

ПРОБЛЕМА СНИЖЕНИЯ КАЧЕСТВА СЕМЯН КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ
И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Н.С. ШИМАНСКАЯ, С.В. ИВАНОВА, В.А. СЕРКОВ, И.В. УЩАПОВСКИЙ

(Федеральный научный центр лубяных культур)

В статье представлены результаты исследований влияния травмирования семян при комбайновой уборке и послеуборочной доработке на посевные свойства семенного материала конопли. Отмечено, что при комбайновом обмолоте на фоне увеличения механических повреждений в виде макротравм (35%) и микротравм (22%) происходит снижение лабораторной всхожести семян конопли до 68%. Основная доля макротравм приходится на дробление (8,5%), удаление оболочки (10%), а также на трещины в области семядоли и зародыша (16,5%). Десикация посевов конопли при комбайновом обмолоте с последующей послеуборочной доработкой семян обеспечивает снижение макротравмирования семян на 17%, микротравмирования – на 9%. Показатели энергии прорастания и всхожести семян при этом сопоставимы с аналогичными данными при ручном обмолоте и составляют 94 и 95% соответственно. Микробиологический анализ семян конопли показал существенные различия в количественном и групповом составе бактериальной и грибной микрофлоры при комбайновом и ручном обмолоте семян. На семенах при ручном обмолоте доминирует бактериальная микрофлора с преобладанием рода *Bacillus*, в составе грибной микрофлоры доминируют в основном представители рода *Penicillium*. На семенах при комбайновом обмолоте преобладает грибная микрофлора (310 тыс. КОЕ/г), основная доля которой представлена микромицетами рода *Aspergillus* (120 тыс. КОЕ/г) и различными видами дрожжей (190 тыс. КОЕ/г), что способствует накоплению микотоксинов и сопровождается потерей всхожести семян (до 86%). Применение десикации посевов при комбайновом обмолоте обеспечивает формирование микробного сообщества с преобладанием микромицетов рода *Penicillium* (66%), что позволяет сохранить всхожесть посевного материала на уровне 95% на протяжении всего периода хранения. Значительным резервом повышения посевных свойств семян является десикация посевов с послеуборочной доработкой, что снижает травмирование, обеспечивает формирование эпифитной микрофлоры, препятствующей развитию плесневых грибов, негативно влияющих на посевные свойства семян.

Ключевые слова: конопля посевная, семена конопли, посевные качества семян, травмирование семян, всхожесть, микроорганизмы.

Введение

Современные масштабы сельскохозяйственного производства требуют больших объемов семян, обладающих высокими сортовыми и посевными качествами. Однако в последнее время при семеноводстве различных сельскохозяйственных культур аграрии сталкиваются со снижением ряда ключевых показателей и свойств семян, характеризующих их пригодность для посева. По данным источников литературы,

до 30% посевных площадей могут засеиваться семенами с низкой всхожестью [1]. Вместе с тем даже небольшой процент таких семян может привести к существенным потерям, в том числе перерасходу посевного материала и значительному недобору урожая. Низкая всхожесть семян, по мнению ряда исследователей, может быть обусловлена травмированием семенного материала в процессе уборки и послеуборочной доработки [2, 3]. Установлено, что основная доля механического травмирования семян приходится на уборочные машины (до 36%), сушильные агрегаты (до 11%), сортировальные машины (до 5%) и транспортирующие механизмы (до 4%) [4]. При высеивании травмированных семян величина получаемого урожая зерновых и масличных культур может уменьшаться до 25% и более [5].

Широкое применение современной энергонасыщенной техники является необходимым требованием в семеноводческом процессе. Однако необходимо снижать травмирование семян, которое негативно воздействует на всхожесть, что недопустимо при получении семенного материала высших категорий. Оригинальные семена должны обладать высокими сортовыми и посевными характеристиками. Специалистами Россельхозцентра ежегодно фиксируется снижение всхожести семян практически всех сельскохозяйственных культур по различным причинам [6].

Одной из причин снижения посевных свойств семян, по мнению ряда исследователей [7, 8], является избыточное развитие микроорганизмов и накопление микотоксинов. Установление причин микологической загрязненности семян конопли при уборке и послеуборочной доработке семян представляет особый интерес, поскольку данные сведения позволяют нивелировать негативное воздействие и сохранить качество семенной продукции. В связи с возрождением коноплеводства и формированием сети семеноводческих организаций вопрос получения семян конопли с высокими посевными свойствами является актуальным и практически значимым.

Цель исследований: изучение и оценка факторов, определяющих понижение качества семян конопли посевной высших категорий, поиск эффективных способов, снижающих их негативное воздействие.

Материал и методы исследований

Объектом исследований явились товарные партии семян высшей репродукции конопли посевной сорта Надежда. Исследовали посевные качества семян, полученных с семеноводческих посевов ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» в 2022-2023 гг. Изучали следующие факторы: фактор А – способ уборки (ручной обмолот, обмолот комбайном Вектор-410, обмолот комбайном и доработка на семяочистительном оборудовании Петкус К531); фактор В – десикация (семена без десикации, семена после десикации).

При десикации семеноводческих посевов использовали препарат Регулят Супер – десикант, обеспечивающий быстрое и равномерное созревание семян, что позволяет проводить уборку конопли в оптимальные сроки в любых погодных условиях [9].

Определение посевных качеств семян проводили в соответствии с ГОСТ Р 52325-2005 [10].

Степень травмирования семян выявляли путем установления процента дробленых, раздавленных, колотых и треснувших семян (макротравмы). Количество микро-травм определяли органолептическим методом и методом окрашивания [11].

Отбор проб семян для определения травмирования производился в 3 этапа: перед уборкой – ручной обмолот; после обмолота из бункера комбайна; из семенной массы после зерноочистительной техники.

Микробиологические исследования семенного материала конопли проводили по методике И. Сэги [12], Е.З. Теппер, В.К. Шильниковой, Г.И. Переверзевой [13]. Эпифитную микрофлору определяли методом глубинного посева смывов семян на твердые питательные среды. Общую численность бактерий учитывали на мясопептонном агаре (МПА), численность грибов – на среде Сабуро. Культивирование проводили в течение 5-7 суток при температуре +25°C. Численность микроорганизмов выражали в колониеобразующих единицах на 1 г субстрата (КОЕ/г).

Статистическую обработку данных производили методами дисперсионного анализа с использованием пакета Microsoft Office Excel 2010.

Результаты и их обсуждение

На основании результатов исследований установлено, что при комбайновой уборке конопли происходит увеличение доли семян с механическими повреждениями. Обмолот семян влажностью 15-16% в оптимальные сроки уборки и в режиме обмолота 500 об/мин приводит к травмированию более 35% семян. Основная доля макротравм приходится на дробление (8,5%), удаление оболочки (10%), а также на трещины в области семядоли и зародыша (16,5%). Применение послеуборочной доработки обеспечивает снижение общей травмированности семян, однако на этом фоне отмечен существенный рост доли семян с трещинами в области семядоли и зародыша (21,5%).

Десикация посевов конопли перед уборкой при комбайновом способе уборки обеспечивает существенное снижение травмирования – от 8 до 9%. Данный прием позволяет полностью исключить такой вид травмирования, как нарушение оболочки, а также снизить наличие дробленых семян до 2%, количество семян с трещинами в области семядоли и зародыша – до 7% (табл. 1).

Таблица 1

Виды травмирования семян конопли посевной после обмолота и послеуборочной доработки, среднее за два года, %

Вариант	Вид травмирования						Семена без повреждений	
	дробление		без оболочки		трещины в области семядоли и зародыша			
	*	**	*	**	*	**	*	**
Ручной обмолот	-	-	-	-	-	-	100	100
Обмолот комбайном Вектор-410	8,5	2,0	10,0	0	16,5	7,0	65,0	91,0
Обмолот комбайном и доработка семян на Петкус K531	0,5	0	3,0	0	21,5	5,0	75,0	92,0

*Семена без десикации.

**Семена после десикации.

При сравнении общего количества травмированных семян и их посевных качеств установлено, что максимальные показатели энергии прорастания, лабораторной всхожести и силы роста получены при ручном и комбайновом обмолоте с доработкой семян и десикацией посевов, то есть при минимальном уровне травмирования.

Ручной обмолот обеспечил максимально высокий уровень энергии прорастания и лабораторной всхожести семян – 94 и 98% соответственно. Комбайновый обмолот на фоне высокого травмирования семян: микротравмы (22%), макротравмы (35%) – резко снизил данные показатели, величина которых не превышала 68%. Послеуборочная доработка позволила очистить семенную массу от мелкого сора, растительных остатков, дробленых семян (травмирование ниже на 7%), при этом энергия прорастания составила 82%, лабораторная всхожесть – 86%.

Десикация посевов при комбайновом обмолоте обеспечила сокращение количества макротравм с 35 до 9,0%, микротравм – с 22 до 15-16%. Снижение травмирования связано с изменением физиологических и биохимических процессов при десикации, которые приводят к ускорению созревания уже сформированных семян, поступлению в них питательных веществ и накоплению сухой массы [14]. Десикация увеличивает равномерность созревания, обеспечивает формирование максимального количества полноценных семян, тем самым позволяя минимизировать их травмирование при уборке.

Установлено, что при механизированном способе уборки и послеуборочной доработке посевные качества семян выше в варианте с применением десикации посевов: энергия прорастания составляет 94%, лабораторная всхожесть – 95%, сила роста – 81% (табл. 2).

Экспериментально установлено, что предуборочная десикация семенных посевов конопли снижает микро- и макротравмирование семян при комбайновом обмолоте в 1,5-3,9 раза, увеличивая при этом всхожесть семенного материала на 9-21%. В связи с этим улучшение посевных характеристик семян при десикации посевов обусловлено целым комплексом факторов, которые позволяют получать семена высокого качества.

Таблица 2

Травмирование и посевные качества семян конопли после обмолота и доработки, %

Вариант	Виды травм семян				Энергия прорастания		Лабораторная всхожесть		Сила роста	
	макроповреждения		микротовреждения		*	**	*	**	*	**
	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**
Ручной обмолот	-	-	-	-	94,0	93,0	98,0	93,0	72,0	75,0
Обмолот комбайном Вектор-410	35,0	9,0	22,0	14,8	68,0	87,0	68,0	89,0	43,0	77,0
Обмолот комбайном и доработка семян на Петкус К531	25,0	8,0	25,3	16,0	82,0	94,0	86,0	95,0	62,0	81,0
НСР _{0,5}	-	-	-	-	3,0		3,8		6,65	

*Семена без десикации.

**Семена после десикации.

Физиологические изменения, происходящие при созревании семян, обеспечивают формирование разнообразного микробного сообщества, которое является естественным конкурентом патогенной микрофлоры. На основании микробиологического анализа обсемененности семян конопли установлены значительные различия по численности и групповому составу бактериальной и грибной микрофлоры семян при комбайновом и ручном способах уборки. На семенах конопли при ручном обмолоте преобладает бактериальная микрофлора (760 тыс. КОЕ/г), количество грибов в 2,8 раза ниже (270 тыс. КОЕ/г). Доминирующие позиции в бактериальном сообществе занимают представители рода *Bacillus*, а в грибном – в основном представители рода *Penicillium*. На семенах при комбайновом обмолоте преобладает грибная микрофлора (310 тыс. КОЕ/г), количество грибов в 2,5 раза выше, чем при ручном способе уборки. Основная доля грибной микрофлоры представлена микромицетами рода *Aspergillus* (120 тыс. КОЕ/г) и различными видами дрожжей (190 тыс. КОЕ/г) (табл. 3).

Таким образом, при комбайновом обмолоте на фоне нарастания общей численности грибной микрофлоры происходит смена доминирующих видов рода *Penicillium* на представителей рода *Aspergillus*. Изменение видового состава микромицетов повлекло за собой смену токсичных метаболитов, которая сопровождается потерей всхожести семян. По данным Н.Р. Ефимочкина, именно представители рода *Aspergillus* являются наиболее токсикогенными грибами и продуцируют большое количество различных микотоксинов [15], отдельные представители которых (афлатоксины) предположительно могут взаимодействовать с нуклеиновыми кислотами и нарушать структуру ДНК [16].

На основании результатов микологического анализа следует заключить, что при комбайновой уборке конопли в бункерной массе складываются условия, благоприятные для накопления различных видов микотоксинов. Накоплению микотоксинов в семенах конопли способствуют следующие обстоятельства: в семенную массу в процессе обмолота попадает большое количество влагоемких биохимических соединений из травмированных семян и растительных остатков (пластические вещества, ферменты и витамины), являющиеся субстратом для развития патогенных микроорганизмов [14]; поступающая сорная примесь характеризуется повышенным накоплением микотоксинов [8]; обмолот семян конопли сопровождается механическими повреждениями, которые способствуют проникновению микроскопических грибов под семенную оболочку. Роль указанных факторов в интенсивности накопления микотоксинов в семенной массе конопли еще предстоит оценить. Однако тенденция их накопления в семенах и сорной примеси существенно повышает значение десикации посевов и послеуборочной доработки семян.

Таблица 3

Количество микроорганизмов на поверхности семян конопли посевной

Вариант	Численность бактерий, тыс. КОЕ/г		Численность грибов, тыс. КОЕ/г							
			Всего		Penicillium		Aspergillus		Дрожжи	
	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**
Ручной обмолот	760	270	120	380	120	10	-	-	-	370
Обмолот комбайном Вектор-410	130	32	310	105	-	-	120	-	190	105
Обмолот комбайном и доработка семян на Петкус К531	110	60	250	150	-	100	100	-	150	50

*Семена без десикации.

**Семена после десикации.

Поскольку прием десикации изменяет в первую очередь влажность семян, то это отражается и на биологических показателях экзогенной микробиоты. Изменение микробиологических процессов имеет схожий характер независимо от способа обмолота семян. При ручном и комбайновом обмолоте установлено увеличение численности дрожжевой микрофлоры (370 тыс. КОЕ /г) на фоне сокращения грибов рода *Penicillium* до 10 тыс. КОЕ /г и ниже. Данная тенденция имеет закономерный характер: резкий рост дрожжевой микрофлоры обусловлен тем, что на поверхности созревших семян конопли формируется широкий спектр питательных веществ, способствующих быстрой колонизации поверхности растений; изменение влажности семян отражается на количестве мицелиарных видов грибов рода *Penicillium*.

Применение последующей послеуборочной доработки семян изменило соотношение дрожжей и мицелиарных видов *Penicillium*. Количество дрожжей на семенах конопли не превышало 50 тыс. КОЕ/г, количество грибов рода *Penicillium* – 100 тыс. КОЕ/г.

По последним данным, на семенах конопли высокого качества безопасное количество микромицетов рода *Aspergillus* и *Fusarium* не должно превышать 10 КОЕ/г [17]. Микромицеты рода *Aspergillus* (100-120 тыс. КОЕ/г) были обнаружены на семенах конопли при комбайновом обмолоте без применения десикации посевов. Высокое процентное содержание грибов рода *Aspergillus* (60%) сопровождается потерей качества семян конопли посевной. При десикации посевов более 66% грибной микрофлоры представлено родом *Penicillium*, что позволяет получать семена с показателями всхожести до 95% (рис.).

С учетом того, что производство семян конопли осуществляется комбайновым способом обмолота с последующей доработкой, любые отклонения от оптимальных параметров в период уборки, а также при хранении проявляются в нарушении микробиологических процессов и низкой всхожести семян. Производители и исследователи многих стран мира сталкиваются с проблемой сохранения посевных свойств семян конопли. Решение этой проблемы находится, в том числе, в формировании микробиома, в состав которого должны входить виды и штаммы микроорганизмов, обладающие противомикробным и ростостимулирующим действием (*Bacillus sp.*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*, *Bacillus denitrificans*, *Paenibacillus sp.*) [18].

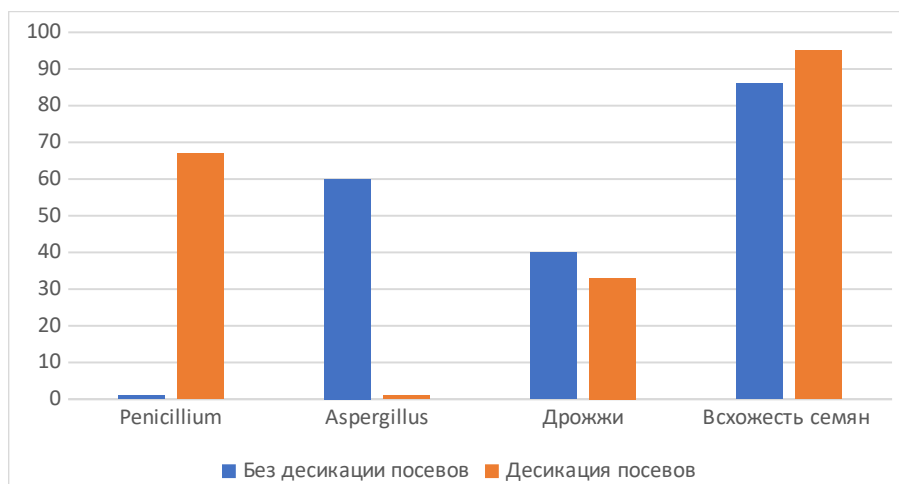


Рис. Процентное соотношение преобладающих видов грибной микрофлоры на семенах конопли посевной при комбайновом способе уборки

По утверждению зарубежных исследователей, отдельные штаммы бактерий могут обеспечить высокую всхожесть семян конопли (до 100%) даже при длительном хранении [19]. Исследованиями установлено положительное влияние препарата Альбит ТПС (0,050 л/т) на лабораторную и полевую всхожесть семян конопли [20]. Важно то, что основой препарата является биополимер поли-бета-гидроксимасляная кислота из почвенных бактерий *Bacillus megaterium* и *Pseudomonas aureofaciens*. В связи с этим применение в технологии возделывания конопли дополнительной предпосевной обработки отдельными или комбинированными штаммами микроорганизмов (*Pseudomonas* и *Bacillus*) позволит повысить всхожесть посевного материала, простимулирует прорастание семян и темпы роста проростков. Кроме того, обработка семян перед обмолотом обеспечит формирование бактериального и грибного сообщества в таком соотношении, которое позволит сохранить максимальные показатели всхожести.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что значительным резервом повышения качества оригинальных семян при комбайновом обмолоте является десикация посевов конопли препаратом Регулят Супер с послепосевной доработкой, которые снижают макро- и микротравмирование семян (на 17 и 9% соответственно) и обеспечивают формирование микробного сообщества с преобладанием микромицетов рода *Penicillium* (66%). Это позволяет сохранить всхожесть посевного материала на протяжении всего периода хранения.

Отсутствие приема десикации при комбайновом обмолоте способствует нарастанию в семенной массе микроскопических грибов рода *Aspergillus* (100-120 тыс. КОЕ/г), накоплению микотоксинов, что сопровождается потерей всхожести семян до 86%.

Исследования выполнены в рамках государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS–2024-0004).

Библиографический список

1. Мякин В.Н., Урюпин С.Г. Травмирование семян при послепосевной обработке и пути его снижения // Технические науки. – 2006. – С. 73-75.
2. Elias S.G., Wu Y. – Ch., Stimpson D.C. Seed Quality and Dormancy of Hemp (*Cannabis sativa* L.) // Journal of Agricultural Hemp Research. – 2020. – Vol. 2, Iss. 1. – Art. 2. DOI: 10.61611/2688-5182.1017. – [Electronic source]. – URL: <https://digitalcommons.murraystate.edu/jahr/vol2/iss1/2/> (дата обращения: 12.05.2024).
3. Оробинский В.И., Гиевский А.М., Чернышов А.В., Баскаков И.В. Исследование качественных показателей семян озимой пшеницы при комбайновой уборке и послепосевной обработке // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2020. – № 21 (184). – С. 84-97.
4. Гимадиев А.М. Травмирование семян // Агроинформ. – 2010. – № 6. – С. 18-19.
5. Пехальский И.А., Кряжков В.М., Артюшин А.А., Сорочинский В.Ф. Травмирование внутренних структур зерновок как фактор снижения продуктивности семян зерновых культур // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3 (117). С. 783-792. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/03/pdf/51.pdf> (дата обращения: 12.05.2024).
6. ФГБУ «Россельхозцентр» по Курской области. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosselhoccenter-kursk.ru/> (дата обращения: 15.01.2024).
7. Степанова И.В. Исследование факторов, влияющих на сохранность семян конопли: Автореф. ... дис. канд. с.-х. наук. – М., 1974. – 22 с.
8. Буркин А.А., Устюжанина М.И., Зотова Е.В., Кононенко Г.П. Причины контаминации производственных партий семян подсолнечника (*Helianthus annuus* L.)

микотоксинами // Сельскохозяйственная биология. – 2020. – № 5 (53). – С. 969-976. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.5.969rus.

9. Пестициды. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pesticidy.ru/pesticide/regulyat-super> (дата обращения: 15.02.2024).

10. ГОСТ Р 52325-2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия: введ. 1 января 2006 г. – М.: Стандартинформ, 2005. – 20 с.

11. Гриценко В.В., Калошина З.М. Семеноведение полевых культур: учебник. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Колос, 1984. – 272 с.

12. Сэги Й. Методы почвенной микробиологии. – М.: Колос, 1983. – 253 с.

13. Теннер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. – М.: Дрофа, 2005. – 256 с.

14. Стонов Л.Д., Зубкова Н.Ф. Современные проблемы дефолиации и десикации // Защита растений. – 1978. – № 8. – С. 24-28.

15. Ефимочкина Н.Р., Седова И.Б., Шевелева С.А., Тутельян В.А. Токсигенные свойства микроскопических грибов // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2019. – № 45. – С. 6-33. DOI: 10.17223/19988591/45/1.

16. Назарько М.Д., Очередыко Н.С. Влияние микотоксинов на качество семян подсолнечника // Известия вузов. Пищевая технология. – 2006. – № 2-3. – С. 109-110.

17. Punja Z.K., Ni L., Lung S., Buirs L. Total Yeast and Mold Levels in High THC-containing Cannabis (*Cannabis sativa* L.) Inflorescences are Influenced by Genotype, Environment and Pre-, and Post-harvest Handling Practices // Front Microbiol. – 2023. – Vol. 14. – Art. 1192035. – URL: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1192035> (дата обращения: 12.05.2024).

18. Comeau D., Balthazar C., Novinscak A., Bouhamdani N., Joly D.L., Filion M. Interactions Between *Bacillus* Spp., *Pseudomonas* Spp. and *Cannabis sativa* Promote Plant Growth // Front. Microbiol. – 2021. – Vol. 12. – Art. 715758. DOI: <https://10.3389/fmicb.2021.715758> (дата обращения: 12.05.2024).

19. Dumigan C.R., Deyholos M.K. Cannabis Seedlings Inherit Seed-Borne Bioactive and Anti-Fungal Endophytic Bacilli // Plants. – 2022. – Vol. 11 (16). – Art. 2127. <https://doi.org/10.3390/plants11162127> (дата обращения: 12.05.2024).

20. Бакулова И.В., Плужникова И.И., Криушин Н.В. Посевные качества семян и продуктивность безнаркотических сортов конопли в зависимости от предпосевной обработки // Нива Поволжья. – 2020. – № 2 (55). – С. 71-76. DOI: 10.36461/NP.2020.2.55.012.

PROBLEM OF REDUCING THE QUALITY OF HEMP SEEDS AND WAYS TO SOLVE IT

N.S. SHIMANSKAYA, S.V. IVANOVA, V.A. SERKOV, I.V. USCHAPOVSKY

(Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops)

The article presents the results of studies on the influence of damage during combine harvesting and post-harvest treatment on the sowing properties of hemp seeds. It is noted that at combine threshing on the background of increase of mechanical damages in the form of macrotraumas (35%) and microtraumas (22%) there is a decrease in laboratory germination of hemp seeds up to 68%. The main share of macrotraumas is caused by crushing – 8.5%; removal of husk – 10%, as well as cracks in the area of the cotyledon and embryo – 16.5%. Desiccation of hemp crops at combine threshing and subsequent post-harvest treatment reduces macrodamage of seeds by 17% and microdamage by 9%. Indicators of germination energy and seed germination are comparable with similar data from manual threshing and amount to 94% and 95%, respectively. Microbiological analysis

of hemp seeds showed significant differences in the quantitative and group composition of bacterial and fungal microflora during combine and manual threshing of seeds. When manually threshed, seeds are dominated by bacterial microflora with a predominance of the genus *Bacillus*. The fungal microflora is mainly dominated by representatives of the genus *Penicillium*. Fungal microflora prevails on seeds at combine threshing (310 thousand CFU/g), the main share of which is represented by micromycetes of the genus *Aspergillus* (120 thousand KOE/g) and various yeast species (190 thousand CFU/g), which contributes to the accumulation of mycotoxins and accompanied by loss of seed germination (up to 86%). Application of crop desiccation at combine threshing provides the formation of a microbial community with predominance of micromycetes of *Penicillium* genus (66%), which allows to keep seed germination at the level of 95% throughout the whole storage period. A significant reserve for increasing the sowing properties of seeds is the desiccation of crops with post-harvest treatment, which reduces damage and ensures the formation of epiphytic microflora, which prevents the development of molds, which negatively affect the sowing properties of seeds.

Keywords: hemp, hemp seeds, sowing qualities of seeds, seed damage, germination, microorganisms.

The research was carried out within the framework of the state task of the Federal State Budgetary Institution “Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops” (topic No. FGSS–2024-0004).

References

1. Myakin V.N., Uryupin S.G. Seed damaging as result of post-harvest treatment and ways of its reduction. *Tekhnicheskie nauki*. 2006:73-75. (In Russ.)
2. Elias S.G., Wu Y. – Ch., Stimpson D.C. Seed Quality and Dormancy of Hemp (*Cannabis sativa* L.). *Journal of Agricultural Hemp Research*. 2020;2(1):2. <https://doi.org/10.61611/2688-5182.1017>
3. Orobinsky V.I., Gievsky A.M., Chernyshov A.V., Baskakov I.V. Research of qualitative indicators of winter wheat seeds during combine harvesting and postharvest processing. *Transactions of Taurida Agricultural Science*. 2020;21(184):84-97. (In Russ.)
4. Gimadiev A.M. Seed damaging. *Agroinform*. 2010;6:18-19. (In Russ.)
5. Pekhalskiy I.A., Kryazhkov V.M., Artyushin A.A., Sorochinskiy V.F. Traumatizing of inside structures of weevils as a factor of reduction in seeds' productivity of cereal crops. *Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 2016;03(117):783-792. (In Russ.)
6. FGBU “Rosselkhotsestr” for Kursk region. (In Russ.) [Electronic source]. URL: <https://rosselkhotsestr-kursk.ru> (accessed: January 15, 2024)
7. Stepanova I.V. *Investigation of factors affecting the safety of cannabis seeds*: CSC (Ag) thesis. Moscow, USSR, 1974:22. (In Russ.)
8. Burkin A.A., Ustyuzhanina M.I., Zotova E.V., Kononenko G.P. Reasons of contamination of production lots of sunflower (*Helianthus annuus* L.) Seeds by mycotoxins. *Agricultural Biology*. 2020;5(53):969-976. (In Russ.) <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2018.5.969rus>
9. Pesticides. (In Russ.) [Electronic source]. URL: <https://www.pesticidy.ru/pesticide/regulyat-super>
10. GOST R52325-2005. Seeds of agricultural plants. Sorting and sowing qualities. General technical conditions. Introduced 01.01.2006. Moscow, Russia: Standardinform, 2005:20. (In Russ.)
11. Gritsenko V.V., Kaloshina Z.M. *Seed science of field crops*. 3d ed., updat. and rev. Moscow, USSR: Kolos, 1984:272. (In Russ.)
12. Segi I. *Soil microbiology techniques*. Moscow, USSR: Kolos, 1983:253. (In Russ.)
13. Tepper E.Z., Shilnikova V.K., Pereverzeva G.I. *Microbiology practical course*. Moscow, Russia: Kolos, 2005:256. (In Russ.)
14. Stonov L.D., Stonov L.D., Zubkova N.F. Modern problems of defoliation and desiccation. *Zashchita rasteniy*. 1978;8:24-28. (In Russ.)

15. Efimochkina N.R., Sedova I.B., Sheveleva S.A., Tutelyan V.A. Toxicogenic properties of mycotoxin-producing fungi. *Tomsk State University Journal of Biology*. 2019;45:6-33. (In Russ.) <https://doi.org/10.17223/19988591/45/1>

16. Nazarko M.D., Ocheredko N.S. The influence of mycotoxins on the quality of sunflower seeds. *Izvestiya Vuzov. Food Technology*. 2006;2(3):109-110. (In Russ.)

17. Punja Z.K., Ni L., Lung S., Buirs L. Total Yeast and Mold Levels in High THC-containing Cannabis (*Cannabis sativa* L.) Inflorescences are Influenced by Genotype, Environment, and Pre- and Post-harvest Handling Practices. *Front. Microbiol.* 2023;14:1192035. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1192035>

18. Comeau D., Balthazar C., Novinscak A., Bouhamdani N. et al. Interactions Between *Bacillus* Spp., *Pseudomonas* Spp. and *Cannabis sativa* Promote Plant Growth. *Front Microbiol.* 2021;12:715758. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.715758>

19. Dumigan C.R., Deyholos M.K. Cannabis Seedlings Inherit Seed-Borne Bioactive and Anti-Fungal Endophytic Bacilli. *Plants*. 2022;11(16):2127. <https://doi.org/10.3390/plants11162127>

20. Bakulova I.V., Pluzhnikova I.I., Kriushin N.V. Sowing qualities of seeds and productivity of non-narcotic variety of hemp depending on pre-planting cultivation. *Niva Povolzhya*. 2020;2(55):71-76. (In Russ.) <https://doi.org/10.36461/NP.2020.2.55.012>

Сведения об авторах

Шиманская Наталья Сергеевна, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»; 170041, Российская Федерация, г. Тверь, Комсомольский проспект, 17/56; e-mail: n.shimanskaya@fncl.ru; тел.: (4822) 41-61-10

Иванова Светлана Васильевна, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»; 214025, Российская Федерация, Смоленская обл., г. Смоленск, ул. Нахимова, 21; e-mail: s.ivanova.sml@fncl.ru; тел.: (4812) 65-55-03

Серков Валериан Александрович, главный научный сотрудник, д-р с.-х. наук, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»; 442731, Российская Федерация, Пензенская обл., р.п. Лунино, ул. Мичурина, 1 Б; e-mail: v.serkov.pnz@fncl.ru; тел.: (4822) 41-61-10

Ущановский Игорь Валентинович, заместитель директора по научной работе, канд. биол. наук, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»; 170041, Российская Федерация, г. Тверь, Комсомольский проспект, 17/56; e-mail: i.uschapovsky@fncl.ru; тел.: (4822) 41-61-10

Information about the authors

Natalia S. Shimanskaya, CSc (Ag), Leading Research Associate, Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops (17/56 Komsomolskiy Ave., Tver, 170041, Russian Federation); phone: (4822) 41-61-10; e-mail: n.shimanskaya@fncl.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5819-1351>

Svetlana V. Ivanova, Junior Research Associate, Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops (21 Nakhimova St., Smolensk, 214025, Russian Federation); phone: (4812) 65-55-03; e-mail: s.ivanova.sml@fncl.ru

Valerian A. Serkov, DSc (Ag), Chief Research Associate, Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops (1B Michurina St., Lunino w.s., Penza region, 442731, Russian Federation); phone: (4822) 41-61-10; e-mail: v.serkov.pnz@fncl.ru

Igor V. Uschapovsky, CSc (Bio), Deputy Director for Research, Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops (17/56 Komsomolskiy Ave., Tver, 170041, Russian Federation); phone: (4822) 41-61-10; e-mail: i.uschapovsky@fncl.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0602-1211>