

УДК 631.358

**УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КАПУСТОУБОРОЧНЫХ МАШИН В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ****С. С. Алатырев, И. С. Кручинкина, А. С. Алатырев***Чувашский государственный аграрный университет**428003, Чебоксары, Российская Федерация*

**Аннотация.** В последние годы в ряде стран уделяют большое внимание решению проблемы механизации уборочного процесса при товарном производстве кочанной капусты. Об этом свидетельствует и тот факт, что на рынке сельскохозяйственной техники появились новые модели капустоуборочных машин зарубежного и отечественного производства. Однако до сих пор все еще доминирует ручной способ уборки кочанной капусты. На наш взгляд, это объясняется тем, что технический и технологический уровень известных капустоуборочных машин не в полной мере удовлетворяет овощеводов. По этой причине актуальной проблемой современной науки является создание высокоэффективных капустоуборочных машин. Ее решение предусматривает проведение дальнейшего разностороннего исследования их работы в полевых условиях. Однако из-за поздних сроков массовой уборки кочанной капусты, а также часто вследствие неблагоприятных погодных условий не удается проводить эту работу оперативно в полном объеме. В этой связи с целью замены некоторой части полевых исследований лабораторными была разработана установка для исследования капустоуборочных машин, оснащенная электронной системой обработки данных. В процессе разработки нового капустоуборочного комбайна с помощью данной установки были исследованы рабочие процессы режущего аппарата, а также обработки кочанов на переборочном столе (транспортере-обрезчике) и придание им товарного вида, процессы сепарации капустных листьев и отгрузки кочанов в щадящем режиме в жесткую тару. При проведении последующих полевых испытаний было установлено, что разработанный в результате исследований капустоуборочный комбайн отличался хорошими агротехническими показателями (производительность за 1 час основного времени, га – 0,19...0,35; рабочая скорость, м/с – 0,5...1,5; вид получаемой продукции – товарный; полнота уборки, % – не менее 98; масса, кг – 800 кг).

**Ключевые слова:** установка для исследования капустоуборочных машин.

**Введение.** В последние годы в ряде стран мира уделяют большое внимание решению проблемы механизации уборочных процессов в овощеводстве, в частности, при товарном производстве кочанной капусты [5], [8], [11], [12]. В настоящее время капустоуборочные машины на рынке сельскохозяйственной техники представлены моделями фирм Asa-lift (Дания), Vanhocke (Бельгия), UNJVERGO (Канада). Заметных результатов в разработке капустоуборочной техники достигли также в США [10], Японии [7], [9] и Китае [4]. Наряду с зарубежными известны и отечественные капустоуборочные машины, находящиеся все еще на уровне опытного производства [1]. Однако следует отметить, что в настоящее время капустоуборочные машины как отечественного, так и зарубежного производства не находят широкого применения в овощеводстве, на практике все еще доминирует ручной способ уборки кочанной капусты [6].

На наш взгляд, такое обстоятельство объясняется тем, что технический и технологический уровни известных капустоуборочных машин не в полной мере удовлетворяют современным требованиям. К тому же создание высокоэффективных машин, как правило, предусматривает ведение кропотливых исследований их работы в полевых условиях. Однако из-за поздних сроков уборки кочанной капусты, а также часто вследствие неблагоприятных погодных условий в период ее массовой уборки не удается проводить эту работу оперативно и в полном объеме. В результате процесс создания высокоэффективных капустоуборочных машин замедляется, что крайне неэффективно, особенно в условиях рыночной экономики. В этой связи целесообразно проводить некоторую часть исследований в лабораторных условиях.

**Цель исследований.** Учитывая сказанное, мы можем сформулировать цель исследований: создание адекватных условий для разработки капустоуборочных машин – замена некоторой части полевых исследований лабораторными.

**Материалы и методы исследования.** Следуя названной цели, мы разработали лабораторную установку [2], позволяющую адекватно имитировать машинную уборку кочанной капусты.

Она включает (рис 1) станину 1, подвижные тележки 2 со сменными устройствами 3 для закрепления растений капусты, соединенные между собой тандемом и установленные подвижно на дорожках 4, имитирующих ряды капусты.

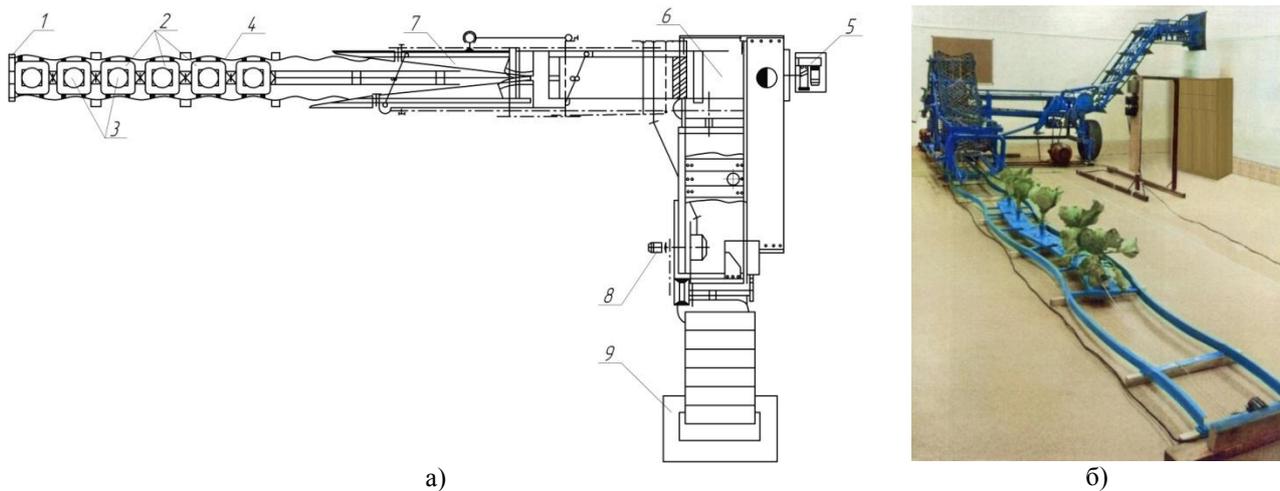


Рис. 1. Установка для исследования капустоуборочных машин: а – схема, б – общий вид; 1 – станина; 2 – подвижные тележки; 3 – устройства для закрепления растений капусты; 4 – дорожка; 5 – лебедка; 6 – капустоуборочный комбайн; 7 – режущий аппарат; 8 – мотор-редуктор; 9 – жесткая тара

Подвижные тележки приводятся в движение на дорожках 4 лебедкой 5 с автоматически выключаемым приводом.

Одно из устройств 3 для закрепления растений капусты (рис. 2), снабженное датчиками перемещений, подключенных к электронной системе обработки данных 3BNETlog™, имитирует корневую систему капусты и позволяет фиксировать перемещения кочерыжки в период выравнивания и резания кочана.

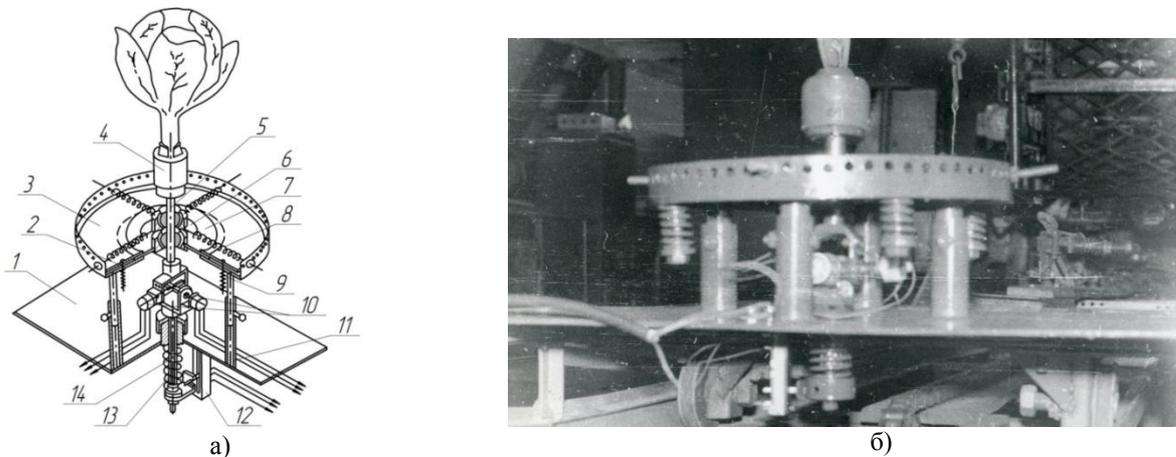


Рис. 2. Устройство для закрепления растения капусты на подвижной тележке: а – схема; б – вид модели корневой системы растения капусты с датчиками перемещений; 1 – основание; 2 – опора; 3 – плата; 4 – зажим; 5 – стойка верхняя; 6 – диск верхний; 7 – диск нижний; 8 – пружина растяжения; 9 – винт регулировочный; 10 – датчики углов поворота; 11 – стойка телескопическая; 12 – датчик линейного перемещения; 13 – стойка нижняя; 14 – пружина сжатия

В период исследований капустоуборочной машины 6 установка находится под режущим аппаратом (см. рис. 1). Машина приводится в движение от мотор-редуктора 8. Работа капустоуборочной машины на поле имитируется в лабораторных условиях подачей подвижных тележек 2 с растениями капусты лебедкой 5 к подключенной к приводу машине.

С помощью данного стенда был проведен ряд исследований, в частности:

- рабочего процесса режущего аппарата;
- процесса обработки кочанов на транспортере-обрезчике комбайна и доведение их до товарного вида;
- процесса сепарации капустных листьев;
- процесса отгрузки кочанов в щадящем режиме в жесткую тару.

При исследовании рабочего процесса режущего аппарата на подвижных тележках установки размещались модели растений капусты с датчиками перемещений, подключенных к электронной системе обработки данных. Это позволяло фиксировать движения растения капусты в ходе взаимодействия с режущим аппаратом и в последующем подетально анализировать рабочий процесс по фрагментам осциллограмм (рис. 3).

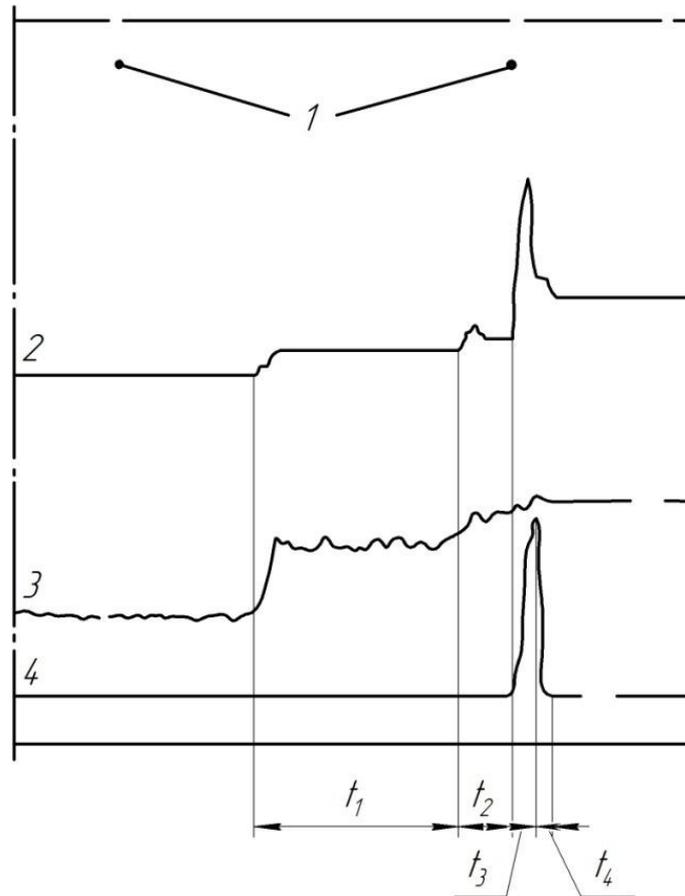


Рис. 3. Фрагмент осциллограммы взаимодействия растений капусты с режущим аппаратом капустоуборочного комбайна: 1 – отметки событий; 2 – запись отгиба растений капусты в продольной плоскости; 3 – запись отгиба растений капусты в поперечной плоскости; 4 – запись вытяжки кочерыги;  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$  – продолжительности событий

Кроме того, кочаны капусты после среза режущим аппаратом перемещались по технологической линии комбайна и отгружались элеватором в жесткую тару 9 (рис.1). Это позволяло в последующем оценивать их по качеству среза.

Процесс доведения кочанов до товарного вида исследовали на установке упрощенной комплектации (рис. 4). При этом с комбайна был снят элеватор, а вместо него установлен мини-бункер для сбора кочанов капусты.

В ходе исследований срезанные кочаны капусты поточно подавались режущим аппаратом комбайна на транспортер-обрезчик, где их инспектировал рабочий, который при необходимости устанавливал их в гнездах транспортера-обрезчика для повторной обрезки. Процесс инспектирования и обработки кочанов фиксировался видеокамерой для последующего анализа.

При исследовании процесса сепарации капустных листьев (рис.5) ворох капусты с заданным содержанием капустных листьев располагали на транспортере-обрезчике.



Рис. 4. Исследование процесса доработки кочанов капусты на транспортере – обрезчике



Рис. 5. Исследование процесса сепарации вороха капусты в капустоуборочном комбайне в лабораторных условиях

Затем включали установку. После этого ворох капусты поступал на элеватор. Здесь капустные листья отсеивались в прорезях между прутками на пол, а кочаны капусты отгружались в жесткую тару. При анализе проб в жесткой таре оценивали качество сепарации капустных листьев в комбайне и степень повреждаемости кочанов в процессе их отгрузки в шадящем режиме с помощью отгрузочного устройства (см. рис. 1).

**Результаты исследований и их обсуждение.** Проведенные на описанном стенде исследования позволили разработать новый капустоуборочный комбайн. В процессе дальнейших полевых испытаний (рис. 6) было установлено, что он отличался хорошими агротехническими показателями [3].



Рис. 6. Производственные испытания нового капустоуборочного комбайна

При этом были установлены следующие его эксплуатационно-технологические показатели:

производительность за 1 час основного времени, га.....	0,19-0,35
рабочая скорость, м/с.....	0,5-1,5
число убираемых рядков.....	1
вид получаемой продукции.....	товарный
полнота уборки (%), не менее.....	98
обслуживающий персонал, чел.....	2
масса, кг.....	800

Комбайн отличается более высокой производительностью и технологической надежностью, чем известные аналоги, и выдает товарную продукцию высокого качества.

**Выводы.** Анализ результатов исследования позволяет сделать следующие выводы:

1. В последние годы в ряде стран мира уделяют большое внимание решению проблемы создания капустоуборочных машин. Однако в настоящее время известные модели как отечественного, так и зарубежного производства не находят широкого применения.

2. Такое обстоятельство объясняется тем, что технический и технологический уровень известных капустоуборочных машин не в полной мере соответствует современным требованиям.

3. Создание высокоэффективных капустоуборочных машин, как правило, требует проведения исследований их работы в полевых условиях. Однако из-за поздних сроков уборки кочанной капусты, а также часто вследствие неблагоприятных погодных условий не удается проводить эту работу оперативно и в полном объеме.

4. В этой связи с целью замены некоторой части полевых исследований лабораторными была разработана установка для исследования капустоуборочных машин.

5. Проведенные на этой установке исследования позволили разработать капустоуборочный комбайн, отличающийся достаточно высокими агротехническими и эксплуатационно-технологическими показателями.

## Литература

1. Алатырев, С. С. Техника и технологии для уборки кочанной капусты (обзор, теория, технологический расчет, развитие) / С. С. Алатырев, И. С. Кручинкина, А. С. Алатырев. – Чебоксары: Чувашский государственный университет, 2020. – 238 с.
2. Патент № 2468565. Российская Федерация, А01D 45/46. Стенд для исследования капустоуборочных машин: заявл. 03.05.2011; опубл. 10.12.2012 / С. С. Алатырев, Е. А. Табакова, Н. Н. Тончева. – Бюл. № 34. – 5 с.
3. Производственная проверка нового способа механизированной уборки кочанной капусты / С. С. Алатырев, А. П. Юркин, И. С. Кручинкина, А. С. Алатырев // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. – № 12. – С. 3-7.
4. Analysis of agricultural machinery development trend in our country / D. Y. Geng, T. Z. Zhand, H. Luo // Transactions of Chinese Society for Agricultural Machinery. – 2004. – N 4. – P. 208.
5. Design of cabbage pulling-out test bed and parameter optimization test / C. Zhou, F. Luan, X. Fang [et. al] // Chemical Engineering, Transactions. – 2017. – N 62. – P. 1267.
6. Development and experiment of self-propelled cabbage harvester / D. D. Du, G. Q. Fei, J. Wang // Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. – 2015. – N 31(14). – P. 16.
7. Development and Utilization of a New Mechanized Cabbage Harvesting System for Large Fields / T. Amano, M. Yamagata, M. Kolma [et al.] // Agricultural Research Quarterly. – 2004. – N 38(2). – P. 97-103.
8. Discussion on structure of self-propelled hydraulic cabbage harvester / X. W. Wu, Y. J. Sun, X. K. Yuan // South Agricultural Machinery. – 2015. – N 11. – P. 35.
9. Kanamitsu, M. Development of Chinese cabbage harvester / M. Kanamitsu, K. Yamamoto // Japan Agricultural Research Quarterly (JARQ). – 1996. – N 30 (1). – P. 35.
10. Optimization experiment of influence factors on greenhouse vegetable harvest cutting / T. H. Gao, T. B. Wang, Z. C. Zhou // Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. – 2015. – N 31 (19). – P. 15.
11. Patent N 3497013. USA. February 24, 1970 / W. M. Baker, P. Road, J. Rte [et al.]. – 6 p.
12. Patent No3827503. USA. August 6. 1974 / C. J. Hansen. – 6 p.

## Сведения об авторах

1. **Алатырев Сергей Сергеевич**, доктор технических наук, профессор кафедры транспортно-технологических машин и комплексов, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: S\_Alatyrev1955@mail.ru, тел.89373911350;
2. **Кручинкина Ирина Сергеевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры математики, физики и информационных технологий, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: irinka58.84@mail.ru, тел. 89176533438;
3. **Алатырев Алексей Сергеевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических машин и комплексов, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: leha.alatyrev@mail.ru, тел. 89050273957.

## INSTALLATION FOR STUDYING CABBAGE HARVESTERS IN LABORATORY CONDITIONS

**S. S. Alatyrev, I. S. Kruchinkina, A. S. Alatyrev**  
*Chuvash State Agrarian University*  
 428003, Cheboksary, Russian Federation

**Brief abstract.** *In recent years, a number of countries have paid great attention to solving the problem of mechanizing the harvesting process in the commercial production of cabbage. This is evidenced by the fact that new models of cabbage harvesters of foreign and domestic production have appeared on the agricultural machinery market. However, the manual method of harvesting cabbage still dominates today. In our opinion, this is due to the fact that the technical and technological level of known cabbage harvesters does not fully satisfy vegetable growers. For this reason, the urgent problem of modern science is the creation of highly efficient cabbage harvesters. Its solution provides for further comprehensive research of their work in the field. However, due to the late terms of mass harvesting of cabbage, and also often due to unfavorable weather conditions, it is not possible to carry out this work promptly in full. In this regard, with the aim of replacing some of the field research with laboratory ones, an installation for the study of cabbage harvesters, equipped with an electronic data processing system, was developed. In the process of developing a new cabbage harvester with the help of this installation, the working processes of the cutting apparatus, as well as the processing of heads of cabbage on the bulkhead table (cutter conveyor) and giving them a presentation, the processes of separation of cabbage leaves and shipment of cabbage heads in a gentle mode in a rigid container were investigated. During subsequent field tests, it was found that the cabbage harvester developed as a result of research was distinguished by good agrotechnical indicators (productivity per 1 hour of main time, ha - 0.19 ... 0.35; working speed, m/s - 0.5 ... 1, 5; type of product obtained - commercial; completeness of harvesting, % - not less than 98; weight, kg - 800 kg).*

**Key words:** *installation for studying cabbage harvesters.*

### References

1. Alatyrev, S. S. Tekhnika i tekhnologii dlya uborki kochannoj kapusty (obzor, teoriya, tekhnologicheskij raschet, razvitie) / S. S. Alatyrev, I. S. Kruchinkina, A. S. Alatyrev. – CHEBOKSARY: CHUVASHSKIY gosudarstvennyj universitet, 2020. – 238 s.
2. Patent № 2468565. Rossijskaya Federaciya, A01D 45/46. Stend dlya issledovaniya kapustouborochnyh mashin: zayavl. 03.05.2011: opubl. 10.12.2012 / S. S. Alatyrev, E. A. Tabakova, N. N. Toncheva. – Byul. № 34. – 5 s.
3. Proizvodstvennaya proverka novogo sposoba mekhanizirovannoj uborki kochannoj kapusty / S. S. Alatyrev, A. P. Yurkin, I. S. Kruchinkina, A. S. Alatyrev // Traktory i sel'hozmashiny. – 2017. – № 12. – S. 3-7.
4. Analysis of agricultural machinery development trend in our country / D. Y. Geng, T. Z. Zhand, H. Luo // Transactions of Chinese Society for Agricultural Machinery. – 2004. – N 4. – P. 208.
5. Design of cabbage pulling-out test bed and parameter optimization test / C. Zhou, F. Luan, X. Fang [et. al] // Chemical Engineering, Transactions. – 2017. – N 62. – P. 1267.
6. Development and experiment of self-propelled cabbage harvester / D. D. Du, G. Q. Fei, J. Wang // Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. – 2015. – N 31(14). – P. 16.
7. Development and Utilization of a New Mechanized Cabbage Harvesting System for Large Fields / T. Amano, M. Yamagata, M. Kolma [et al.] // Agricultural Research Quarterly. – 2004. – N 38(2). – P. 97-103.
8. Discussion on structure of self-propelled hydraulic cabbage harvester / X. W. Wu, Y. J. Sun, X. K. Yuan // South Agricultural Machinery. – 2015. – N 11. – P. 35.
9. Kanamitsu, M. Development of Chinese cabbage harvester / M. Kanamitsu, K. Yamamoto // Japan Agricultural Research Quarterly (JARQ). – 1996. – N 30 (1). – P. 35.
10. Optimization experiment of influence factors on greenhouse vegetable harvest cutting / T. H. Gao, T. B. Wang, Z. C. Zhou // Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. – 2015. – N 31 (19). – P. 15.
11. Patent N 3497013. USA. February 24, 1970 / W. M. Baker, P. Road, J. Rte [et al.]. – 6 p.
12. Patent No3827503. USA. August 6. 1974 / C. J. Hansen. – 6 p.

### Information about authors

1. **Alatyrev Sergey Sergeevich**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Complexes, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: S\_Alatyrev1955@mail.ru, tel. 89373911350;
2. **Kruchinkina Irina Sergeevna**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, Physics and Information Technologies, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: irinka58.84@mail.ru, tel. 89176533438;
3. **Alatyrev Aleksey Sergeevich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Complexes, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: leha.alatyrev@mail.ru, tel. 89050273957.

УДК 635.21:632.76

## ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ БОРЬБЫ С КОЛОРАДСКИМ ЖУКОМ И ЕГО ЛИЧИНКАМИ

**А. С. Зотиков**

*Чувашский государственный аграрный университет  
428003, Чебоксары, Российская Федерация*

**Аннотация.** Картофель является одним из основных продуктов питания россиян. Российская Федерация входит в число крупнейших производителей картофеля в мире, при этом большая его часть выращивается в личных подсобных хозяйствах или на приусадебных участках.

Одними из самых широко распространённых и опасных вредителей картофеля являются колорадский жук и его личинки. Эти вредители очень прожорливы и способны уничтожить значительную часть урожая. Колорадский жук также отличается высокой плодовитостью и быстро адаптируется к самым неблагоприятным внешним факторам, о чём свидетельствует его широкое распространение практически во всех регионах, где выращивается картофель. Сложная организация жизненного цикла и физиологические особенности колорадского жука во многом объясняют недостаточную эффективность используемых в настоящее время средств борьбы с жуком и его личинками. Поэтому для получения высоких урожаев экологически чистого картофеля необходимо совершенствовать способы защиты от вредителя, сохраняя при этом бережное отношение к окружающей среде.

В статье рассматриваются методы защиты картофеля от колорадского жука, проводится анализ их эффективности, экологичности, доступности, безопасности и экономической целесообразности применения,