвы десикантом с действующим веществом дикват (содержание действующего вещества в препарате– 150 г/л) в норме 2 л/га;
3. Опытный вариант №3 – опрыскивание ботвы десикантом с действующим веществом глюфосинат аммоний (содержание действующего вещества в препарате – 150 г/л) в норме 2,5 л/га.
4. Опытный вариант №4 – опрыскивание ботвы десикантом с действующим веществом карфентразон-этил (содержание действующего вещества в препарате – 480 г/л) в норме 0,125 л/га;
5. Опытный вариант №5 (контроль) – скашивание ботвы ботвоудалителем;
6. Опытный вариант №6 – сеникация (опрыскивание ботвы органоминеральным удобрением агрис фосфор в норме 3 л/га) с последующим скашиванием ботвы ботвоудалителем через 7 дней. [3]

Измерения прочности формирования кожуры клубней проводили при помощи прибора для измерения величины прилагаемого усилия, принцип действия которого заключается в механическом воздействии на покровные ткани клубня плоскостью с разными углами наклона [3].

Прибор имеет платформу, на которой крепятся основные элементы: винтовой домкрат со сменными наклонными пластинами, измерительная

платформа, рычажный механизм с пружиной, шкала измерений, устройство для снятия круговых диаграмм.

Результаты по вариантам записывали в таблицу, затем опираясь на полученные данные, формировали графики зависимостей показателей друг от друга. Ниже приведены данные по лучшему из вариантов в сравнении с контрольным вариантом.

Исследование влияния условий сжатия клубней картофеля полученных в результате уборки с предварительным удалением ботвы способом сеникации (агрис фосфор) и скашивания позволило получить уравнение регрессии:

$$F = 35 - 0,8111 \cdot m + 0,5556 \cdot \alpha + 0,0089 \cdot m^2 - \\ - 0,0044 \cdot m \cdot \alpha - 0,0044 \cdot \alpha^2$$

где  $F$  – усилие обдира кожуры клубня, Н;

$m$  – масса (размер) клубней;

$\alpha$  – угол наклона плоскости (угол защемления).

На основании опытных данных построен график зависимости усилия обдира кожуры клубня от массы клубней и угла наклона плоскости (рисунок 2).

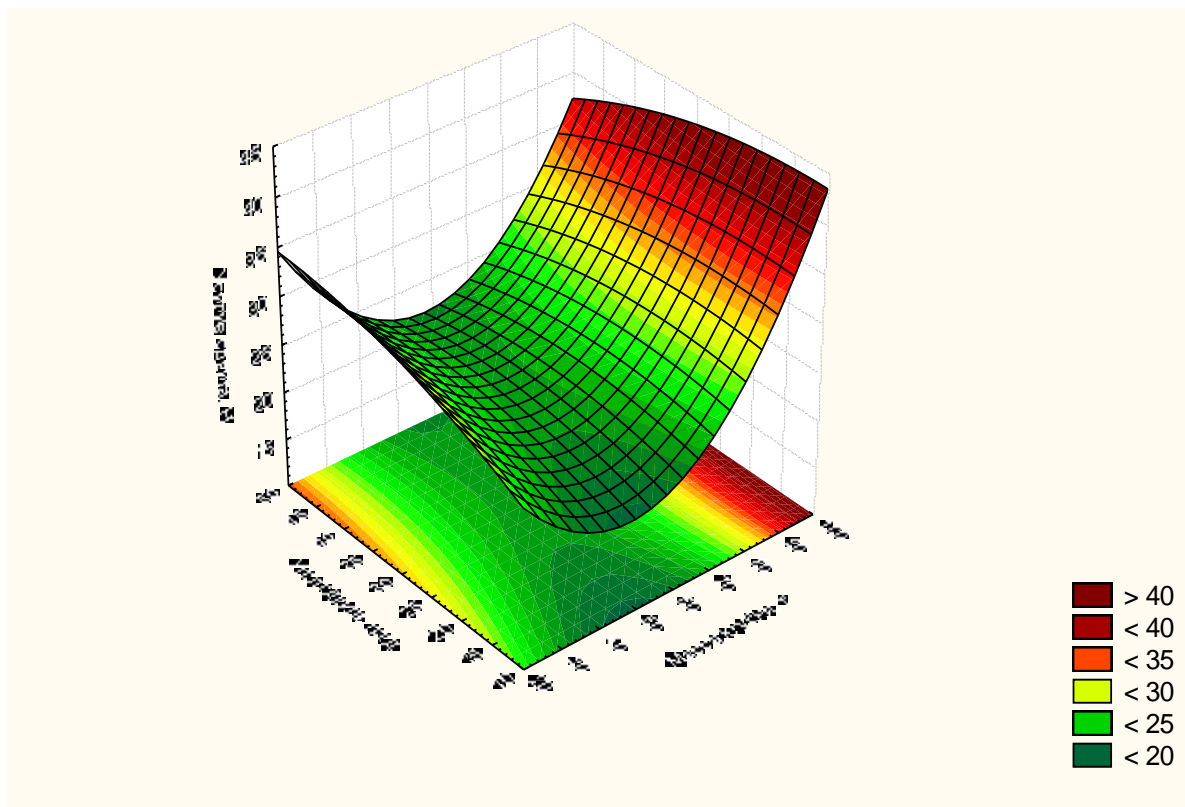


Рисунок 2 – Зависимость усилия обдира кожуры клубня от массы (размера) клубней и угла защемления при удалении ботвы картофеля с использованием сеникации (агрис фосфор) и скашивания.

Анализ рисунка 2 показал, что наименьшее усилие обдира кожуры клубня наблюдается при углах наклона деформирующей плоскости около 30 градусов и размере клубня около 50-60 грамм. При сеникации и скашивании ботвы картофеля повреждаемость клубней картофеля снижается.

Были проведены исследования усилия обдира кожуры клубня от массы (размера) клубней и угла защемления при удалении ботвы картофеля методом скашивания. В результате обработки данных было получено уравнение регрессии:

$$F = -9,8889 + 0,5778 \cdot m + 0,4556 \cdot \alpha + 0,0004 \cdot m^2 - 0,0111 \cdot m \cdot \alpha - 0,0081 \cdot \alpha^2$$

где F – усилие обдира кожуры клубня, Н;

m – масса (размер) клубней;

$\alpha$  – угол наклона плоскости (угол защемления).

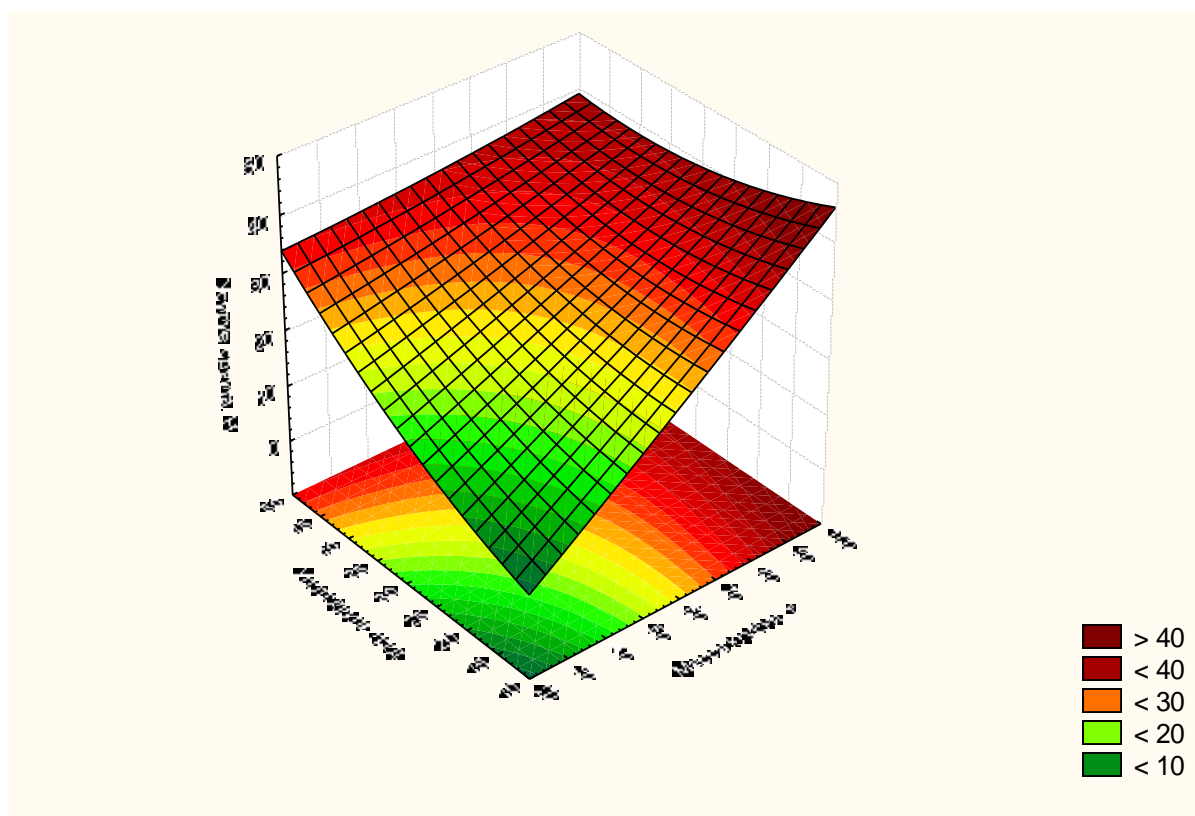


Рисунок 3 – Зависимость усилия обдира кожуры клубня от массы (размера) клубней и угла защемления при удалении ботвы картофеля методом скашивания.

Анализ полученных данных показывает, что наименьшее усилие, при котором происходит обдир кожуры, соответствует минимальным углам защемления и минимальным размерам клубней картофеля. Таким образом установлено, что с увеличением размеров клубней возрастает усилие необходимое для обдира кожуры, то есть клубни большого размера меньше повреждаются.

Также были проведены исследования зависимости площади обдира кожуры от размеров клубня и угла защемления при удалении ботвы способом сеникации (агрис фосфор) и скашивания. Исследования показали, что площадь обдира кожуры клубня в большей степени определяется углом защемления клубня. Полученное уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$S = -10,1556 + 0,2778 \cdot m + 0,9456 \cdot \alpha - 0,0012 \cdot m^2 - \\ -0,0004 \cdot m \cdot \alpha + 0,0134 \cdot \alpha^2$$

где  $S$  – площадь обдира кожуры клубня, мм<sup>2</sup>;

$m$  – масса (размер) клубней;

$\alpha$  – угол наклона плоскости (угол заземления).

На основании опытных данных построен график зависимости площади содранной кожуры от массы клубней и угла наклона плоскости (рисунок 4). Анализ полученных данных показал, что наибольшие повреждения клубней (обдир кожуры) наблюдается при угле заземления в 30-35 градусов. Причем с увеличением размера клубней площадь обдира возрастает.

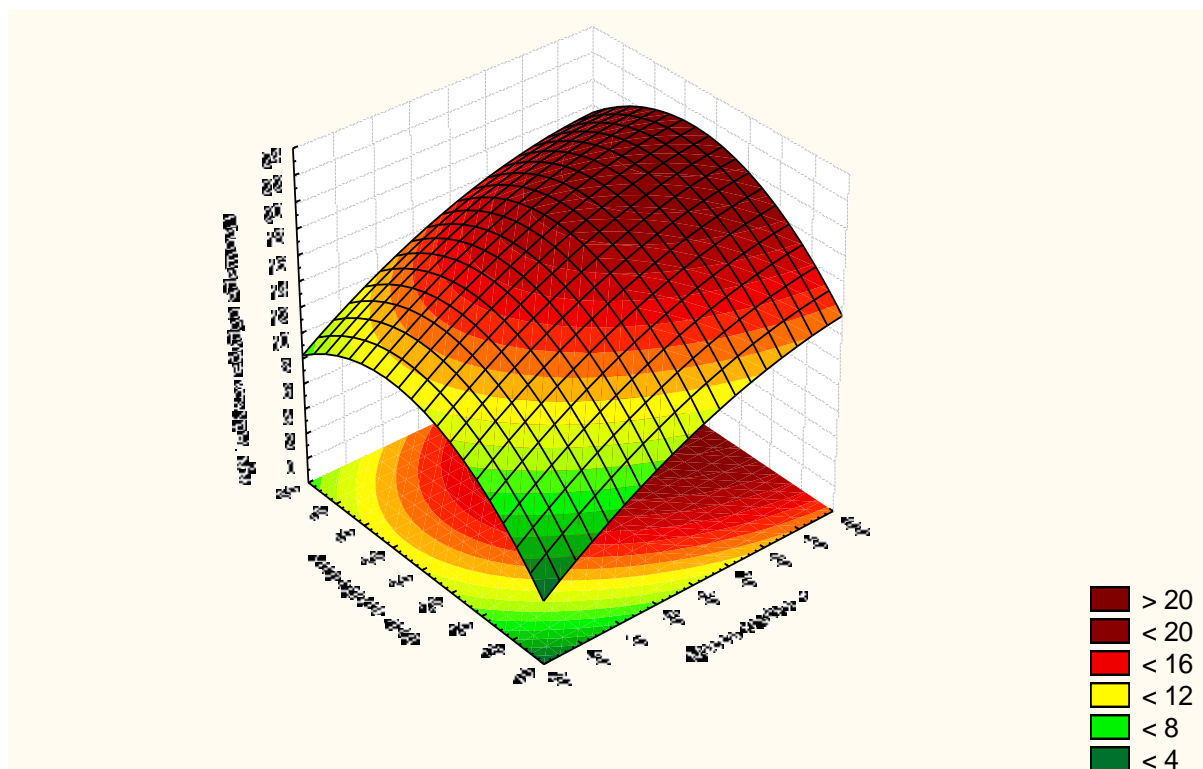


Рисунок 4 – Зависимость площади содранной кожуры от массы (размера) клубней и угла заземления при удалении ботвы картофеля с использованием сеникации (агрис фосфор) и скашивания.

Также были проведены исследования зависимости площади обдира кожуры от размеров клубня и угла заземления при скашивании ботвы картофеля. Исследования показали, что площадь обдира кожуры клубня в



большей степени определяется углом защемления клубня. Полученное уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$S = 468,4778 - 7,6311 \cdot m + 10,5311 \cdot \alpha + 0,0415 \cdot m^2 + \\ + 0,0536 \cdot m \cdot \alpha + 0,0861 \cdot \alpha^2$$

где  $S$  – площадь обдира кожуры клубня, мм<sup>2</sup>;

$m$  – масса (размер) клубней;

$\alpha$  – угол наклона плоскости (угол защемления).

На основании опытных данных построен график зависимости площади содранной кожуры от массы клубней и угла наклона плоскости (рисунок 5).

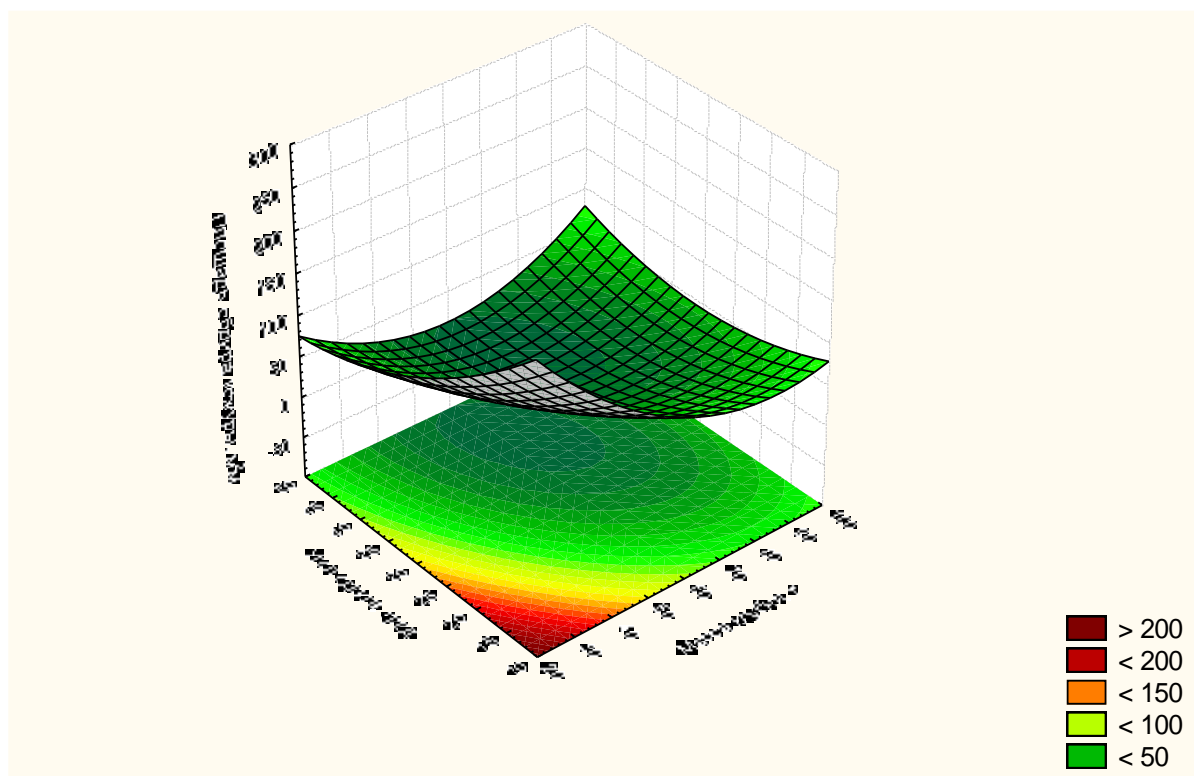
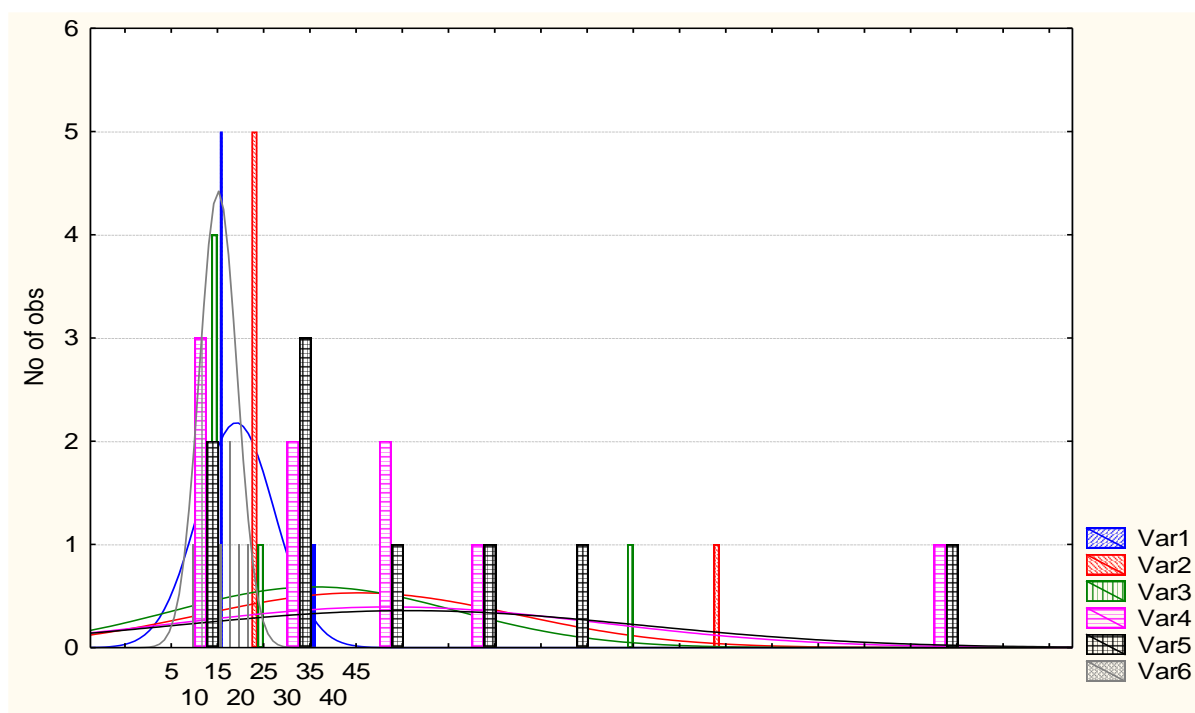


Рисунок 5 – Зависимость площади содранной кожуры от массы (размера) клубней и угла защемления при удалении ботвы картофеля методом скашивания

Анализ полученных данных показал, что наибольшее повреждение клубней (обдир кожуры клубня) наблюдается при больших углах наклона деформирующей плоскости и больших геометрических размеров клубней картофеля. С увеличением размера клубня растет площадь обдира кожуры,

так как возрастает площадь контакта кожуры с деформирующей плоскостью. Наибольшая площадь обдира кожуры наблюдалась при угле наклона плоскости около 60 градусов и массе клубня около 90 грамм. С увеличением массы клубня более 90 грамм площадь обдира кожуры незначительно растет, и существенно возрастает усилие обдира кожуры клубня.

Исследования влияния способа удаления ботвы картофеля показали, что площадь обдира кожуры клубня в большей степени определяется применяемым способом удаления ботвы (рисунок 6).



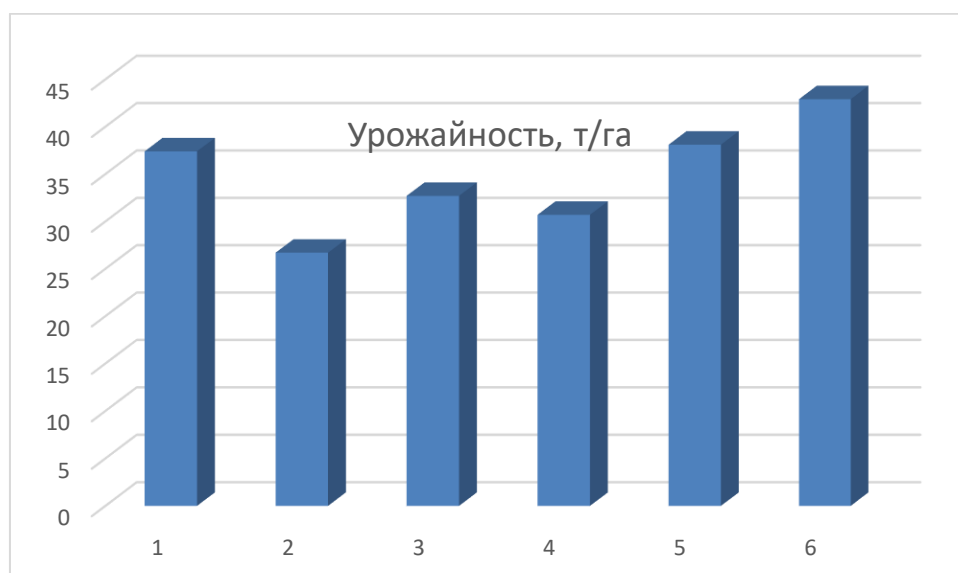
1- сеникация - агрис фосфор; 2 - десикация – дикват; 3 - десикация - глюфосинат аммоний; 4 - десикация - карфентразон-этил; 5 - скашивание; 6 - сеникация + скашивание

Рисунок 6 - Зависимость площади содранной кожуры от способа обработки ботвы, мм<sup>2</sup>

Анализ полученных данных показывает, что наибольшую прочность кожуры картофеля имеют клубни при предуборочной обработке сеникантом Агрис фосфор с последующим механическим удалением

ботвы. Средняя площадь обдира кожуры при совместной обработке (сеникация - агрис фосфор + скашивание) составляет 15 мм<sup>2</sup>, что в 3,74 раза меньше, чем при скашивании ботвы. Так же установлено, что обработка десикантами имеет меньшую прочность кожуры в сравнении с сеникантами в 1,89 раза.

Помимо исследования формирования прочностных показателей кожуры клубней производили сравнительную характеристику урожайности картофеля на опытных вариантах (Рисунок 7). Для определения урожайности культуры выкапывали по 5 кустов (1 квадратный метр) подряд в трех повторностях на каждом из опытных вариантов, проводили взвешивание.



1 - сеникация - агрис фосфор; 2 - десикация - дикват; 3 - десикация - глюфосинат аммоний; 4 - десикация - карфентразон-этил; 5 - скашивание; 6 - сеникация + скашивание.

Рисунок 7 - Зависимость урожайности картофеля от способа удаления ботвы.

При анализе рисунка 7 можно сделать следующие выводы по исследуемым вариантам:

- минимальный показатель урожайности - 26,7 т/га - получился на опытном варианте №2 (десикация – дикват);

- максимальный показатель урожайности - 42,9 т/га - получился на опытном варианте №6 (сеникация+скашивание);

- прирост урожайности на варианте №6 в сравнении с вариантом №1 составил 5,5 т/га или 12,8%; с вариантом №2 – 16,2 т/га или 37,8%; с вариантом №3 – 10,2 т/га или 23,8%; с вариантом № 4 – 12,2 т/га или 28,4%; с вариантом № 5 – 4,8 т/га или 11,2%.

Средняя урожайность сорта Манифест по данным хозяйства составила 34,6 т/га, что в сравнении с максимальной урожайностью варианта №6 ниже на 8,3 т/га или 19,3%. Хозяйством проводилась десикация дикватом в норме 2л/га на всей площади.

Таким образом, по уровню урожайности лучшим показал себя опытный вариант №6 с обработкой ботвы сеникантом и последующим ее скашиванием через 7 дней.

### **Заключение**

Изучение влияния способов удаления ботвы на прочность кожуры клубня показывает, что наибольшую прочность кожуры картофеля имеют клубни при предуборочной обработке сеникантом с последующим механическим удалением ботвы. Средняя площадь обдира кожуры при совместной обработке (сеникация - агрис фосфор + скашивание) составляет 15 мм<sup>2</sup>, что в 3,74 раза меньше чем при скашивании ботвы.

Так же установлено, что обработка десикантами имеет меньшую прочность кожуры в сравнении с сеникантами в 1,89 раза. При этом общая урожайность картофеля выше на варианте сеникация (агрис фосфор) + скашивание и составила 42,9 т/га, а на контрольном варианте (скашивание) – 38,1т/га.

### Список литературы

1. Квасникова М.С. Практикум по картофелеводству [Электронный ресурс]: Учебное пособие ПГСХА. – Электрон. текст. дан. Уссурийск, 2015.- 99 с. - Режим доступа: [www.elib.primacad.ru](http://www.elib.primacad.ru)
2. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации 2023. Версия 77 (25.10.2023 г.)
3. Исследование влияния удаления ботвы на формирование прочностных свойств кожуры картофеля / И. В. Егорова, Р. В. Безносюк, М. Ю. Костенко [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2023. – Т. 15, № 3. – С. 104-109. – DOI 10.36508/RSATU.2023.63.13.014. – EDN HLQDWV.

### References

1. Kvasnikova M.S. Praktikum po kartofelevodstvu [Elektronnyj resurs]: Uchebnoe posobie PGSHA. – Elektron. tekst. dan. Ussurijsk, 2015.- 99 s. - Rezhim dostupa: [www.elib.primacad.ru](http://www.elib.primacad.ru)
2. Spravochnik pesticidov i agrohimiKatov, razreshennyh k primeneniju na territorii Rossijskoj Federacii 2023. Versija 77 (25.10.2023 g.)
3. Issledovanie vlijanija udalenija botvy na formirovanie prochnostnyh svojstv kozhury kartofelja / I. V. Egorova, R. V. Beznosjuk, M. Ju. Kostenko [i dr.] // Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2023. – T. 15, № 3. – S. 104-109. – DOI 10.36508/RSATU.2023.63.13.014. – EDN HLQDWV.