Корепанова Е.В., Гореева В.Н., Чиркова У.К. Урожайность и качество волокна сортов льна-долгунца в условиях Уральского региона Нечернозёмной зоны России

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

УДК 633.521:631.559

**Урожайность и качество волокна сортов льна-долгунца в условиях
Уральского региона Нечернозёмной зоны России**

Корепанова Е.В., Гореева В.Н., Чиркова У.К.

Ижевская государственная сельскохозяйственная академия

Аннотация

В условиях Уральского региона Нечерноземной зоны России по урожайности волокна выделились сорт льна-долгунца Diane из Франции и селекционный номер ЭР-138 из России. Одним из параметров для получения однородного волокна льна-долгунца является техническая длина стебля – не менее 60 см, мыклость стебля – не менее 500 единиц. По комплексу изучаемых признаков перспективными признаны селекционный номер К4196×1288/12 и сорт ТОСТ 4 из России, которые характеризовались высокой технической длиной (61,2–61,8 см) и мыкlostью (472–509 единиц) стебля во все годы исследований относительно сорта-стандарта. Указанные селекционные номера и сорта, выделившиеся по урожайности, технической длине и мыкlostи стебля могут служить исходным материалом в селекционном процессе.

Ключевые слова: ЛЕН-ДОЛГУНЕЦ, СОРТ, СЕЛЕКЦИОННЫЙ НОМЕР, УРОЖАЙНОСТЬ, ВОЛОКНО, ТЕХНИЧЕСКАЯ ДЛИНА, МЫКЛОСТЬ

Введение

В современных условиях сорт является наименее затратным средством повышения урожайности и качества продукции растениеводства. Многочисленные научные исследования, проведённые в различных почвенно-климатических условиях, подчёркивают важность адаптации сортов к конкретным условиям среды и неодинаковое их поведение в разных агроклиматических зонах. В большинстве стран и регионов Европы, в Индии основным ограничивающим урожайность льнопродукции фактором являются погодные условия [1, 2]. Эксперименты, проведённые в Польше, показали, что засушливые условия приводили к

снижению качества волокна [3]. Это актуально и для льноводства Нечерноземной зоны России [4, 5].

Основная продукция льна-долгунца – это волокно. Поэтому научные исследования многих учёных направлены на улучшение качества льняного волокна современных сортов. В условиях Среднего Предуралья установлено влияние метеорологических условий на качество волокна, морфологические показатели растения и продолжительность вегетационного периода сортов льна-долгунца [4, 6].

Научные исследования по разработке технологии выращивания льна-долгунца, в первую очередь, основаны на отборе сортов для местных почвенно-климатических условий [7-9]. При этом необходимо учитывать потребности производителей и переработчиков в урожае льна-долгунца, основное требование которых – однородное высококачественное волокно. Для получения однородного волокна определяющее значение имеет по данным Л.Н. Павловой [10], Т.А. Рожминой [11], В.Я. Тихомировой [12], А.И. Рыжова [13] равномерность распределения элементарных волокон по длине стебля. Косвенным критерием оценки качества волокна льна-долгунца является «мыклость» стебля. Доля влияния генотипа сорта на проявление данного показателя составляла 65 % [12].

Таким образом, по мнению учёных из России и других стран, роль сорта, обеспечивающего устойчивую урожайность и высокое качество волокна, особенно важна в различных абиотических условиях сельскохозяйственного производства. Перспективным направлением решения проблемы обеспечения отрасли конкурентоспособной волокнистой продукцией является создание высокопродуктивных с хорошим качеством волокна сортов льна-долгунца, обладающих широким адаптивным потенциалом, на основе использования генофонда культуры.

В связи с этим, **целью исследования** явилось – оценка сортов и селекционных номеров льна-долгунца по урожайности и качеству волокна в условиях Уральского региона Нечерноземной зоны России.

Материалы и методы

Объект исследования – сорта и селекционные номера льна-долгунца из мировой коллекции ФГБНУ «ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И.

Василова» (ВИР) и национальной коллекции ФГБНУ ФНЦ ЛК (ВНИИЛ). Экспериментальные данные получены в 2015–2016, 2018, 2020–2021 гг. Полевые опыты были заложены на опытном поле УНПК – Агротехнопарк ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве в зернотравяном севообороте после озимых зерновых культур в соответствии с методикой опытного дела [14]. Для определения агрохимических показателей пахотного слоя почвы использованы общепринятые методики [15]. Достоверные различия по вариантам опыта установлены с использованием методов дисперсионного анализа [14]. Урожайность волокна определена по фактическому содержанию волокна в стеблях [16]. Оценка качества волокна сортов и селекционных номеров - на основе комплекса морфологических признаков растений льна-долгунца: техническая длина стебля, диаметр стебля, которые были использованы для расчёта мыклости стебля. Техническая длина – часть стебля от места прикрепления семядольных листочков до начала разветвления соцветия. Эта часть стебля наиболее ценная, она дает длинное волокно – основной продукт льна-долгунца [17, 18]. Диаметр стебля измеряли на середине его длины от семядольных листочков [17]. Мыклость стебля – отношение технической длины стебля к его диаметру. Данный показатель служит критерием оценки равномерности распределения волокна по длине стебля [13, 18].

Результаты исследования

В пахотном слое почвы под опытами в разные годы исследования было низкое, среднее и повышенное содержание гумуса (1,6–2,7 %); от повышенного до высокого - подвижного фосфора (148–240 мг/кг), от среднего до очень высокого - обменного калия (114–276 мг/кг); обменная кислотность - от среднекислой до близкой к нейтральной (5,0–6,3). Исходя из этого дозы минеральных удобрений в годы проведения исследований составили N_{16–32} P_{10–32} K_{10–32}.

Годы проведения исследований различались по гидротермическому режиму. Это позволило охарактеризовать изменчивость условий, в которых выращивались сорта и селекционные номера в данном опыте. Метеорологические условия в 2015 г. отличались влажным и прохладным вегетационным периодом во второй половине вегетации (ГТК - 1,7), в 2016 и 2021 гг. - жарким и острозасушливым (ГТК - 0,64 и 0,41 соответственно); в

2018 и 2020 гг. – относительно тёплым и умеренно влажным (ГТК - 1,00 и 1,18 соответственно).

Урожайность волокна сортов и селекционных номеров льна-долгунца за годы исследований изменялась в широком диапазоне от 13 до 249 г/м² (табл.1).

Таблица 1. Урожайность волокна сортов и селекционных номеров льна-долгунца, г/м²

Сорт, селекционный номер	Год					Средняя
	2015	2016	2018	2020	2021	
Томский 18 – стандарт	93	48	115	151	25	86
Синичка	81	43	100	83	17	65
Восход	122	72	133	122	13	92
K4196×1288/12	72	65	103	80	16	67
3938/15	144	96	135	185	14	115
Б-192	144	100	215	153	25	127
Норд	115	84	223	144	34	120
АР-4	92	90	222	173	52	126
Тверской	133	103	223	137	37	127
Заказ	156	93	196	146	25	123
АР-5	46	51	182	93	23	79
Альфа	63	41	178	149	19	90
ЭР-138	130	86	249	151	42	132
Добрыня	113	71	225	139	46	119
Антей	112	59	177	124	35	101
Б-168	163	95	198	122	38	123
Diane	179	141	218	161	22	144
Aurore	176	104	164	154	32	126
ТОСТ 4	156	93	149	140	21	112
ТОСТ 3	122	94	198	174	21	122
ТОСТ 2	74	105	176	144	45	109
ТОСТ 1	96	77	139	108	44	93
Crystall	64	42	84	54	23	53
Томский 16	63	81	108	141	60	91
Зарянка	79	64	123	96	31	79
Jitka	76	125	184	105	46	107
Средняя	110	82	170	132	31	105
НСР ₀₅	20	11	14	12	4	6
Индексы услов- ной среды Ij	5,2	-23,3	65,0	27,0	-73,9	-

Для формирования урожайности волокна более благоприятные абиотические условия сложились в 2015 г. с индексом условий среды $I_j = 5,2$, в 2018 г. – $I_j = 65,0$ и в 2020 г. – $I_j = 27,0$. Наиболее неблагоприятными для формирования урожайности волокна, чем в другие исследуемые годы, оказались метеорологические условия в 2016 г. и в 2021 г. с недостаточным увлажнением и относительно жарким периодом вегетации ($I_j = -23,3$ и $-73,9$ соответственно).

В связи с этим, средняя урожайность волокна сортов и селекционных номеров в 2015, в 2018 и в 2020 гг. была выше на 28–139 г/м², или в 1,3–5,5 раз, чем аналогичный показатель при стрессовых погодных условиях в 2016 и в 2021 гг.

В 2015 г. более высокая урожайность волокна на 20–63 г/м² была отмечена у сортов отечественного происхождения - Восход, Норд, Тверской, ЭР-138, Добрыня, ТОСТ 4 и ТОСТ 3, на 51 г/м² у селекционного номера из Украины - 3938/15, на 63 г/м² у сорта из Беларуси – Заказ, на 51–70 г/м² у селекционных номеров из Литвы – Б-192 и Б-168, на 83–86 г/м² у сортов из Франции – Diane и Aurore (НСР₀₅ – 20 г/м²), в сравнении с урожайностью сорта-стандарта Томский 18.

В абиотических условиях вегетационного периода 2016 г. прибавку урожайности волокна на 11–93 г/м² (НСР₀₅ - 11 г/м²) к урожайности сорта Томский 18 обеспечили большинство из изучаемых сортов и селекционных номеров льна-долгунца, за исключением отечественных сортов – Синичка и Альфа, селекционного номера - АР-5, сорта из США – Crystall.

В 2018 г. повышение урожайности волокна на 18–134 г/м² (НСР₀₅ – 14 г/м²) относительно стандартного сорта Томский 18 выявлено у преобладающего количества сортов и селекционных номеров коллекции, кроме отечественных сортов - Синичка, Томский 16, Зарянка и селекционного номера - К4196×1288/12, сорта из США – Crystall. В 2020 г. прибавкой урожайности волокна выделились: селекционный номер из Украины 3938/15 - на 34 г/м², селекционный номер из России АР-4 - на 22 г/м² и отечественный сорт ТОСТ 3 – на 23 г/м² (НСР₀₅ – 12 г/м²). Относительно низкая урожайность волокна 13–60 г/м² у сортов и селекционных номеров сформировалась в условиях 2021 г.

При этом рост урожайности волокна на 6–35 г/м² (НСР₀₅ – 4 г/м²) получен у отечественных сортов и селекционных номеров – Норд, АР-4, Тверской, ЭР-138, Добрыня, Антей, ТОСТ 2, ТОСТ 1, Томский 16 и Зарянка, на 13 г/м² у селекционного номера из Литвы -

Б-168, на 7 г/м² у сорта из Франции – Aurore, на 21 г/м² у сорта из Чехии – Jitka.

В среднем за годы исследований урожайность волокна стандартного сорта Томский 18 составила 86 г/м². Среди сортов, имеющих преимущество по данному показателю относительно сорта-стандарта были представители из России с урожайностью волокна 92–132 г/м²: Восход, 3938/15, Норд, АР-4, Тверской, ЭР-138, Добрыня, Антей, ТОСТ4, ТОСТ 3, ТОСТ 2, ТОСТ 1, представитель из Республики Беларусь с урожайностью 123 г/м²: Заказ, представители из Литвы с урожайностью 123–127 г/м²: Б-192 и Б-168, представители из Франции с урожайностью 126–144 г/м²: Aurore и Diane, представитель из Чехии с урожайностью 107 г/м²: Jitka.

Перечисленные сорта и селекционные номера обеспечили прибавку урожайности волокна 6–58 г/м² или 7–67 % при НСР₀₅ – 4 г/м². Сорт льна-долгунца Diane из Франции и ЭР-138 и- из России сформировали наибольшую урожайность волокна – 144 и 132 г/м² соответственно, которая была больше на 6–58 г/м², чем урожайность у других сортов и селекционных номеров.

Одним из основных морфологических признаков растений льна-долгунца, определяющих урожайность и качество волокна, является техническая длина стебля [12; 13] При благоприятных абиотических условиях в 2015, в 2018 и в 2020 гг. данный показатель составил 55,1–64,5 см (табл. 2).

Наиболее устойчивыми к стрессовым метеорологическим условиям в 2016 и в 2021 гг. оказались образцы коллекции из России - K4196×1288/12, Тверской, ТОСТ 4, ТОСТ 3 и ТОСТ 2, сорт из Франции - Diane, которые сформировали растения с длинной технической частью стебля (132–200 % от стандарта). Техническая длина стебля перечисленных сортов в 2016 г. составила 58,6–62,7 см, в 2021 г. – 46,0–59,6 см.

При благоприятных абиотических условиях возделывания в 2015, в 2018 и в 2020 гг. по технической длине стебля льна-долгунца выделились отечественные сорта Восход и ТОСТ 4, селекционный номер K4196×1288/12, которые имели среднее значение по данному показателю, относительно сорта-стандарта Томский 18.

Л.Н. Павловой [10], Т.А. Рожминой [11], В.Я. Тихомировой [12], А.И. Рыжовым [13] установлено, что с увеличением мыклости стебля улучшается качество льноволокна. Растения большинства современных сортов льна-долгунца в настоящее время имеют мыклость на уровне 450–540 единиц при оптимальном его значении 700 единиц и более [10, 12].

Таблица 2. Техническая длина стебля сортов и селекционных номеров льна-долгунца, см

Сорт, селекционный номер	Год					Средняя
	2015	2016	2018	2020	2021	
Томский 18 – стандарт	62,9	44,4	64,0	61,3	29,8	52,5
Синичка	58,3	44,8	62,0	54,4	37,3	51,4
Восход	71,6	51,5	70,0	61,0	28,4	56,5
K4196×1288/12	70,2	61,0	69,0	59,8	48,9	61,8
3938/15	59,4	62,5	59,0	61,5	32,6	55,0
Б-192	67,0	60,0	74,5	53,5	45,7	60,1
Норд	56,3	44,6	61,5	52,0	39,4	50,8
АР-4	60,3	45,1	65,5	51,5	38,9	52,3
Тверской	63,6	58,8	71,0	54,0	59,6	61,4
Заказ	68,7	53,4	67,5	57,5	38,1	57,0
АР-5	44,4	41,3	54,0	47,1	39,0	45,1
Альфа	50,5	42,7	66,0	58,5	37,4	51,0
ЭР-138	51,2	48,8	66,5	57,3	46,5	54,1
Добрыня	57,7	43,2	65,0	52,3	41,5	51,9
Антей	66,0	48,9	69,5	51,8	48,1	56,8
Б-168	68,2	53,4	69,5	57,0	40,6	57,7
Diane	60,9	60,0	71,5	55,0	43,1	58,1
Aurore	65,3	55,5	59,5	52,5	40,5	54,7
ТОСТ 4	70,4	59,3	62,0	61,8	52,7	61,2
ТОСТ 3	65,0	62,7	65,0	58,0	46,0	59,3
ТОСТ 2	62,1	58,6	65,0	55,8	51,9	58,7
ТОСТ 1	58,0	51,7	60,5	53,3	46,1	53,9
Crystall	47,3	43,0	49,5	46,5	33,4	43,9
Томский 16	47,8	54,3	69,0	56,3	41,6	53,8
Зарянка	59,2	47,1	55,0	51,0	39,0	50,3
Jitka	53,5	52,2	64,5	51,6	51,4	54,6
Средняя	60,2	51,9	64,5	55,1	42,2	54,8
НСР ₀₅	3,2	4,8	5,3	3,6	5,6	2,1

При благоприятных абиотических условиях мыклость стебля составила: в 2015 г. - 671–797 единиц, в 2018 г. - 586–720 единиц, в 2020 г. - 446–520 единиц (табл. 3). Относительно низкие значения мыклости стебля 238–435 единиц у большинства сортов и селекционных номеров льна-долгунца были отмечены в условиях острозасушливого и жаркого вегетационного периода 2021 г., за исключением отечественных сортов Тверской и ТОСТ 4, которые выделились по технической длине стебля (59,6 и 52,7 см соответственно). Мыклость стебля у льна-долгунца сорта ТОСТ 4 во все годы испытания составила не менее 450

единиц (479–671 единиц) при технической длине стебля 52,7–70,4 см. Пониженная мык-
лость стебля 317–396 единиц характерна для сорта Crystall из США, который отличался
низкорослостью с длиной технической части стебля 33,4–49,5 см.

Таблица 3. Мыклость стебля сортов и селекционных номеров льна-долгунца, единиц

Сорт, селекционный номер	Год					Средняя
	2015	2016	2018	2020	2021	
Томский 18 – стандарт	583	353	457	408	243	409
Синичка	518	354	462	410	336	416
Восход	797	482	519	436	238	494
K4196×1288/12	533	509	661	427	414	509
3938/15	410	549	537	424	306	445
Б-192	516	503	720	357	370	493
Норд	399	352	386	371	359	373
АР-4	616	423	526	355	275	439
Тверской	460	434	575	362	478	462
Заказ	491	412	517	384	284	418
АР-5	445	326	373	362	300	361
Альфа	482	373	418	418	271	392
ЭР-138	445	408	494	409	358	423
Добрыня	385	384	504	360	271	381
Антей	417	395	518	370	267	394
Б-168	390	485	606	407	241	426
Diane	546	502	586	367	361	472
Aurore	485	427	442	339	302	399
ТОСТ 4	671	543	497	520	479	542
ТОСТ 3	449	575	468	446	423	472
ТОСТ 2	565	524	591	414	435	506
ТОСТ 1	500	457	575	344	386	452
Crystall	384	370	396	323	317	358
Томский 16	497	468	636	402	278	456
Зарянка	549	416	382	364	318	406
Jitka	460	437	516	382	371	433
Средняя	500	441	514	391	334	436
НСР ₀₅	52	129	129	31	61	41

В среднем за годы исследований относительно лучшими на 100–133 единиц (на 24–
32 %) по мыклости (509 и 542 единиц) оказались - селекционный номер K4196×1288/12 и
сорт ТОСТ 4 из России соответственно, имеющие высокую техническую длину стебля 61,2–
61,8 см.

Таким образом, в условиях Уральского региона Нечерноземной зоны России по урожайности волокна выделились - сорт льна-долгунца Diane (144 г/м²) из Франции и селекционный номер ЭР-138 (132 г/м²) из России. Установлено, что одним из параметров для получения однородного волокна льна-долгунца является техническая длина стебля – не менее 60 см, мыклость стебля – не менее 500 единиц. По комплексу изученных признаков перспективными являются - селекционный номер K4196×1288/12 и сорт ТОСТ 4 из России, которые характеризовались относительно высокой технической длиной (61,2–61,4 см) и мыкlostью (509–542 единиц) стебля во все годы исследований. Указанные селекционные номера и сорта, выделившиеся по урожайности, технической длине и мыкlostи стебля могут служить исходным материалом в селекционном процессе.

Список использованных источников

1. Dash P.K., Gupta P., Jailani A.K. [and other] Hydropenia induces expression of drought responsive genes (DRGs) erdl, hat, plD-delta, and zfa in *Linum usitatissimum* L. // Indian journal of experimental biology. – October 2018. – Vol. 56. - № 10. – Pp. 743–749.
2. Heller K., Byczynska M. The Impact of Environmental Factors and Applied Agronomy on Quantitative and Qualitative Traits of Flax Fiber // Journal of natural fibers. – 2015. – Vol. 12. - № 1. – Pp. 26–38.
3. Jankauskiene Z., Bacelis K. Evaluation of long fibre quality of fibre flax varieties and breeding lines by different methods // Zemdirbyste-agriculture. – 2008. - Vol. 95. - № 1. - Pp. 93–106.
4. Маслова М.П., Корепанова Е.В., Фатыхов И.Ш. Реакция сортов льна-долгунца на метеорологические условия Среднего Предуралья // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. - № 2 (55). – С. 57-66.
5. Goreeva V.N., Korepanova E.V., Fatykhov I.Sh., Islamova Ch.M. Response of oil flax varieties to abiotic conditions of the middle cis-ural region by formation of seed yield // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. - 2020. - Т. 48. - № 2. - С. 1005-1016. – Режим доступа: <https://doi.org/10.15835/nbha48211895>
6. Корепанова Е.В., Фатыхов И.Ш., Гореева В.Н. Морфологические показатели растения как основной признак в селекции льна-долгунца // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Национальной научно-практической конференции. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 169-174.
7. Heller K., Baraniecki P., Praczyk M. Fibre flax cultivation in sustainable agriculture. Handbook of natural fibres / Vol 1: types, properties and factors affecting breeding

and cultivation. - 2012. - 118. - Pp. 508-531. - Режим доступа: <https://www.webof-science.com/wos/woscc/full-record/WOS:000323930000015>

8. Корепанова Е.В., Фатыхов И.Ш., Гореева В.Н. Повышение эффективности льноводства оптимизацией приемов возделывания // Льноводство: реалии и перспективы: материалы Международной научно-практической конференции. – Минск: Беларуская навука, 2020. – С. 24-30.

9. Гореева В.Н., Корепанова Е.В. Качественные показатели тресты отечественных и зарубежных сортов льна-долгунца // Современному АПК – эффективные технологии: материалы Международной научно-практической конференции. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 122-126.

10. Павлова Л.Н., Большакова С.Р., Александрова Т.А. Оценка качества волокна льна-долгунца в единичных стеблях по их морфологическим признакам // Научные достижения – льноводству. Материалы науч.-практ. конф.: «Основные результаты и направления развития научных исследований по льну-долгунцу». – Торжок, 2010. – С. 79–82.

11. Генетическое разнообразие мировой коллекции льна-долгунца по параметрам качества льноволокна / Рожмина Т.А. [и др.] // Инновационные разработки – льноводству: Селекция, семеноводство, возделывание, первичная обработка, экономика. – Тверь: Тверской ГУ. – 2011. – С. 16–17.

12. Тихомирова В.Я., Сорокина О.Ю., Кузьменко Н.Н. Новые аспекты в вопросах биологии и питания льна-долгунца. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2012. – С. 42–50.

13. Рыжов А.И., Рожмина Т.А., Голубева Л.М. Роль генофонда льна в получении конкурентоспособной волокнистой продукции // Технологии 21 века в пищевой, перерабатывающей и легкой промышленности. – М., 2012. – № 6-2. – С. 11.

14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Книга по Требованию, 2012. – 352 с.

15. Практикум по агрохимии / В.В. Кидин [и др.] ; под ред. Кидина В.В. – М.: Колос, 2008. – 591 с.

16. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом / Главное управление хлопководства и лубяных культур. – Торжок, 1978. – 72 с.

17. Производства льна-долгунца в Среднем Предуралье / И.Ш. Фатыхов [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2004. – 148 с.

18. ГОСТ Р 52784–2007. Лён-долгунец. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 2009. – 21 с.

=====

Цитирование:

Корепанова Е.В., Гореева В.Н., Чиркова У.К. Урожайность и качество волокна сортов льна-долгунца в условиях Уральского региона Нечернозёмной зоны России [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. –

Корепанова Е.В., Гореева В.Н., Чиркова У.К. Урожайность и качество волокна сортов льна-долгунца
в условиях Уральского региона Нечернозёмной зоны России

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

=====

2021. – №6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/6/st_631.pdf.

DOI: <https://doi.org/10.51419/20216631>.