

Научная статья
УДК 633.521:631.416
doi: 10.28983/asj.y2022i8pp33-38

Эффективность использования химических консервантов в процессе росной мочки при выращивании льна-долгунца

Наталья Сергеевна Шиманская¹, Игорь Валентинович Ущাপовский¹, Ольга Васильевна Савина²

¹ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Тверь, Россия, e-mail: i.uschapovsky@fncl.ru

²ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», г. Рязань, Россия, e-mail:savina-999@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты полевых испытаний по изучению влияния обработки тресты растворами медного купороса и салициловой кислоты на ход процесса росной мочки льна-долгунца, микробиологические и технологические показатели льноволокна. Выявлено, что использование исследуемых препаратов позволяет регулировать течение микробиологических процессов в дозревающих рулонах и снижать потери качества льноволокна. При этом обработку салициловой кислотой целесообразно рекомендовать в тех случаях, когда необходимо ускорить процесс вылежки тресты и быстро организовать ее уборку с минимальными потерями качества. Если же создалась ситуация, когда практически готовую тресту невозможно убрать с поля, для приостановки процессов дальнейшего разложения волокна и потери его качества можно рекомендовать сдерживать размножение грибов на тресте путем обработки ее раствором медного купороса.

Ключевые слова: лен-долгунец; химические консерванты; треста; волокно; микрофлора; бактерии; грибы; технологические показатели льноволокна.

Для цитирования: Шиманская Н. С., Ущাপовский И. В., Савина О. В. Эффективность использования химических консервантов в процессе росной мочки при выращивании льна-долгунца // Аграрный научный журнал. 2022. № 8. С. 33–38. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i8pp33-38>.

AGRONOMY

Original article

Efficiency of the use of chemical preservatives in the process of dew-retting when growing fiber flax

Natalya S. Shimanskaya¹, Igor V. Uschapovsky¹, Olga V. Savina²

¹Federal Scientific Center for Fiber Crops, Tver, Russia, e-mail: i.uschapovsky@fncl.ru

²Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia, e-mail:savina-999@mail.ru

Abstract. The influence of retted stalks treatment with solutions of copper sulfate and salicylic acid on the process of dew-retting of fiber flax, its microbiological and technological indicators was studied. It was revealed that the use of the investigated preparations allows regulating the course of microbiological processes in ripening rolls and reducing the loss of fiber flax quality. At the same time, salicylic acid treatment can be recommended in cases when it is necessary to speed up the process of retted stalks maturing and quickly organize its harvesting with minimal loss of quality. If, however, a situation has arisen when it is impossible to harvest an almost ready-made retted stalks from the field, it is recommended to restrain the reproduction of fungi on the retted stalks by treating it with a solution of copper sulfate in order to suspend the processes of further decomposition of the fibre and loss of its quality.

Keywords: fiber flax; chemical preservatives; retted stalks; fiber; microflora; bacteria; fungi; technological indicators of flax fiber.

For citation: Shimanskaya N. S., Uschapovsky I. V., Savina O. V. Efficiency of the use of chemical preservatives in the process of dew-retting when growing fiber flax. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(8):33–38. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i8pp33-38>.

Введение. Проблема получения конкурентоспособной льнопродукции ставит перед производителями задачу совершенствования агротехнологических приемов от момента всходов до момента получения тресты льна-долгунца. В современных условиях важно не только получение высокого урожая льнопродукции, но и сохранение ее качества на этапе росной мочки, которая является ключевым этапом в промышленном получении волокна. Росная мочка в огромной степени зависит от погодных условий и является той частью риска, которая может свести на нет все усилия по выращиванию данной культуры [4, 6]. Поэтому вопросы регулирования данного процесса остаются актуальными. В связи с этим учеными многих стран постоянно ведутся поиски препаратов, способных оказывать направленное действие на развитие бактериальной и грибной микрофлоры на тресте в период росной мочки льна-долгунца [1, 7].

Как показали исследования многих авторов, нестабильность погодных условий на этапе росной мочки приводит, прежде всего, к нарушению хода микробиологических процессов, в результате чего изменяется соотношение между бактериальной и грибной микрофлорой, что, безусловно, отражается на качестве льнопродукции [3, 7, 11, 13, 14]. Многие современные сорта льна-долгунца обладают потенциально высокими прядильными свойствами волокна, однако часто при неблагоприятных погодных условиях на этапе росной мочки их сортовые преимущества стираются. Для оптимизации процесса мочки льна-долгунца ранее было предложено применение ферментативных препаратов,





позволяющих производить волокно с хорошими свойствами [12], но от данного способа производства практически отказались из-за высокой стоимости и сильной степени загрязнения окружающей среды. В связи с этим актуальными являются исследования, направленные на поиск химических препаратов, способных оказывать направленное действие на развитие микрофлоры на тресте в период росистой мочки и сводить к минимуму потери качества льно-волокна [1, 7].

При решении вопросов, связанных с методами регулирования процесса росистой мочки, исследования должны быть направлены на следующее: изучение возможности завершения созревания тресты в рулонах и возможности приостановки процесса мочки в ленте в случае готовности тресты и невозможности по тем или иным причинам организовать ее уборку.

Учитывая актуальность данного направления, авторами проводились многолетние исследования по поиску химических препаратов, способных регулировать ход процесса росистой мочки [3, 4].

Цель данного исследования – изучение влияния обработки тресты растворами медного купороса и салициловой кислоты на ход процесса росистой мочки льна-долгунца, микробиологические и технологические показатели льно-волокна.

Методика исследований. В 2004–2007 гг. нами проведены лабораторные исследования, в которых созревающую тресту недельного срока в контролируемых условиях обрабатывали рядом химических препаратов с бактериостатическими и фунгистатическими свойствами, изучали их действие на развитие микрофлоры на тресте. В опытах использовались следующие соединения: мочевины, салициловая кислота, медный купорос, слабые растворы органических кислот и щелочи (в концентрации 3–5 %). Оценку действия препаратов проводили по внешнему виду тресты, отделяемости волокна и микробиологическим показателям.

В результате проведенных исследований было выявлено разнонаправленное действие исследуемых препаратов. Большинство примененных препаратов оказывало консервирующее действие на тресту, подавляя развитие грибной микрофлоры. Особенно заметно данное действие проявилось в варианте с обработкой 3%-м раствором медного купороса. В этом варианте численность грибов по сравнению с контролем снизилась на 5,0 млн КОЕ/г тресты. Однако при использовании низкой концентрации салициловой кислоты (0,5 %) отмечалось увеличение микробиологической активности на тресте: общая численность бактерий увеличивалась в 18 раз, грибов – в 1,2 раза.

Полученные результаты отражены в ранее опубликованных работах [6]. В дальнейшем было целесообразно проверить возможность применения препаратов, оказывающих наибольший эффект на регулирование развития грибной микрофлоры в конце вылежки тресты, в полевых условиях.

Полевые испытания были проведены в 2008 г в рамках хозяйственного договора с Нерехтским отделением ООО «Магрико-Кострома» (№ 9–08 Н) при поддержке ФГБОУ ВО «Костромская ГСХА». Согласно данному договору, результаты исследований могут быть опубликованы по истечению срока конфиденциальности 10 лет. Несмотря на достаточно продолжительный период от получения данных до публикации, актуальность и практическая значимость изучаемых вопросов только возросла, в связи с чем авторами было принято решение о публикации результатов полевых исследований, что легло в основу данных материалов.

Следует отметить, что полевые исследования проводили в условиях вегетационного периода на модельной площадке для вылежки тресты на опытном поле Костромской ГСХА. Лен-долгунец для получения тресты выращивали в производственных посевах в Нерехтском районе Костромской области.

Анализируя зависимость процесса получения льнопродукции от внешних факторов, следует подчеркнуть, что в большинстве случаев выращивание этой ценной культуры в условиях Костромской области сталкивается с большими трудностями, связанными с экстремальными погодными условиями. В год проведения исследований отмечены следующие критические периоды для роста и развития льна:

- 1) низкие температуры воздуха во второй и третьей декадах мая и начале июня (что приходилось на фазу елочки) способствовали замедлению роста растений и тормозили переход их в следующую фазу развития;
- 2) значительное повышение температуры воздуха во второй декаде июля, которое сопровождалось повышенным выпадением осадков, ветрами и грозами, привело к полеганию посевов льна на больших площадях;
- 3) обильное выпадение осадков ливневого характера в первой декаде августа (47 мм), когда шло созревание растений, для чего требуется сухая и солнечная погода, затормозило этот процесс и сдвинуло сроки теребления. Полегшие посевы прорастали сорняками, что практически не позволяло поднять и вытеребить их;
- 4) условия третьей декады августа и практически всего сентября, на которые пришлось время росистой мочки, оказались крайне неблагоприятными. Сухая и неустойчивая по температуре погода сентября была совершенно не подходящей для процесса росистой мочки льна. Наблюдались резкие перепады температуры: если в первой декаде сентября среднемесячная температура была выше среднегодичной на 1,5 °С, то вторая и третья декады отличались пониженными температурами на 2,0 и 0,7 °С ниже нормы, соответственно по декадам (рис. 1). При этом в ночные часы отмечались заморозки. Сложившиеся погодные условия вызвали отклонение от нормальной динамики микробиологических процессов в ходе созревания тресты.

Таким образом, распределение ресурсов тепла и влаги в год проведения исследований оказалось неравномерным и несоответствующим биологическим особенностям льна; созревание тресты протекало в неблагоприятных погодных условиях. Следует отметить, что подобные экстремальные погодные условия не являются редкостью для Костромской области, что делает актуальными исследования, направленные на поиск препаратов, корректирующих ход микробиологических процессов на тресте в период росистой мочки льна-долгунца.

Объектом исследований служила треста 17-дневной вылежки льна-долгунца сорта Электра. Неудобную тресту, привезенную с производственного участка, расстелили в ленту на опытном поле Костромской ГСХА и обрабо-

тали растворами химических препаратов путем опрыскивания ленты из ручного опрыскивателя по схеме, указанной в табл. 1. Тресту контрольного варианта обработали водой. Расход рабочего раствора во всех вариантах опыта составил 5 л на 10 м ленты. Из обработанной тресты сформировали 4 рулона: три – ручным способом и один – машинного прессования.

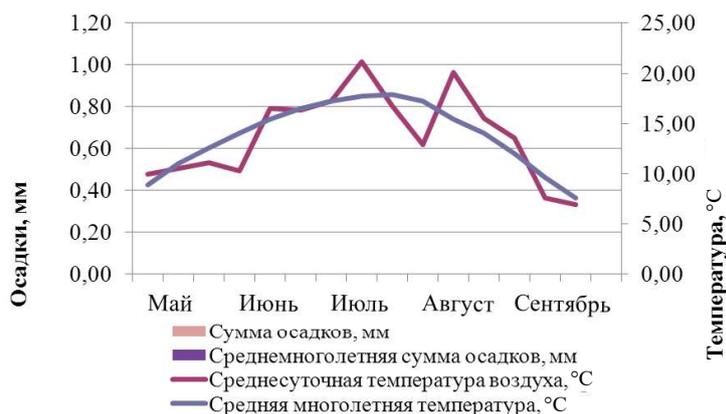


Рис. 1. Метеорологические данные вегетационного периода 2008 г.

Таблица 1

Схема полевого опыта по вылежке тресты

Вариант	Используемый препарат	Способ формирования рулона
1	Вода (контроль)	Ручной
2	0,5%-й водный раствор салициловой кислоты	Ручной
3	3%-й водный раствор медного купороса	Ручной
4	3%-й водный раствор медного купороса	Прессованный

Сформированные рулоны находились в поле с 5-го по 23-е сентября. Наблюдения за состоянием тресты осуществляли визуально и путем отбора проб для определения микробиологических и технологических показателей волокна. Отбор проб проводили через каждые 5–6 дней. Определяли влажность тресты (ГОСТ 24383-89), численность микроорганизмов на ней (по методике Сэги Й.), выход волокна и его крепость. Для определения последних показателей использовали лабораторную мялку и прибор для определения разрывной нагрузки волокна (ГОСТ 10330-76).

Экспериментальные данные обработаны статистическими методами по Б.А. Доспехову [5].

Результаты исследований. Микробиологические и технологические показатели льносырья в сильной степени зависят от его влажности [2]. В наших исследованиях консервированная льнотреста характеризовалась избыточной начальной влажностью. В первую очередь это связано с обилием выпавших осадков на момент формирования рулонов (см. рис. 1), а также с тем, что при консервировании использовали водные растворы химических препаратов. Таким образом, начальная влажность тресты по всем вариантам составила 50–65 %. Дальнейшие изменения влажности определялись количеством осадков и средней температурой воздуха, а также видом используемого препарата и способом формирования рулона. Динамика изменения влажности тресты приведена на рис. 2.

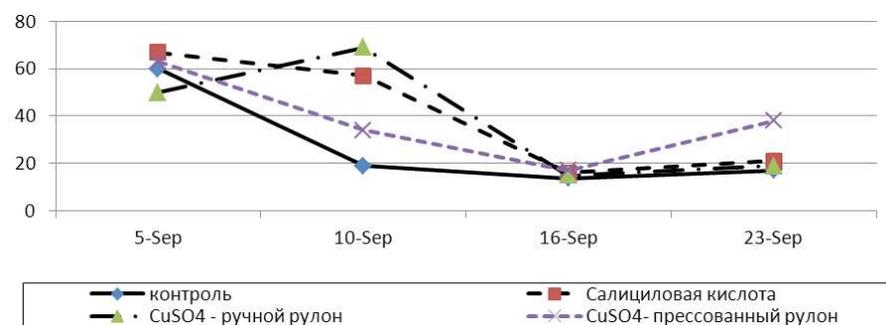


Рис. 2. Динамика изменения влажности тресты при созревании в рулонах

Как видно из представленных данных, в первые пять дней после закрутки рулонов наблюдали снижение влажности тресты практически по всем вариантам опыта за исключением варианта CuSO_4 – ручной рулон. На 10-е сутки, когда выпадение осадков полностью прекратилось, влажность тресты по всем вариантам также продолжала снижаться, достигнув минимального уровня 13,7–17 %. Существенных изменений в ручных рулонах эти показатели далее не претерпевали. В прессованном рулоне треста оставалась более влажной – на конец наблюдений (23 сентября) она составила 38 %.





Микрофлора растений состоит из различных групп микроорганизмов: бактерий, мицелиальных и одноклеточных грибов немцелиального строения, численность и видовой состав которых зависит от климатических условий и фазы развития растений [8]. Бактериальную группу процесса мацерации тканей стебля льна-долгунца составляют различные виды родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Ervini*; из грибной микрофлоры в процессе мочки льна при достаточном увлажнении и благоприятном температурном режиме (16–18 °С) преобладают темноцветные виды *Alternaria*, *Cladosporium*, а при отклонении от оптимальных параметров – дрожжевые и дрожжеподобные одноклеточные виды *Torula*, *Torulopsis*, *Rhodotorula* или представители, обладающие целлюлозоразрушающими ферментами, *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Trichothecium*, *Trichoderma* [4, 10, 11, 13].

Как показали наши исследования, обработка тресты растворами химических препаратов изменила состав и количество микроорганизмов в ленте (табл. 2). Наблюдения за действием препаратов на численность бактериальной микрофлоры выявили следующие изменения. В первые пять дней происходило снижение количества бактерий на тресте во всех вариантах, причем в вариантах с применением исследуемых препаратов более существенное по сравнению с контролем, что свидетельствует об их консервирующем действии. Наиболее сильно консервирующий эффект проявился в вариантах с использованием медного купороса, однако эффективность данного препарата зависела от плотности тресты в рулонах. В ручном рулоне под действием медного купороса численность бактерий снизилась существенно – в 20 раз, тогда как в прессованном рулоне – только в 2 раза (см. табл. 2).

Таблица 2

Динамика изменения микробиологических показателей на тресте при обработке химическими консервантами

Вариант	Даты отбора проб			
	5.09	10.09	16.09	23.09
Общая численность бактерий, млн КОЕ/г тресты				
Контроль	174,5	121,0	197,0	1820,0
Салициловая кислота	231,2	115,5	197,9	1621,0
CuSO ₄ – ручной рулон	171,0	8,55	241,0	1742,0
CuSO ₄ – прессованный рулон	230,0	112,3	215,2	2750,3
Общая численность грибов, млн КОЕ/г тресты				
Контроль	1,74	3,0	2,6	9,0
Салициловая кислота	8,74	2,9	2,5	28,0
CuSO ₄ – ручной рулон	6,65	3,7	<0,38	0,6
CuSO ₄ – прессованный рулон	5,9	2,6	<0,38	1,0

Следует отметить, что подавление бактериальной флоры наблюдали только в первые пять дней после обработки. Затем в рулонах всех вариантов происходило увеличение данной группы микроорганизмов, особенно значительное при последнем определении, которое показало рост численности бактерий во всех вариантах в 7–12 раз по отношению к первоначальному. Нарастание численности бактерий в конце вылежки тресты, на наш взгляд, имеет закономерный характер. Во-первых, в начале третьей декады сентября прошли дожди, во-вторых, основные микробиологические процессы по отделению волокнистых пучков от тканей стебля практически завершились и началось разрушение пектиновых веществ в лубяном пучке; в-третьих, под действием примененных консервантов происходило снижение грибной микрофлоры, что в свою очередь способствовало нарастанию бактерий (см. табл. 2).

При изучении влияния препаратов на грибную микрофлору наиболее сильно проявились фунгицидные свойства медного купороса, выявленные ранее в лабораторных опытах. Действие данного препарата угнетало развитие грибов во все сроки определения. Численность грибной микрофлоры в рулонах, обработанных медным купоросом, снизилась по отношению к первоначальной при определении на 5-й день после обработки в 1,8–2,3 раза (в контрольном рулоне в этот период отмечался рост данного показателя в 1,7 раза); на 11-й день – в 15–17 раз; на 18-й день – в 5,9–11,1 раза. Немаловажно, что ингибирующее действие медного купороса проявилось на всех группах грибной микрофлоры. Количество темноцветных видов снизилось на 70 %, дрожжевых и дрожжеподобных – на 75 %, целлюлозоразрушающих – на 30,4 %. Фунгицидное действие медного купороса основано на способности меди проникать в мицелий или споры гриба, вызывая тем самым угнетение активности ферментов дыхательного фосфорилирования и последующую коагуляцию протоплазмы [1, 7].

Обработка тресты 0,5%-м раствором салициловой кислоты первоначально также оказывала фунгицидное действие, снизив общую численность грибов на тресте при первом и втором сроках определения в 3,1–3,5 раза по отношению к первоначальной. Однако в последние дни вылежки был выявлен активный рост грибной микрофлоры в этом варианте в 3,2 раза по отношению к первоначальному количеству.

Анализ микробиологических процессов созревания тресты в полевых условиях подтвердил результаты многолетних лабораторных исследований. Использование 3%-го раствора медного купороса позволяет сдер-

живать развитие грибов, а применение 0,5%-го раствора салициловой кислоты стимулирует размножение и грибов, и бактерий. Определенное увеличение микробиологической активности в последние дни вылежки при обработке тресты салициловой кислотой можно расценивать как возможность ускорения процессов ее созревания.

Изменения показателей содержания волокна и его прочности свидетельствуют о том, что сохранить качество льнотресты повышенной влажности за счет исследованных химических препаратов можно только на небольшой период времени. В сложившихся погодных условиях года наблюдения данный период составил 5–6 дней. На 5-й день после обработки максимальные показатели прочности волокна были отмечены в ручных рулонах с обработкой медным купоросом (18,5 даН) и с обработкой салициловой кислотой (17,5 даН). Показатели прочности волокна в прессованном рулоне несколько ниже, чем в других вариантах (табл. 3).

Таблица 3

Выход волокна, %, и его прочность, даН, при обработке химическими консервантами

Вариант	5.09		10.09		16.09		23.09	
	выход волокна	прочность						
Контроль	37,87	14,70	32,26	15,68	29,61	17,39	28,20	15,20
Салициловая кислота	38,00	14,70	34,20	17,50	22,22	13,50	20,55	13,00
CuSO ₄ – ручной рулон	38,73	16,20	36,33	18,52	25,38	12,25	24,50	12,00
CuSO ₄ – прессованный рулон	31,00	14,70	39,90	12,94	25,50	12,04	25,10	12,20
HCP ₀₅	1,25		1,62		1,44		1,36	

Дальнейшее пребывание тресты в рулонах несколько снижало показатели прочности. Так, на 11-й день после обработки прочность волокна в рулоне, обработанном салициловой кислотой, снизилась с 17,5 до 13,5 даН; в ручном рулоне с обработкой медным купоросом – с 18,5 до 12,25 даН; в прессованном рулоне незначительно – 0,9 даН. Как было отмечено ранее, при нахождении тресты в поле в эти дни влажность ее снизилась до значений, оптимальных для уборки и хранения. Поэтому дальнейшего сильного снижения технологических показателей в рулонах не происходило. Экспериментальная задержка созревшей тресты в поле до 23 сентября свидетельствовала о том, что консервирующее действие примененных реагентов снижается и прочность волокна падает.

Заключение. На основании проведенных исследований установлено, что использование химических консервантов для обработки тресты повышенной влажности позволяет в определенной степени регулировать течение микробиологических процессов в дозревающих рулонах и снижать потери качества льноволокна. При этом выбор препарата зависит от погодных условий и сложившейся производственной ситуации в момент дозревания тресты. Так, обработку салициловой кислотой целесообразно рекомендовать в тех случаях, когда необходимо ускорить процесс вылежки тресты и быстро организовать ее уборку с минимальными потерями качества.

Если создалась ситуация, когда уже практически готовую тресту невозможно убрать с поля по каким-либо причинам (например, неготовности уборочной техники или начавшихся дождей), для приостановки процессов дальнейшего разложения волокна и потери его качества можно рекомендовать сдерживать размножение грибов на тресте путем обработки ее раствором медного купороса. При этом сохранить качество льнотресты повышенной влажности за счет исследуемых химических консервантов можно только на небольшой период времени. При дальнейшем пребывании тресты в поле консервирующее действие примененных реагентов снижается и прочность волокна падает.

Авторы выражают глубокую признательность за методическую помощь в организации и проведении данного исследования доктору с-х. наук, профессору Костромской ГСХА [Матаруевой Ирине Анатольевне]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аврова Н. П. Консерванты и биологическая мочка льносоломы // Технические культуры. 1988. № 6. С. 16–17.
2. Андрушкв М. И., Старченко Л. Е., Распутенко А. С. Качественный состав микрофлоры и период росистой мочки льна-долгунца в условиях западных областей УССР // Микология и фитопатология. 1973. Т. 7. Вып. 4. С. 344–348.
3. Арыкова Н. С. Ежедневная динамика численности грибной флоры при проведении росистой мочки льна в контролируемых условиях // Актуальные проблемы науки в АПК: материалы 55-й Междунар. науч.-практ. конф. Кострома, 2004. Т. II. С. 14.
4. Арыкова Н. С. Совершенствование технологии возделывания и улучшение качества тресты льна-долгунца с учетом его сортовых особенностей в условиях Верхневолжья: автореф. дис. ... канд. с-х. наук. Тверь, 2006. 20 с. URL: https://new-dissert.ru/_avtoreferats/01002882305.pdf.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.



6. Матаруева И. А., Арыкова Н. С. Способы воздействия на процесс формирования качества льносырья // Наука, сельское хозяйство и промышленность: пути развития и ожидаемые результаты: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Вологда, 2008. С. 155–159.

7. Мухин В. В., Колчин И. Т. Эффективность действия химических консервантов при длительном хранении льнотресты повышенной влажности // Селекция, семеноводство, агротехника, экономика и первичная обработка льна-долгунца: науч. тр. ВНИИ льна. Торжок, 2002. С.13–17.

8. Савина О. В., Криштафович В. И., Байдова Н. В., Буранова Е. А. Исследование влияния препарата «Биопаг» на микробиологическое состояние и потери от болезней клубней картофеля при хранении // Хранение и переработка сельхозсырья. 2020. № 1. С. 58–69.

9. Сэги Й. Методы почвенной микробиологии. М.: Колос, 1983. 296 с.

10. Highly efficient fungal pectinase and laccase producers among isolates from flax retting liquor / W. M. Abd El-Rahim et al. // *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2020. Vol. 25.

11. Christophe Djemiel, Sébastien Grec, Simon Hawkins Characterization of Bacterial and Fungal Community Dynamics by High-Throughput Sequencing (HTS) Metabarcoding during Flax Dew-Retting. *Front. Microbiol*, 2017. URL: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02052>.

12. Flax treatment with strategic enzyme combinations: Effect on chemical fiber composition and ease of fiber extraction / Jana DePrez et al. // *Bio-technology Reports*. 2019. Vol. 23, e00358. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215017X19300670?via%3Dihub>

13. Marcer P. C., Fraser G. W. Mikroorganisms associated with the retting of flax treated with the herbicide gluhosate // *Ann. appl.* 1986. Vol. 109. No. 3. P. 509.

14. Flax fiber: Potential for a new crop in the Southeast / J. A. Foulk et al. 2002. P. 361–370. URL: <https://hort.purdue.edu/newcrop/ncnu02/pdf/foulk.pdf>.

REFERENCES

1. Avrova N. P. Preservatives and biological lobe of flax straw. *Technical cultures*. 1988;(6):16–17. (In Russ.).

2. Andrushkiv M. I., Starchenko L.E., Rasputenko A.S. Qualitative composition of microflora and the period of the dew-retting of fiber flax in the conditions of the Western regions of the Ukrainian SSR. *Mycology and phytopathology*. 1973;7(4): 344–348. (In Russ.).

3. Arykova N. S. Daily dynamics of the number of fungal flora during the dew- retting of flax in controlled conditions. Actual problems of science in agriculture: Materials of the 55th International Scientific and Practical Conference. Kostroma; 2004. T. II. P. 14. (In Russ.).

4. Arykova N. S. Improvement of cultivation technology and improvement of the quality of flax trusts, taking into account its varietal characteristics in the conditions of the Upper Volga region: abstract. dis. ... Candidate of Agricultural Sciences. Tver; 2006. 20 p. URL: https://new-disser.ru/_avtoreferats/01002882305.pdf. (In Russ.).

5. Dospikhov B. A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Book on Demand; 2012. 352 p. (In Russ.).

6. Mataruева I. A., Arykova N. S. Ways of influencing the process of forming the quality of flax raw materials. Science, agriculture and industry: development paths and expected results: mat. of the international scientific and practical conference. Vologda; 2008. P. 155–159. (In Russ.).

7. Mukhin V. V., Kolchin I. T. The effectiveness of chemical preservatives during long-term storage of flax trusts with high humidity. Breeding, seed production, agrotechnics, economics and primary processing of flax: scientific tr. VNIILNA. Torzhok; 2002. P.13–17. (In Russ.).

8. Savina O.V., Krishtafovich V. I., Baidova N. V., Baranova E. A. Research of influence of preparaion “Biopag” on the microbiological state and losses from diseases of tuber potatoes at storage. *Storage and processing of agricultural raw materials*. 2020;(1):58–69. (In Russ.).

9. Sagi J. Methods of soil microbiology. М.: Kolos; 1983. 296 p. (In Russ.).

10. Highly efficient fungal pectinase and laccase producers among isolates from flax retting liquor / W. M. Abd El-Rahim et al. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2020;(25).

11. Christophe Djemiel, Sébastien Grec, Simon Hawkins Characterization of Bacterial and Fungal Community Dynamics by High-Throughput Sequencing (HTS) Metabarcoding during Flax Dew-Retting. *Front. Microbiol*, 2017. URL: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02052>.

12. Flax treatment with strategic enzyme combinations: Effect on chemical fiber composition and ease of fiber extraction / Jana DePrez et al. // *Bio-technology Reports*. 2019. Vol. 23, e00358. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215017X19300670?via%3Dihub>

13. Marcer P. C., Fraser G. W. Mikroorganisms associated with the retting of flax treated with the herbicide gluhosate. *Ann. appl.* 1986;109(3):509.

14. Flax fiber: Potential for a new crop in the Southeast / J.A. Foulk et al. 2002. P. 361–370. URL: <https://hort.purdue.edu/newcrop/ncnu02/pdf/foulk.pdf>.

Статья поступила в редакцию 01.12.2021; одобрена после рецензирования 22.02.2022; принята к публикации 25.02.2022.

The article was submitted 01.12.2021; approved after reviewing 22.02.2022; accepted for publication 25.02.2022.

