



ТЕХНИЧЕСКИЕ КУЛЬТУРЫ

НАУЧНЫЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Учредитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр лубяных культур»

НАУЧНЫЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ
ЖУРНАЛ

ISSN 2782-2915

Журнал зарегистрирован
Федеральной службой
по надзору в сфере связи,
информационных технологий
и массовых коммуникаций
(РОСКОМНАДЗОР)

Свидетельство
ПИ № ФС77-82351
от 23 ноября 2021 г.

Журнал включен
в Российский индекс научного
цитирования (РИНЦ)

Результаты статей размещены
на сайте электронной научной
библиотеки: <https://elibrary.ru>
Сайт: <https://fncl.ru/nauchnaya-deyatelnost/journal/>

Охраняется законом РФ
№ 5351-1 «Об авторском праве
и смежных правах»
от 9 июля 1993 года.

Над номером работали:
И.А. Флиманкова
М.В. Алейник
М.В. Красильникова

Адрес редакции:
214025, Российская Федерация,
г. Смоленск, ул. Нахимова, д. 21
телефоны:
8(4812)41-61-10 (доб. 112),
8(4812)65-55-03
e-mail: tcpaper@mail.ru

© ФГБНУ «Федеральный
научный центр лубяных культур»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Ростовцев Р.А.

доктор технических наук, член-корреспондент РАН

ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Ущатовский И.В.

кандидат биологических наук, доцент

ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Кольцов Д.Н.

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Гаврилова А.Ю.

кандидат биологических наук

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Голуб И.А.

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
академик НАН Беларуси

Лачуга Ю.Ф.

доктор технических наук, профессор, академик РАН

Лобачевский Я.П.

доктор технических наук, профессор, академик РАН

Никифоров А.Г.

доктор технических наук

Осепчук Д.В.

доктор сельскохозяйственных наук

Прахова Т.Я.

доктор сельскохозяйственных наук

Ратошный А.Н.

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Рожмина Т.А.

доктор биологических наук

Романова И.Н.

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Самсонова Н.Е.

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Серков В.А.

доктор сельскохозяйственных наук

Сорокина О.Ю.

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Тимошкин О.А.

доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Черников В.Г.

доктор технических наук, профессор,
член-корреспондент РАН

Шардан С.К.

доктор экономических наук, доцент



СОДЕРЖАНИЕ

ОБЗОР

3

В.С. Ерофеева, Н.В. Пролётова

**БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В СЕЛЕКЦИИ
ЛЬНА-ДОЛГУНЦА НА УСТОЙЧИВОСТЬ
К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ**

14

И. В. Кабунина

**К ОБЗОРУ РЫНКА СЕМЯН ЛЬНА МАСЛИЧНОГО
В РОССИИ**

СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО И АГРОНОМИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ И СЕВООБОРОТНЫХ КУЛЬТУР

22

О. Ю. Сорокина, Н. Н. Кузьменко, В. И. Ильина

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЖИДКОГО ХЕЛАТНОГО
УДОБРЕНИЯ ФОРРИС НА ПОСЕВАХ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА
В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА
НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ**

28

А. Д. Степин, М. Н. Рысев, Т. А. Рысева,

С. В. Уткина, Н. В. Романова

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННОГО
МАТЕРИАЛА ЛЬНА-ДОЛГУНЦА ПО УРОЖАЙНОСТИ
ЛЬНОВОЛОКНА И ПАРАМЕТРАМ АДАПТИВНОСТИ
В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

37

А. Д. Степин, М. Н. Рысев, Т. А. Рысева,

С. В. Уткина, Н. В. Романова

**ВЛИЯНИЕ АРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
НА УРОЖАЙНОСТЬ И ИЗМЕНИВОСТЬ ОСНОВНЫХ
ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ
ЛЬНА-ДОЛГУНЦА СОРТА ВОСХОД**

47

**РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫБОРОВ НОВЫХ ЧЛЕНОВ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

48

**КОНФЕРЕНЦИЯ «РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ
ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА
ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ»**

ВЛИЯНИЕ АРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ИЗМЕНИВОСТЬ ОСНОВНЫХ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА СОРТА ВОСХОД

© 2022. А. Д. Степин, М. Н. Рысев, Т. А. Рысева, С. В. Уткина, Н. В. Романова, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Тверь, Российская Федерация

В статье на основе многолетних исследований проанализирована реакция льна-долгунца сорта Восход, являющегося стандартом в селекционном сортоиспытании, на агрометеорологические условия региона и взаимосвязь основных хозяйственно-ценных признаков с продуктивностью. ГТК вегетационного периода за годы исследований варьировал от 0,58 до 2,58. Наивысшая урожайность волокна 29,2 ц/га, соломы 84,8 ц/га и семян 14,6 ц/га была получена во влажном 2017 году при сумме активных температур за период вегетации 1214,9°С, сумме осадков 193,2 мм и ГТК = 1,59. Установлена слабая степень изменчивости по признакам содержание волокна в растениях (CV = 9,3%) и продолжительность вегетационного периода (CV = 9,1%), средняя – по высоте растений (CV = 14,4%) и сильная – по урожайности льноволокна (CV = 30,2%), льносоломы (CV = 26,2%) и льносемян (CV = 37,4%). Более тесные средние положительные корреляционные связи наблюдались между урожайностью льноволокна с суммой осадков ($r = 0,58$) и гидротермическим коэффициентом ($r = 0,47$), сильная отрицательная связь ($r = -0,78$) – со среднесуточной температурой воздуха в критически важный для роста и развития льна-долгунца период «ёлочка» – «цветение». Урожайность волокна и соломы льна-долгунца значительно снижали кратковременные засухи, если они совпадали с этим периодом, а также ливневые дожди со шквалистыми ветрами, приводящими к полеганию. Недостаток влаги (ГТК = 0,27...0,87) был отмечен в 35,3% лет исследований, а избыточная влагообеспеченность в 3 года (17,6%). Выявлены тесные существенные положительные связи урожайности льноволокна с урожайностью льносоломы, высотой растений, продолжительностью вегетационного периода ($r = 0,83...0,95$); урожайности льносоломы с высотой растений и вегетационным периодом ($r = 0,87...0,95$). Полученные результаты позволяют судить о вкладе того или иного признака в формирование урожайности и определять направления рационального отбора в процессе селекционной работы по созданию новых высокопродуктивных сортов льна-долгунца, устойчивых к засухе и полеганию.

Ключевые слова: *Linum usitatissimum L.*, сорт, Восход, урожайность, содержание волокна, высота растений, устойчивость, погодные условия, изменчивость, корреляция.

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS -2019-0009). Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Степин А. Д., Рысев М. Н., Рысева Т. А., Уткина С. В., Романова Н.В. Влияние агрометеорологических условий на урожайность и изменчивость основных хозяйственно-ценных признаков льна-долгунца сорта Восход. Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. 2022; 3(2): (37–46). DOI: 10.54016/SVITOK.2022.11.78.005

Поступила: 25.08.2022 Принята к публикации: 08.09.2022 Опубликована: 30.09.2022

THE INFLUENCE OF THE METEOROLOGICAL CONDITIONS ON THE YIELD AND THE MARKABILITY OF THE MAIN ECONOMICALLY USEFUL FEATURES OF THE FLAX VARIETY VOSKHOD

© 2022. A. D. Stepin, M. N. Rysev, T. A. Ryseva,
S. V. Utkina, N. V. Romanova

Federal Research Center for Bast Fiber Crops,
Tver, Russian Federation

Based on many years of research, the article analyzes the reaction flax of the Voskhod variety, which is the standard in breeding variety testing, to the agrometeorological conditions of the region and the relationship of the main economically valuable traits with productivity. The GTC of the growing season over the years of research varied from 0.58 to 2.58. The highest yield of fiber 29.2 c/ha, straw 84.8 c/ha and seeds 14.6 c/ha was obtained in wet 2017 with the sum of active temperatures during the growing season 1214.9°C, the sum of precipitation 193.2 mm and GTC = 1.59. A weak degree of variability in the characteristics of fiber content in plants (CV = 9.3%) and the duration of the growing season (CV = 9.1%), average – in plant height (CV = 14.4%) and strong – in the yield of flax fiber (CV = 30.2%), flax straw (CV = 26.2%) and flax seeds was established (CV = 37.4%). Closer average positive correlations were observed between the yield of flax fiber with the amount of precipitation ($r = 0.58$) and the hydrothermal coefficient ($r = 0.47$), a strong negative relationship ($r = -0.78$) with the average daily air temperature during the herringbone period, which is critical for the growth and development of flax «herringbone»-«blossom». The yield of flax fiber and straw was significantly reduced by short-term droughts, if they coincided with this period, as well as heavy rains with squally winds leading to lodging. Lack of moisture (GTC = 0.27...0.87) was noted in 35.3% of the years of research, and excessive moisture supply in 3 years (17.6%). Close significant positive associations of flax fiber yield with flax straw yield, plant height, vegetation period duration ($r = 0.83...0.95$); flax straw yield with plant height and vegetation period ($r = 0.87...0.95$) were revealed. The obtained results allow us to judge the contribution of a particular trait to the formation of yield and determine the directions of rational selection in the process of breeding work to create new highly productive varieties of flax, resistant to drought and lodging.

Keywords: *Linum usitatissimum* L., variety, Voskhod, yield, fiber content, plant height, stability, weather conditions, variability, correlation.

Acknowledgements: the work was carried out with the support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation as part of the State task of the Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific Center of Bast Crops" (topic No. FGSS -2019-0009). The authors thank the reviewers for their contribution to the expert evaluation of this work.

For citation: Stepin A.D., Rysev M. N., Ryseva T. A., Utkina S. V., Romanova N.V. The influence of agrometeorological conditions on the yield and variability of the main economically valuable characteristics of the long-lived flax of the Voskhod variety. Technical crops. Scientific agricultural journal. 2022; 3(2): (37–46). DOI: 10.54016/SVITOK.2022.11.78.005

Received: 25.08.2022 Accepted for publication: 08.09.2022 Published online: 30.09.2022

Введение. Агрометеорологические условия Псковской области в целом благоприятны для возделывания льна-долгунца. Вегетационный период длится в среднем по области 170-180 дней, а период активной вегетации с температурой воздуха выше 10°C – 125-135 дней. Сумма положительных температур за эти периоды составляет соответственно 2200-2400°C и 1800-2000°C. По количеству осадков регион относится к зоне достаточного увлажнения. За период активной вегетации здесь выпадает в среднем 285-350 мм осадков. Гидротермический коэффициент (ГТК) в пределах области изменяется от 1,4 до 1,8, что говорит о хороших условиях увлажнения вегетационного периода.

Хотя регион находится в зоне избыточного увлажнения, здесь нередко бывают засушливые периоды, которые чаще всего повторяются в мае - июне. По характеру увлажненности выделяют периоды: избыточно-влажные (составляют 60%), влажные – 25%, слабозасушливые – 10%, засушливые – 5 % [1, 2].

Следует отметить, что в последние годы здесь значительно увеличилась частота периодов резких и экстремальных условий погоды. Во время вегетации все чаще стали наблюдаться небывалая жара и засуха, сильный перепад температур, большая неравномерность в выпадении осадков, ливневые дожди и шквалистые ветры. При таких условиях посеы льна нередко полегают, поражаются болезнями, страдают от низких температур и засухи, что в конечном счете, отрицательно сказывается на урожайности и качестве льнопродукции. В той или иной мере это характерно для большинства районированных сортов и является следствием недостаточной устойчивости их к неблагоприятным метеорологическим условиям среды [3]. По мнению ряда ученых [4, 5, 6] именно действие стрессовых факторов является главной причиной того, что современные сорта льна-долгунца с урожайностью льноволокна 20-25 ц/га реализуют свой потенциал в производственных условиях не более чем на 45%. Академик А. А. Жученко считает, что селекционные программы должны быть направлены на придание сортам устойчивости к тем стрессорам, которые в наибольшей

степени ограничивают величину и качество урожая [7].

В связи с этим целью наших исследований являлось выявление неблагоприятных явлений погоды в условиях Псковской области, их влияние на урожайность льна-долгунца и изменчивость отдельных хозяйственно-ценных признаков, установление взаимосвязей между ними, что представляет интерес для достоверной оценки исходного материала в селекционном процессе при создании новых сортов.

Методика исследований. Исследования проводились на опытном поле ОП Псковский НИИСХ ФГБНУ ФНЦ лубяных культур в течение 2005-2021 годов. Объектом исследований являлся сорт Восход, который использовался в качестве стандарта в селекционном сортоиспытании на протяжении всех этих лет.

Сорт Восход создан в ОП Псковский НИИСХ методом межсортовой гибридизации и последующего индивидуального отбора. В 2000 году включен в Государственный реестр селекционных достижений. Сорт раннеспелый, продолжительность вегетационного периода 65 – 70 дней, созревает на 6 – 9 дней раньше среднеспелых сортов. Сравнительно устойчив к полеганию (4,5 балла) и болезням. Содержание волокна 26,9 – 29,0%, выход длинного волокна 20,4 – 23,6%, средний номер длинного волокна 16,0 – 17,4. Урожайность всего волокна за годы испытаний составила 13,0 – 17,5 ц/га, длинного 8,8 – 10,6 ц/га, семян 6,2 – 8,0 ц/га. Имеет волокно высокого качества, отнесен к I прядильной группе.

Почва опытного участка дерново-слабоподзолистая, легкосуглинистая на карбонатной морене со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса 2,3 - 2,6 % (по Тюрину), подвижного фосфора (P_2O_5) 190 - 366 мг/кг почвы и обменного калия (K_2O) 89 - 146 мг/кг почвы (по Кирсанову), реакция среды слабокислая (рН 5,0 - 5,2). Предшественник – многолетние травы. Агротехника – общепринятая для льна-долгунца в регионе. В качестве удобрений применяли азофоску (2 ц/га) под предпосевную культивацию. Закладка опытов, проведение учетов и наблюдений проводились в со-

ответствии с Методическими указаниями по селекции и первичному семеноводству льна-долгунца [8]. Содержание волокна в растениях определяли по методике Арно А.А., Гращенко М.Г., Шикова С.А. [9].

Метеорологические условия в годы проведения исследований (2005-2021 гг.) существенно различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков, варьирующими в течение вегетационных периодов. Это позволило более полно проанализировать изменчивость отдельных хозяйственно-ценных признаков льна-долгунца сорта Восход под влиянием погодных условий и влияние последних на урожайность льнопродукции. Сумма активных температур за вегетационный период льна-долгунца 2005-2021 годов варьировала в пределах 1201°C (2006 г.)...1619°C (2010 г.), а сумма осадков – 83,2 (2021 г.)...346,8 мм (2009 г.)

при климатической норме 1190°C...1388,4°C и 174-234 мм соответственно. Средняя температура воздуха за период посев – ранняя желтая спелость за годы испытаний была 17,1°C, что выше среднемноголетней на 0,7°C; сумма осадков составила 180 мм при среднемноголетнем значении 210,1 мм. Эти данные как бы подтверждают то предположение, что мы живем в эпоху «глобальных потеплений». Так за 15-летний период среднесуточная температура вегетационного периода льна-долгунца возросла на 0,7°C, а сумма осадков снизилась на 30,1 мм в сравнении со среднемноголетними значениями. Еще большие изменения по температурному режиму произошли в период быстрого роста льна-долгунца (елочка-цветение), когда среднесуточная температура увеличилась на 1,1°C, а сумма осадков снизилась на 24,9 мм.

Таблица 1 – Метеорологические условия вегетационного периода льна-долгунца (2005-2021 гг.)

Период развития	Продолжительность, суток	Среднесуточная температура, °С		Сумма осадков, мм	ГТК
		средняя	сумма		
Посев - всходы	8 (7-11)	13,7 (9,4-17,2)	112,4 (76,4-154,8)	16,1 (0-36,5)	1,43 (0-3,66)
Всходы – елочка	12 (8-21)	15,1 (11,4-19,7)	183,8 (120,3-303,4)	27,4 (0-77,4)	1,49 (0-3,21)
Елочка – цветение	31 (24-36)	17,3 (14,7-21,6)	536 (462,6-669,5)	61,6 (12,2-126,9)	1,16 (0,27-2,55)
Цветение – ранняя желтая спелость	29 (20-35)	19 (16,4-23,7)	547,4 (397,3-713,4)	71,7 (17,3-169,5)	1,31 (0,44-2,75)
Посев - ранняя желтая спелость	81 (64-90)	17 (15-20,3)	1376,7 (1202-1619)	180 (83,2-346,8)	1,31 (0,64-2,42)

Исходя из гидротермического коэффициента по Селянинову, который является интегральным показателем влагообеспеченности растений, оптимальные погодные условия для льна-долгунца (ГТК=1,3-1,6) сложились в 2010, 2011, 2013, 2015, 2017 и 2019 годах; недостаточно увлажненные (ГТК = 1,1-1,3) – в 2005, 2007, 2011, 2012, 2014, 2021 годах; избыточно влажные (ГТК > 1,9) – в 2009 и 2016 годах; засушливые (ГТК < 1) – в 2006, 2008, 2018 и 2020 годах. Влагообеспеченность посевов льна-долгунца заметно варьировала и по периодам его развития. Так в период быстрого роста льна-долгунца засушливые

погодные условия сложились в 6 лет из 17 (ГТК=0,27-0,87), в такое же количество лет они были засушливыми и в период цветение – ранняя желтая спелость (ГТК = 0,44-0,95). По 3 года в эти же периоды они были избыточно влажными (ГТК = 2,11-2,75). По среднемноголетним данным ГТК в этот период за годы исследований составлял 1,49-1,87.

Статистическую обработку результатов исследований осуществляли методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [10] с использованием программы Microsoft Office Excel 2003.

Результаты и их обсуждение. Урожайность льна-долгунца, величины показателей основных хозяйственно-ценных признаков зависели от складывающихся погодных условий на протяжении всей вегетации растений и заметно варьировали по годам, при этом характеризовались различной степе-

нью изменчивости (табл. 2). Так, продолжительность периода вегетации данного сорта под влиянием метеорологических условий изменялась от 64 (засушливый 2021 год) до 90 (благоприятный 2017 год) суток. Степень изменчивости данного признака была слабой ($CV = 9,1\%$).

Таблица 2 – Вариабельность основных хозяйственно-ценных признаков льна-долгунца (2005-2021 гг.)

Признаки	Параметры признака		
	Средний показатель	Размер варьирования	CV, %
Высота растений, см	79,4	56-96	14,4
Вегетационный период, суток	70,5	56-82	9,1
Содержание волокна, %	31,8	25-35,8	9,3
Урожайность волокна, ц/га	17,5	7,6-29,2	30,2
Урожайность соломы, ц/га	54,8	28-84,8	26,2
Урожайность семян, ц/га	8,4	3,3-14,6	37,4

Высота растений, которая во многом определяет урожайность льносоломки и льноволокна, колебалась от 56 см в засушливый 2006 год (ГТК за период вегетации – 1,04, за период елочка-цветение – 0,27) до 96 см в благоприятный по влагообеспеченности 2017 год (ГТК за период вегетации – 1,59, за период елочка-цветение – 1,95) при среднем значении признака – 79,4 см и средней степени изменчивости ($CV = 14,4\%$).

Урожайность соломы льна-долгунца – один из важнейших хозяйственных показателей, характеризующих ценность сорта. В среднем за годы исследований она составила 54,8 ц/га, а варьировала в пределах 28.-84,8 ц/га. Максимальное и минимальное значения данного признака были получены в те же годы, что и по высоте растений. Урожайность льносоломки характеризовалась высокой степенью изменчивости ($CV = 26,2\%$).

Содержание волокна в растениях изменялось в пределах 25-35,8%, при среднем показателе 31,8%; степень изменчивости признака по годам исследований была слабой ($CV = 9,3\%$). Максимальное содержание волокна в растениях (35,8%) наблюдалось в 2018 году, вегетационный период которого в целом характеризовался как недостаточно увлажненный (ГТК = 1,06). В тоже время период интенсивного роста льна и формирования волокна проходил

при умеренных температурах и достаточной влагообеспеченности (ГТК = 1,21).

В конечном итоге ценность сорта определяет урожайность льноволокна, то есть продукции, ради которой он и выращивается. За годы исследований она варьировала от 7,6 ц/га (2006 г.) до 29,2 ц/га (2017 г.), степень изменчивости была сильной ($CV = 30,2\%$). На основании анализа метеорологических условий по периодам роста и развития льна-долгунца установлено, что средняя урожайность льноволокна 17,5 ц/га сформировалась при продолжительности периода посев - ранняя желтая спелость (81 сутки) со среднесуточной температурой воздуха 17°C и суммой осадков 180 мм (табл. 1, 2). При этом средняя продолжительность периода интенсивного прироста льна в высоту (елочка-цветение) составила 31 сутки при среднесуточной температуре воздуха 17,3°C, сумме осадков 61,6 мм и гидротермическом коэффициенте 1,16.

Наиболее благоприятные метеорологические условия для льна-долгунца сложились в 2017 году, что способствовало получению наиболее высокого урожая льносоломки (84,8 ц/га), льноволокна (29,2 ц/га) и льносемян (14,6 ц/га) (табл. 3). Такая урожайность была получена при сумме эффективных температур за вегетационный период 1214,9°C, среднесуточной температуре 15,5°C, сумме осадков 193,2 мм и ГТК = 1,59.

Таблица 3 – Влияние погодных условий на урожайность и селекционно-значимые признаки льна-долгунца (2005 – 2021 гг.)

Признак	Значение признака		Характеристика вегетационного периода в год максимального проявления признака			
	среднее	максимальное	год	сумма эффективных температур, °С	ГТК	
Урожайность соломы, ц/га	54,8	84,8	2017	1214,9	193,2	1,59
Содержание волокна, %	31,9	35,8	2018	1213,1	128,5	1,06
Урожайность волокна, ц/га	17,6	29,2	2017	1214,9	193,2	1,59
Урожайность семян, ц/га	8,4	14,6	2017	1214,9	193,2	1,59
Вегетационный период, суток	70,5	82	2017	1214,9	193,2	1,59
Высота растений, см	79,4	96	2017	1214,9	193,2	1,59

Его можно охарактеризовать как умеренно прохладный и достаточно увлажненный. В сравнении со среднесуточными данными среднесуточная температура воздуха была на 1,9°C, сумма осадков на 21 мм меньше, при практически равном значении ГТК - 1,58. Прохладная погода наблюдалась на протяжении всего периода вегетации.

Среднесуточная температура в период всходы – елочка составила 12,7°C, в период елочка - цветение 14,9°C, в период цветение – ранняя желтая спелость 18,0°C, что соответственно на 2,6°C, 2,3°C и 1,0°C ниже среднесуточных данных. Такая погода замедляла развитие льна-долгунца и привела к удлинению вегетационного периода до 82 дней, при среднем значении по опыту за годы исследований 70,5 суток.

Влагообеспеченность по периодам развития также различалась. Первая половина вегетационного периода была более увлажненной: ГТК в периоды всходы – елочка и елочка - цветение составили соответственно 1,88 и 1,95, что характеризует их как избыточно влажные. Период цветение – ранняя желтая спелость был умеренно влажным или слабо засушливым (ГТК = 1,07).

Таким образом, умеренно прохладная и влажная погода в первую половину вегетации льна-долгунца и теплая слабо засушливая в период цветение – ранняя желтая спелость способствовала формированию высокой урожайности льноволокна и льносемян. Сложившиеся метеоусловия были оптимальными для роста и развития льна-дол-

гунца. Об этом также говорят в своей работе Б.Ф. Карпунин и И.В. Ущуповский [11]. Они отмечают, что при развитии растений льна более влажный период предпочтительней для вегетативных стадий елочка и быстрого роста (ГТК = 1,6-1,8), а более сухой – для стадии цветения (ГТК = 1,16). По данным ряда авторов оптимальными для развития льна-долгунца являются метеоусловия, при которых гидротермический коэффициент в целом за вегетационный период составляет от 1,3 до 2,0 [12].

Изменение гидротермических условий в ту или иную сторону отрицательно сказывается на росте и развитии льна-долгунца. Лен, как известно, является влаголюбивой культурой и недостаточная влагообеспеченность, особенно в период интенсивного роста растений (ёлочка – цветение), который в условиях региона совпадает с июнем - началом июля, приводит к значительному снижению урожайности льноволокна и льносемян. Засушливые условия в этот период (ГТК=1) за годы исследований наблюдались 6 лет из 17 (35,3%). Особенно засушливыми были 2006 и 2021 годы, когда ГТК в период ёлочка – цветение составил 0,27 и 0,42, а в целом за вегетационный период 0,98 и 0,64 соответственно. Это привело к снижению урожайности льноволокна в сравнении с лучшим по метеоусловиям 2017 годом (29,2 ц/га) в 3,8 и 2,8 раза соответственно, а урожайности семян (14,6 ц/га) в 3,5 – 3,1 раза.

Избыточная влагообеспеченность приводит к буйному нарастанию вегетативной

массы, что отрицательно сказывается на устойчивости растений к полеганию. В условиях региона осадки нередко носят ливневой характер, сопровождающийся шквалистыми ветрами, что усиливает полегание стеблестоя, разматывая его в разные стороны. В производственных условиях это затрудняет уборку

льна-долгунца и приводит к значительным потерям урожая. Такие явления в условиях опыта наблюдались в 2009, 2013 и 2019 годах, когда за вегетационный период выпадало 202,6-334 мм осадков при ГТК = 2,58-1,97. Устойчивость к полеганию оценивалась от 2,8 до 3,2 баллов по 5-бальной шкале.

Таблица 4 – Корреляционная связь между урожайностью льноволокна и метеоусловиями (2005-2021 гг.)

Фазы развития	Осадки, мм	Температура, С	ГТК
Посев - всходы	-0,47**	0,47**	-0,26*
Всходы - елочка	0,14*	0,10	-0,09
Елочка - цветение	0,58**	-0,78**	0,47**
Цветение - ранняя желтая спелость	0,29**	- 0,46**	0,41**
Всходы-цветение	0,42**	-0,47**	0,36**
Посев - ранняя желтая спелость	0,46**	-0,43**	0,41**
Июнь	0,36	-0,40	0,41

Примечание: *существенно при $P = 0,05$; **существенно при $P = 0,01$.

На основании корреляционного анализа определены теснота и формы связи урожайности льноволокна с метеорологическими условиями по фазам развития льна (табл. 4). За период посев – всходы выявлена средняя отрицательная корреляционная связь урожайности волокна у сорта Восход с количеством осадков ($r = -0,47$) и гидротермическим коэффициентом ($r = -0,26$), а также средняя положительная связь со среднесуточной температурой воздуха ($r = 0,47$). Такие формы связи связаны с тем, что осадки в этот период на легких почвах способствуют образованию почвенной корки, которая затрудняет появление всходов и отрицательно сказывается на густоте стеблестоя, а более высокие положительные температуры благоприятно влияют на прорастание семян и дружное появление всходов. В период всходы - елочка корреляционная связь между урожайностью льноволокна и суммой осадков была прямая слабая ($r = 0,14$). В период елочка - цветение, когда происходит интенсивный прирост льна в высоту, установлена средняя положительная корреляционная связь урожайности волокна с суммой осадков ($r = 0,58$) и гидротермическим коэффициентом ($r = 0,47$), а также сильная отрицательная связь со среднесуточной температурой воздуха ($r = - 0,78$). За период вегетации посев – ранняя желтая спелость

урожайность льноволокна имела прямую среднюю корреляционную связь с суммой осадков ($r = 0,46$) и гидротермическим коэффициентом ($r = 0,41$), среднюю отрицательную связь со среднесуточной температурой воздуха ($r = - 0,43$).

В этих же пределах находилась корреляционная зависимость метеоусловий с урожайностью соломы. Так, в период елочка – цветение наблюдалась средняя прямая корреляционная связь урожайности льносоломы с суммой осадков ($r = 0,48$) и гидротермическим коэффициентом (ГТК = 0,52), средняя обратная связь со среднесуточной температурой воздуха ($r = - 0,30$) за этот же период.

На основании корреляционного анализа также выявлены взаимосвязи между урожайностью льна-долгунца (волокна, соломы, семян) и хозяйственно ценными признаками: высотой растений, содержанием волокна в растениях, продолжительностью вегетационного периода (табл. 5). Они позволяют судить о вкладе того или иного признака в формирование урожайности и определять направления рационального отбора в процессе селекционной работы по созданию новых сортов. Результаты анализа показали, что урожайность льна-долгунца достоверно и положительно, в той или иной степени, коррелировала со всеми хозяйственно-ценными признаками.

Таблица 5 – Корреляционная связь (r) урожайности с показателями хозяйственно-ценных признаков льна-долгунца сорта Восход (2005-2021гг.)

Показатели	Урожайность			Высота растений	Содержание волокна	Вегетационный период
	волокна	соломы	семян			
Урожайность волокна	x	0,95*	0,76*	0,85*	0,62*	0,83*
Урожайность соломы		x	0,70*	0,87*	0,33*	0,95*
Урожайность семян			x	0,66*	0,52*	0,70*
Высота растений				x	0,43*	0,50*
Содержание волокна					x	0,67*

Примечание: * существенно при $P = 0,01$

Наиболее тесная существенная связь урожайности льноволокна была установлена с урожайностью льносоломы ($r = 0,95$), высотой растений ($r = 0,85$), продолжительностью вегетационного периода ($r = 0,83$); урожайности льносоломы – с высотой растений ($r = 0,87$) и вегетационным периодом ($r = 0,95$).

Корреляционная связь средней степени наблюдалась между урожайностью волокна и его содержанием в растениях ($r = 0,62$); урожайностью соломы и содержанием волокна ($r = 0,33$); между урожайностью льносемян и высотой растений ($r = 0,66$), содержанием волокна ($r = 0,52$), вегетационным периодом ($r = 0,70$); между высотой растений и содержанием волокна ($r = 0,43$), вегетационным периодом ($r = 0,50$); между содержанием волокна и вегетационным периодом ($r = 0,67$).

Выводы. На основе многолетних исследований проанализирована реакция льна-долгунца сорта Восход, являющегося стандартом в селекционном сортоиспытании, на агрометеорологические условия региона и взаимосвязь основных хозяйственно-ценных признаков с продуктивностью. В среднем за годы исследований урожайность льноволокна составила 17,6, льносоломы 54,8 и льносемян 8,4 центнеров с гектара. Наивысшая урожайность волокна 29,2 ц/га, соломы 84,8 ц/га и семян 14,6 ц/га была получена во влажном 2017 году при сумме активных температур за период вегетации 1214⁰С, сумме осадков 193,2 мм и ГТК = 1,59. Установлена слабая степень изменчивости по признакам содержание волокна в растениях и продол-

жительность вегетационного периода, средняя – по высоте растений и сильная – по урожайности льноволокна, льносоломы и льносемян. Более тесные средние положительные корреляционные связи наблюдались между урожайностью льноволокна с суммой осадков ($r = 0,58$) и гидротермическим коэффициентом ($r = 0,47$), а сильная отрицательная связь ($r = -0,78$) со среднесуточной температурой воздуха в критически важный для роста и развития льна-долгунца период ёлочка - цветение. Урожайность волокна и соломы льна-долгунца значительно снижали кратковременные засухи, если они совпадали с этим периодом, а также ливневые дожди со шквалистыми ветрами, приводящими к полеганию. Недостаток влаги (ГТК = 0,27-0,87) был отмечен в 35,3% лет исследований, а избыточное увлажнение в 3 года.

Выявлены тесные существенные положительные связи урожайности льноволокна с урожайностью льносоломы ($r = 0,95$), высотой растений ($r = 0,85$), продолжительностью вегетационного периода ($r = 0,83$); урожайности льносоломы с высотой растений ($r = 0,87$) и вегетационным периодом ($r = 0,95$).

Полученные результаты позволяют судить о вкладе того или иного признака в формирование урожайности и определять направления рационального отбора в процессе селекционной работы по созданию новых высокопродуктивных сортов, устойчивых к засухе и полеганию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Псковской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 112 с.
2. Лесненко В.К. Природные ресурсы Псковской области, их рациональное использование. – Псков: ПГПИ, 2002. – 136 с.
3. Степин А.Д., Рысев М.Н., Кострова Г.А., Уткина С.В. Основные направления и результаты научных исследований Псковского НИУ по селекции льна-долгунца // Известия Великолукской ГСХА. – 2019. – №2. – С. 14-20.
4. Рожмина Т.А., Сорокина О.Ю., Киселева Т.С., Смирнова М.И., Смирнова А.Г. Скрининг образцов коллекции льна по его устойчивости к стрессовым факторам среды // Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы: науч. пособие – Тверь: Твер. гос. универ., 2018. – 302 с.
5. Павлова Л.Н., Герасимова Е.Г., Румянцева В.Н., Кудрявцева Л.П. Новые сорта льна-долгунца – основа повышения эффективности отрасли льноводства // Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы: науч. пособие. – Тверь: Твер. гос. универ., 2018. – С. 23-25.
6. Трабурова Е.А., Рожмина Т.А., Андреева И.А. Скрининг образцов генофонда льна по урожайности волокна и их адаптивности к условиям Центрального Нечерноземья // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2020. – Т. 21. – №6. – С. 688-696.
7. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). – М.: РУДН, 2001. – 780 с.
8. Селекция и первичное семеноводство льна-долгунца (методические указания). – Тверь: Тверской гос. ун-т, 2014. – 140 с.
9. Арно А.А., Гращенко М.Г., Шиков С.А. Методики технологической оценки продукции льна и конопли. – М., 1961. – 184 с.
10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
11. Карпунин Б.Ф., Ущиповский И.В. Адаптивные реакции льна-долгунца на изменение климатических условий в период вегетации // Земледелие. – 2015. – № 6. – С. 36-39.
12. Кошечева Н.С., Лыскова И.В., Краева С.Н. Влияние агрометеорологических условий на основные хозяйственно-ценные признаки льна-долгунца // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2016. – №5 (54). – С. 26-30.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Степин Александр Дмитриевич, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, зам. директора ОП Псковский НИИСХ, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» – обособленное подразделение Псковский НИИСХ, д. 1, ул. Мира, дер. Родина, Псковская область, Российская Федерация, 180559, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9009-878X>, e-mail: info.psk@fncl.ru

Рысев Михаил Николаевич, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» – обособленное подразделение Псковский НИИСХ, д. 1, ул. Мира, дер. Ро-

дина, Псковская область, Российская Федерация, 180559, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9291-7593>, e-mail: m.rysev.psk@fncl.ru

Рысева Тамара Андреевна, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» – обособленное подразделение Псковский НИИСХ, д. 1, ул. Мира, дер. Родина, Псковская область, Российская Федерация, 180559, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5420-8419>, e-mail: t.ryseva.psk@fncl.ru

Уткина Светлана Владимировна, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» – обосо-

бленное подразделение Псковский НИИСХ, д. 1, ул. Мира, дер. Родина, Псковская область, Российская Федерация, 180559, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7006-6713>, e-mail: s.utkina.psk@fncl.k.ru

Романова Надежда Владимировна, научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» - обособленное подразделение Псковский НИИСХ, д. 1, ул. Мира, дер. Родина, Псковская область, Российская Федерация, 180559, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4661-7810>, e-mail: n.romanova.psk@fncl.k.ru

Alexander D. Stepin, PhD in Agricultural science, leading researcher, head of the separate division Pskov Research Institute of Agriculture, Federal Research Center for Bast Fiber Crops – Separate Division of the Pskov Scientific Research Institute of Agriculture, 1, Mira str., Rodina village, Pskov region, Russia Federation, 180559, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9009-878X>, e-mail: info.psk@fncl.k.ru

Mikhail N. Rysev, PhD in Agricultural science, leading researcher, Federal Research Center for Bast Fiber Crops – Separate Division of the Pskov Scientific Research Institute of

Agriculture, 1, Mira str., Rodina village, Pskov region, Russia Federation, 180559, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9291-7593>, e-mail: m.rysev.psk@fncl.k.ru

Tamara A. Ryseva, PhD in Agricultural science, leading researcher, Federal Research Center for Bast Fiber Crops – Separate Division of the Pskov Scientific Research Institute of Agriculture, 1, Mira str., Rodina village, Pskov region, Russia Federation, 180559, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5420-8419>, e-mail: t.ryseva.psk@fncl.k.ru

Svetlana V. Utkina, senior researcher, Federal Research Center for Bast Fiber Crops – Separate Division of the Pskov Scientific Research Institute of Agriculture, 1, Mira str., Rodina village, Pskov region, Russia Federation, 180559, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7006-6713>, e-mail: s.utkina.psk@fncl.k.ru

Nadezhda V. Romanova, researcher, Federal Research Center for Bast Fiber Crops – Separate Division of the Pskov Scientific Research Institute of Agriculture, 1, Mira str., Rodina village, Pskov region, Russia Federation, 180559, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4661-7810>, e-mail: n.romanova.psk@fncl.k.ru