

Результаты полевых исследований уборки технической конопли по различным технологиям

Роман Андреевич Попов, Ирина Владимировна Бакулова

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Тверь, Россия
e-mail: r.popov@fncl.ru

Аннотация. Техническая конопля возделывается на семена, на волокно и на двустороннее использование, поэтому для ее уборки применяются различные технологии. В 2019–2021 годах проведены полевые исследования технологий уборки конопли в реальных условиях агропредприятий в разных климатических зонах России, представлены результаты сравнительного анализа. Установлено, что для уборки технической конопли используются разные виды машин, отличающиеся конструкцией и принципом сбора растений. Выявлено, что применение уборочной техники общего назначения обеспечивает получение качественного лубяного сырья и семян, однако технология имеет свои недостатки. По результатам исследований предложены пути повышения эффективности уборки технической конопли и снижения затрат на выполнение последующих технологических операций.

Ключевые слова: техническая конопля; технологии уборки конопли; комбайны; уборочные машины; механизация; семена; стебли; конопляная треста.

Для цитирования: Попов Р. А., Бакулова И. В. Результаты полевых исследований уборки технической конопли по различным технологиям // Аграрный научный журнал. 2022. № 7. С. 108–112. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i7pp108-112>.

AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

The results of field studies of harvesting technical hemp by various technologies

Roman A. Popov, Irina V. Bakulova

FSBSI «Federal Research Center of Fiber Crops», Tver, Russia, r.popov@fncl.ru

Abstract. Technical hemp is cultivated for seeds, fiber and for two-way use, so various technologies are used for harvesting it. In 2019–2021, field studies of hemp harvesting technologies in real conditions of agricultural enterprises in different climatic zones of Russia were carried out, the results of a comparative analysis were presented. It has been established that different types of machines are used for harvesting technical hemp, differing in design and principle of collecting plants. It was revealed that the use of general-purpose harvesting equipment ensures the production of high-quality bast raw materials and seeds, but the technology has its drawbacks. Based on the results of the research, possible ways to increase the efficiency of the hemp harvesting and reduce the costs of subsequent technological operations are proposed.

Keywords: technical hemp; hemp harvesting technologies; harvesters; harvesting machines; mechanization; seeds; stems; hemp straw.

For citation: Popov R. A., Bakulova I. V. The results of field studies of harvesting technical hemp by various technologies // Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(7): 108–112. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i7pp108-112>.

Введение. Отечественное коноплеводство сегодня переживает второе рождение и представляется весьма перспективным направлением развития сельского хозяйства страны. Посевная (техническая) конопля (*Cannabis sativa* L.) является стратегической сельскохозяйственной культурой, источником самого прочного волокна и ценным лубяным сырьем для производства пищевой и иной разнообразной продукции во многих отраслях промышленности.

Вопрос механизации уборки посевной конопли по различным направлениям ее возделывания на сегодняшний день стоит особенно остро. Технологии уборки конопли несколько отличаются от сбора других сельскохозяйственных культур и требуют использования специализированной техники, способной выполнять за один проход несколько технологических операций. Кроме того, процесс осложнен высотой растений, достигающей к моменту сбора урожая в среднем 2–3 м, а также строением стеблей, которые содержат прочный лубоволокнистый слой и древесную составляющую [5–7].

Большая трудоемкость и сложность уборочных работ в стране вызваны недостатком современных производственных коноплеуборочных машин и комплексов российского производства, в связи с чем в последнее время для уборки преимущественно семенных посевов стали использоваться классические зерноуборочные комбайны с соответствующими техническими доработками. Стоит отметить, что технологии уборки конопли тесно связаны с последующей переработкой семян, стеблевой массы, приготовлением тресты, механическим отделением волокна от древесины и реализацией сырья [1, 2, 4]. Поэтому актуальным вопросом в отечественном коноплеводстве является интенсификация уборочных работ, применение современных технологий уборки и технических средств для повышения уровня механизации отрасли.

Цель исследований – сравнительный анализ механизированной уборки конопли посевной по различным технологиям.

Методика исследований. Полевые исследования проводили в 2019–2021 гг. в опытных и производственных условиях коноплесеющих хозяйств России (в Пензенской, Курской и Ивановской областях) в период уборки посевов конопли. Объектом исследования являлись технологии уборки и применяемые технические средства. Эксперименты проводились на посевах разных сортов с различной густотой и высотой стеблестоя, стадией спелости и направлением возделывания. Исследовалась уборка конопли как зерноуборочными комбайнами с диапазоном мощности двигателей от 235 до 330 л.с., разной шириной захвата жаток (6 и 7 м), принципом среза стеблей, системой обмолота и очистки семян, так и коноплеуборочной машиной на базе комбайна ДОН-680М. Исходные данные для проведения исследований приведены в табл. 1.



Исходные данные для проведения исследований

Показатель	Значение			
Регион проведения исследований	Пензенская область	Курская область	Курская область	Ивановская область
Сорт конопли посевной	Сурская	Вера	Родник	Надежда
Экотип	Среднерусская	Среднерусская	Южная	Среднерусская
Посевная площадь конопли, га	60,0	50,0	500	1290
Стадия спелости конопли	Созревание семян 95,0 %	Созревание семян 90,0 %	Созревание семян 95,0 %	Отцветание поскони
Ширина междурядий, м	0,70	0,50	0,52	0,125
Густота стеблестоя, шт./м ²	43,0	46,0	49,0	80,0
Высота стеблестоя минимальная, м	2,0	1,0	1,5	1,5
Высота стеблестоя максимальная, м	3,7	2,1	3,0	3,5
Диаметр стеблей минимальный, мм	7	8	8	10
Диаметр стеблей максимальный, мм	13	15	16	20
Направление возделывания	На семена	На семена	На семена + волокно	На волокно «зеленец»

109



Для обработки полученных данных использовался аналитический метод и метод сравнительного анализа.

Результаты исследований. Проведенные ранее исследования уборки технической конопли [3, 8–10] свидетельствуют о том, что в России, на Украине и зарубежных странах достаточно широко стали применяться классические зерноуборочные и кормоуборочные комбайны, адаптированные для сбора этой культуры стратегической культуры. Практический опыт изучения уборки посевной конопли в коноплесеющих хозяйствах России показал, что в современных условиях технологии механизированного сбора культуры можно классифицировать следующим образом: уборка семенной части конопли без сбора остатков стеблей; уборка семенной части с последующим сбором остатков стеблей конопли в осенний или весенний период в виде тресты; уборка конопли на зеленец с одновременным измельчением стеблей на отрезки и укладкой в валок.

Главными преимуществами этих технологий является исключение ручного труда (как например, в случае с цепными коноплекомбайнами, коноплежатками и коноплемолотилками), снижение потерь семян (при уборке на семена) и сжатые сроки проведения работ.

Поскольку наиболее распространенной технологией в последнее время стала уборка конопли сельскохозяйственной техникой общего назначения, нами были проведены экспериментально-технологические исследования процесса ее сбора зерноуборочными комбайнами «Дон-1500Б», «Полесье-GS12» (рис. 1, а, б), «ACROS-585» и инновационной разработкой ООО «Комбайновый завод «Ростсельмаш» – коноплеуборочной машиной на базе «Дон-680М» (рис. 1, в) в реальных условиях некоторых агропредприятий и опытном хозяйстве России в разных климатических зонах с научной точки зрения.

Уборка семенной части осуществлялась зерноуборочными комбайнами при широкорядном севе (0,5–0,7 м), высота стеблестоя составила от 1,0 до 3,7 м.

При проведении исследований установлено следующее. В процессе работы зерновых комбайнов семенные метелки срезаются режущим аппаратом жатки. Срезанная масса (метелки с листьями и частями стеблей) подается через наклонную камеру в комбайн для дальнейшего обмолота, первичной очистки и получения семян. Первично очищенные семена выгружаются из бункера комбайна в транспортное средство. Из-за различной высоты расположения семенных метелок (ярусности посевов) уборка конопли весьма затруднена. На высоком стеблестое из-за ограниченной высоты подъема жатки исследуемых комбайнов семенные метелки поступают на обмолот вместе со стеблями, что создает высокую нагрузку для рабочих органов. На более низком стеблестое некоторая часть семенных метелок остается несрезанной.

При работе комбайнов наблюдается удовлетворительное качество среза стеблей и обмолота семян, влажность бункерной массы сортов Сурская, Вера, Родник практически одинаковая. Показатели скорости уборки (от 2,0 до 6,0 км/ч) и производительности (от 1,0 до 3,5 га/ч) по данной технологии невысокие, что обусловлено неравномерным фоном посевов – различной высотой, густотой стеблестоя, а также забивками рабочих органов, намотками на вращающиеся части и вынужденными остановками.

После прохождения комбайнов в поле остается несрезанный стеблестой высотой в среднем от 0,8 до 1,6 м в стоячем положении (60...65 %), примятый колесами комбайна (15...20 %), а также части стеблей, сошедшие с соломотряса, и в виде хаотично разбросанной массы (до 15 %), рис. 2, а. В случае с возделыванием конопли на семе-



а



б



в

Рис. 1. Технические средства для уборки конопли:

а – зерноуборочный комбайн «Дон-1500Б»; б – зерноуборочный комбайн «Полесье-GS12»;
в – коноплеуборочная машина на базе «Дон-680М»

на + волокно остатки стеблей убираются в осенний период в виде соломы или остаются в поле до весны для естественной мацерации (рис. 2, б), после чего их собирают уже в виде готовой тресты с помощью сельскохозяйственных машин общего назначения (катков, роторных граблей, пресс-подборщиков). Это позволяет освободить поле от остатков стеблей и естественным образом получить ценное лубяное сырье с высокой степенью отделения волокна от древесины. Показатели качества конопляной весенней тресты при этом следующие: урожайность стеблей в среднем от 8,7 до 11,3 т/га, общего волокна (в зависимости от урожайности стеблей на единице площади) – от 2,46 до 3,34 т/га, содержание волокна 29–30 %.

Получаемое сырье в результате уборки – семена конопли, а также отмацерированная треста для последующей переработки.

Преимуществом данной технологии является высокая степень механизации процессов, возможность получения высококачественных семян и тресты с низкой себестоимостью производства. К конструктивно-технологическим недостаткам стоит отнести необходимость регулярной заточки либо замены сегментов режущего аппарата, забивки, образование намоток на вращающиеся рабочие органы и вынужденные остановки комбайнов, остатки стеблей после зерновых комбайнов (а), (б) и сформированный валок коноплеуборочной машиной «Дон-680М» (в).

При уборке конопли на волокно («зеленец») исследовалась работа коноплеуборочной машины в загущенных посевах (порядка 80 шт./м²) при узкорядном севе (0,125 м), согласно агротехническим требованиям и технологии.

В процессе работы коноплеуборочной машины выполняются следующие операции. Стебли скашиваются режущим аппаратом жатки ротационного типа с высокой скоростью резания, измельчаются на отрезки заданной длины, полученная масса укладывается в широкие валки между колес машины.

В ходе исследований установлено, что срезание стеблей осуществляется на высоте от 150 до 250 мм от поверхности почвы в зависимости от рельефа. Ротационный режущий аппарат обеспечивает наиболее качественный срез стеблей независимо от их диаметра, по сравнению с сегментным аппаратом. Машина работает на более высоких скоростях по данной технологии уборки. Кроме того, с увеличением скорости до 10 км/ч (особенно на равномерном фоне) снижается число забивок рабочих органов, тем самым повышается производительность работы до 5 га/ч. Коноплеуборочная машина обеспечивает качественную уборку конопли, достигающей высоты 3,5 м, измельчает стебли на отрезки длиной от 25 до 50 см и формирует валок размером 680×300 мм для дальнейшей вылежки в тресту (рис. 2, в), однако не очесывает и не обмолачивает стебли от зеленых листьев и соцветий.

Дополнительные преимущества технологии уборки – высокая производительность, оптимальные сроки получения конопляной тресты. Данная технология направлена на производство высококачественного пеньковолокна.

Сводные данные результатов полевых исследований уборки технической конопли по различным технологиям приведены в табл. 2.



а



б



в

Рис. 2. Результаты уборки конопли по различным технологиям: остатки стеблей после зерновых комбайнов (а), (б) и сформированный валок коноплеуборочной машины (в) на базе «Дон-680М»

Результаты полевых исследований уборки технической конопли

Показатель	Значение			
Сорт конопли	Сурская	Вера	Родник	Надежда
Технология уборки	Уборка на семена (без сбора стеблей)	Уборка на семена (без сбора стеблей)	Уборка на семена (+ сбор стеблей весной)	На волокно («зеленец»)
Тип/марка комбайна для уборки конопли	Зерноуборочный «Дон-1500Б»	Зерноуборочный «Acros-585»	Зерноуборочный «Полесье-GS12»	Конопляный «Дон-680М»
Объем бункера для семян, м ³	6,0	9,0	8,0	отсутствует
Транспортная скорость, км/ч	до 20	до 27	до 20	до 20
Адаптер для среза конопли	Зерновая жатка ЖУ-7	Зерновая жатка Power Stream	Зерновая жатка ЖЗК	Кукурузная жатка Kemper
Ширина захвата, м	7,0	7,0	6,0	4,5
Тип режущего аппарата	Сегментный	Сегментный	Сегментный	Ротационный
Принцип среза	Подпорный	Подпорный	Подпорный	Бесподпорный
Оптимальная скорость уборки на конопле, км/ч	2,0...3,0	4,0...6,0	4,0...6,0	6,0...10,0
Производительность уборки, га/ч	1,0...1,5	2,5...3,5	2,0...3,0	3,5...5
Средняя высота линии среза, м	1,5	0,8	1,2	0,20
Урожайность семян, ц/га	15,33	5,0	13,0	–
Влажность бункерной массы, %	25,0	25,0	26,0	–
Средние размеры валка ШхВ, мм	–	–	–	680х300

Анализ результатов исследований показывает, что для уборки конопли по существующим направлениям возделывания используются разные виды машин и адаптеров к ним, отличающиеся своим назначением, конструкцией и принципом сбора растений. Различная ширина захвата жаток (от 4,5 до 7,0 м) и широкий диапазон рабочих скоростей позволяют получить приемлемую производительность уборки и качество выполнения технологического процесса с учетом особенностей строения конопли и технологий возделывания.

По результатам исследований можно графически изобразить эксплуатационно-технологические показатели работы комбайнов при различных технологиях уборки с помощью полиномиальных уравнений второй степени (рис. 3).

Одним из путей повышения эффективности уборки конопли посевной представляется дальнейшее совершенствование технологий и разработка многофункциональной коноплеуборочной техники отечественного производства на инновационной основе, доступной для российского производителя.

Заключение. Исследования показали, что по рассматриваемым технологиям уборки конопли посевной успешно применяются сельскохозяйственные машины и оборудование общего назначения для сбора семян и получения высококачественного лубяного сырья с минимальными затратами, что повышает привлекательность данной отрасли. Современные прогрессивные технологии и технические средства обеспечивают полную механизацию и поточность процесса, оптимальные сроки уборки, позволяют снизить затраты на выполнение последующих технологических операций. Результаты исследований послужат основой для разработки современной научно-обоснованной системы машин для уборки посевной конопли по различным технологиям на инновационной основе.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках Государственного задания ФГБНУ ФНЦ ЛК (№ FGSS-2022-0005).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бакулова И. В. Первичное семеноводство безнаркотических сортов конопли посевной в условиях Среднего Поволжья // Аграрный научный журнал. 2021. №5. С 4-8.
2. Давыдова С. А., Попов Р. А., Голубев И. Г. Техническое обеспечение возделывания и уборки безнаркотической конопли // Техника и оборудование для села. 2020. № 8. С. 12-17.
3. Коропченко С. П., Маринченко И. А. Направления в механизации уборки промышленной конопли // Материалы Международной научно-практической конференции «Инновационные разработки для производства льна». Тверь: ФГБНУ ВНИИМЛ, 2015. С. 190–196.

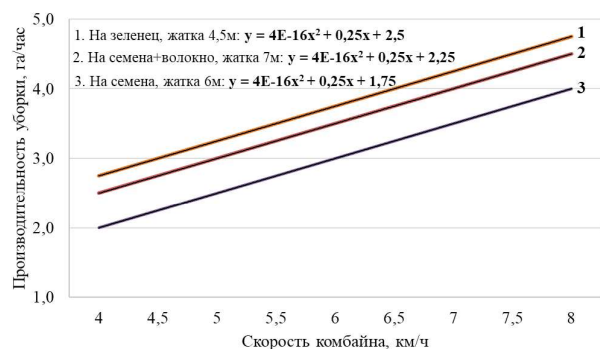


Рис. 3. Зависимость производительности работы от скорости машины и ширины захвата жатки





4. Новиков Э. В., Безбаченко А. В., Алтухова И. Н., Пучков Е. М. Технология переработки безнаркотической конопли после зернового комбайна в однотипное и штапельированное волокно // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2017. № 2(368). С. 156–160.
5. Пашин Е. Л., Жукова С. В., Пашина Л. В., Степанов Г. С. Исследование морфологических и технологических свойств стеблей новых сортов конопли // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2010. № 4(325). С. 21–24.
6. Попов Р. А., Пучков Е. М., Соловьев С. В. Аналитический обзор конструкций машин и технических решений для уборки конопли // Аграрный научный журнал. 2020. № 10. С. 120–125.
7. Попов Р. А. Инновационные разработки и современные технические средства для уборки конопли посевной // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 1. С. 150–163.
8. Современная техника как фактор развития технологии сбора технической конопли. Техническая конопля в Украине и других странах. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://tku.org.ua/news/2369> (дата обращения 25.11.2021).
9. Шейченко В. А., Маринченко И. А., Ковалев М. М. Исследование влияния рабочих органов машин на сырье из конопли // Техника и оборудование для села. 2016. № 3. С. 11–13.
10. Bednar P. Des technologies affûtées pour la récolte du chanvre // Le chanvre et l'industrie. 2009. P. 1–3.

REFERENCES

1. Bakulova I. V. Primary seed production of drug-free varieties of cannabis in the middle Volga region. *The Agrarian Scientific Journal*. 2021; 5: 4–8. (In Russ.)
2. Davydova S. A., Popov R. A., Golubev I. G. Technical support of the cultivation and harvesting of drug-free cannabis. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2020; 8: 12–17. (In Russ.)
3. Koropchenko S. P., Marinchenko I. A. Directions in the mechanization of industrial hemp harvesting. *Innovative developments for the production of flax. Materials of the International Scientific and Practical Conference*. Tver, 2015: 190–196. (In Russ.)
4. Novikov E. V., Bezbabchenko A. V., Altukhova I. N., Puchkov E. M. Technology of processing of hemp after the grain combine in the same and chopped fiber. *Proceedings of higher education institutions. Textile industry technology*. 2017; 2 (368): 156–160. (In Russ.)
5. Pashin E. L., Zhukova S. V., Pashina L. V., Stepanov G. S. Research of morphological and technological properties of stalks of the small hemp new cultivars. *Proceedings of higher education institutions. Textile industry technology*. 2010; 4 (325): 21–24. (In Russ.)
6. Popov R. A., Puchkov E. M., Soloviev S. V. Analytical overview of machine designs and technical solutions for hemp harvesting. *The Agrarian Scientific Journal*. 2020; 10: 120–125. (In Russ.)
7. Popov R. A., Innovative developments and modern technical means for seeded hemp harvesting. *Taurida herald of the agrarian sciences*. 2021; 1: 150–163. (In Russ.)
8. Modern technology as a factor in the development of technology for collecting industrial hemp. Industrial hemp in Ukraine and other countries. URL: <http://tku.org.ua/news/2369> (reference's date 25.11.2021). (In Russ.)
9. Sheychenko V. A., Marinchenko I. A., Kovalev M. M. Influence of operating parts of machines on hemp raw material. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2016; 3: 11–13. (In Russ.)
10. Bednar P. Des technologies affûtées pour la récolte du chanvre. *Le chanvre et l'industrie*. 2009: 1–3.

Статья поступила в редакцию 11.03.2022; одобрена после рецензирования 30.03.2022; принята к публикации 05.04.2022.

The article was submitted 11.03.2022; approved after reviewing 30.03.2022; accepted for publication 05.04.2022.