

## Адаптивный потенциал современных сортов льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции

**Е. А. Трабурова**, младший научный сотрудник, лаборатории селекционных технологий  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр  
лубяных культур»  
214025, г. Смоленск, ул. Нахимова, д. 21  
✉ e.traburova.sml@fncl.ru

**Резюме.** В работе представлены результаты изучения 18 современных сортов и перспективных линий льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции. Исследования проводились в 2016–2019 гг. в условиях Смоленской области на высоком агротехническом фоне: содержание подвижного фосфора в почве 213...239 мг/кг и обменного калия 105...125 мг/кг, реакция среды – слабокислая ( $\text{pH}_{\text{KCl}} = 5,0...5,3$ ). Цель исследований состояла в выявлении современных сортов и перспективных линий льна-долгунца, сочетающих высокую урожайность и широкий адаптивный потенциал. Благоприятные условия 2016 г. ( $I_j = 0,76$ ) способствовали реализации биологического потенциала культуры по урожайности льноволокна, которая у сортов Дипломат, Надежда (Россия), Altea, Andrea (Франция), Marilyn (Нидерланды) была максимальной – 3,02...3,50 т/га, однако при неблагоприятных погодных условиях в 2017 г. ( $I_j = -0,77$ ) их урожайность находилась на уровне 0,67...1,11 т/га или 62,6...103,7 % к стандарту – сорту Импульс. По комплексу показателей – адаптивность (КА), стрессоустойчивость ( $Y_2 - Y_1$ ), компенсаторная способность  $(Y_1 + Y_2) / 2$ , стабильность (d) и пластичность (bi) выделились сорта, обладающие высоким адаптивным потенциалом – Цезарь, Синель и Добрыня, у которых урожайность льноволокна в среднем за 3 года составила 1,97...2,11 т/га и в 2017 г. – 1,42...1,63 т/га, что на 10,7...18,5 % и 32,7...52,3 % выше стандарта соответственно. Расширение посевов по данным сортам льна-долгунца обеспечит получение высоких и гарантированных урожаев в условиях Центрального региона России.

**Ключевые слова:** лен-долгунец (*Linum usitatissimum*), сорт, урожайность, адаптивность, стрессоустойчивость, стабильность, пластичность.

**Для цитирования:** Трабурова Е. А. Адаптивный потенциал современных сортов льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. №3 (67). С. 75-80. doi:10.18286/1816-4501-2024-3-75-80

## Adaptive potential of modern varieties fiber flax of domestic and foreign selection

**E. A. Traburova**  
Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center of bast crops", 214025, Smolensk,  
Nakhimova str., 21  
✉ e.traburova.sml@fncl.ru

**Abstract.** The paper presents the results of studying 18 modern varieties and promising lines of fiber flax of domestic and foreign breeding. The studies were carried out in 2016-2019 in the conditions of the Smolensk region on a high agrotechnical background: the content of mobile phosphorus in the soil is 213 - 239 mg / kg and exchangeable potassium 105...125 mg / kg, the reaction of the environment is slightly acidic ( $\text{pH}_{\text{KCl}} = 5.0-5.3$ ). The purpose of the research was to identify modern varieties and promising lines of fiber flax, combining high yields and wide adaptive potential. Favorable conditions in 2016 ( $I_j = 0.76$ ) contributed to the realization of the biological potential of the crop in terms of flax fiber yield, which was the maximum for varieties Diplomat, Nadezhda (Russia), Altea, Andrea (France), Marilyn (Netherlands) – 3.02...3.50 t/ha, however, under adverse weather conditions in 2017 ( $I_j = -0.77$ ), their yield was at the level of 0.67...1.11 t/ha or 62.6...103.7% of the standard – variety Impulse. According to a set of indicators – adaptability (CA), stress resistance ( $Y_2 - Y_1$ ), compensatory ability  $(Y_1 + Y_2) / 2$ , stability (d) and plasticity (bi), varieties with a high adaptive potential were distinguished - Cesar, Sinel and Dobrynya where the flax fiber yield on average over 3 years was 1.97...2.11 t/ha and in 2017 – 1.42...1.63 t/ha, which is 10.7...18.5% and 32.7...52.3% above the standard respectively. The expansion of crops for these varieties of fiber flax will ensure high and guaranteed yields in the conditions of the Central region of Russia

**Keywords:** fiber flax (*Linum usitatissimum* L.), variety, productivity, adaptability, stress resistance, stability, plasticity.

**For citation:** Traburova E. A. Adaptive potential of modern varieties fiber flax of domestic and foreign selection // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2024;3(67): 75-80 doi:10.18286/1816-4501-2024-3-75-80

Исследования выполнены при поддержке Минобрнауки РФ по теме государственного задания FGSS- 2024-0004

##### Введение

Важная роль в решении проблемы обеспечения страны натуральным волокнистым сырьем принадлежит селекции льна-долгунца. Только за последние 10 лет урожайность льноволокна в стране возросла более, чем в 2 раза, что обусловлено внедрением в производство новых высокоурожайных сортов [1]. Вместе с тем усиление влияния неблагоприятных факторов среды лимитирует получение гарантированных урожаев сельскохозяйственных культур [2]. Важной задачей, стоящей перед селекцией льна-долгунца, является создание высококонкурентоспособных сортов, обладающих широким адаптивным потенциалом.

Адаптивность растений и экологическая устойчивость к неблагоприятным факторам по мнению академика А.А. Жученко служат основополагающими критериями в адаптивной селекции. При этом приспособленность новых сортов к конкретным почвенно-климатическим условиям характеризует их агроэкологическую адресность [3]. Адаптивный потенциал сорта определяет возможность реализации его продукционного потенциала в конкретных агроэкологических условиях [4]. Рост урожайности сельскохозяйственных культур неразрывно связан со способностью противостоять действию факторов, снижающих их продуктивность [5]. При равной урожайности преимущество следует отдавать сортам с максимальной экологической приспособленностью [6]. Вопросам создания адаптивных сортов различных сельскохозяйственных культур и методам оценки их по данному показателю посвящены многочисленные работы [7-10] Однако на льне-долгунце таких исследований проведено крайне недостаточно [12-14]

Цель исследований – провести оценку современных сортов и перспективных линий льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции, выделить генотипы, сочетающие высокую урожайность и широкий адаптивный потенциал.

##### Материалы и методы

Испытания проводили в условиях Смоленской области в 2016–2019 гг. на базе Смоленского НИИСХ - обособленного подразделения ФГБНУ ФНЦ ЛК. В исследования включены 18 сортов и перспективных линий льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции. Исследования осуществляли в соответствии с методическими указаниями по селекции и первичному семеноводству льна-долгунца (Павлова Л.Н., Рожмина Т.А., Лошакова Н.И. Селекция и первичное семеноводство льна-долгунца. Методические указания. Тверь: Тверской гос. ун-т., 2014. 140 с.). Образцы высевали рядовым способом, учетная площадь делянки 1 м<sup>2</sup>, повторность -3-х кратная. Посев проведен с нормой 22 млн. всх. семян на 1 га. В

качестве стандарта использовали среднеспелый сорт льна-долгунца – Импульс.

Почва-дерново-подзолистая, среднесуглинистая, содержание гумуса- 2,00...2,15 %, подвижного фосфора- 213...239мг/кг (по Тюрину) и обменного калия – 105...125 мг/кг почвы (по Кирсанову), реакция среды – слабокислая (рН<sub>KCl</sub> 5,0...5,3). Предшественник – озимые зерновые.

Вегетационный период 2016 г. был теплый и слабо засушливый (ГТК – 1,2), сумма активных температур составила свыше 2100°С. В 2017 г. прохладные с избыточным количеством осадков погодные условия в период всходы – бутонизация (в июне ГТК – 1,7) привели к уплотнению почвы и нарушению ее аэрации, что негативно отразилось на величинах, определяющих урожайность льноволокна. Период вегетации 2018 г. был теплым и дождливым (в июне - июле ГТК – 2,1), температура воздуха в мае превышала среднемноголетнее значение на 3,8°С, в июне – 0,4°С, июле – 1,8°С и августе –2,7°С. В 2019 г. сложились теплые погодные условия, при этом осадки выпадали крайне неравномерно, в июне отмечался небольшой дефицит влаги в почве (ГТК 1,1), в другие месяцы имело место избыточное увлажнение (ГТК 2,0...2,8).

Статистическую обработку результатов исследований выполняли с использованием программы Microsoft Office Excel 2003. Потенциальную продуктивность и адаптивность сортов льна-долгунца определяли по методике Л.А. Животкова с соавторами 7. Влияние факторов окружающей среды на урожайность сортов льна-долгунца оценивали по экологической пластичности (bi). Кроме того, рассчитывали индекс (I<sub>j</sub>) условий среды по методу S.A. Eberhart, W.A. Russell [8] в изложении В. З. Пакудина [9]. Показатель стрессоустойчивости (У<sub>2</sub> – У<sub>1</sub>) и среднюю урожайность в контрастных условиях ((У<sub>1</sub> + У<sub>2</sub>)/2) – по уравнениям А.А. Rossielle, J. Hamblin [10] в изложении А. А. Гончаренко [11].

##### Результаты

Метеорологические условия в годы проведения исследований были различными по тепло- и влагообеспеченности в период вегетации растений, что оказало влияние на уровень урожайности изучаемых селекционных форм вследствие взаимодействия «генотип – среда».

Среднесортные значения урожайности льноволокна по годам составили: в 2016 г. – 2,57; 2017 г. – 1,02; 2018 г. – 1,98 и 2019 г. – 1,61 т/га. Наиболее благоприятные условия для формирования высокой урожайности льноволокна сложились в 2016 г. (I<sub>j</sub>=0,76). В этих условиях наиболее высокую урожайность 3,0...3,5 т/га проявили сорта отечественной – Дипломат, Надежда и западноевропейской селекции – Marylin (Нидерланды), Andrea, Altea (Франция), что указывает на их высокий биологический

потенциал. Они превысили стандарт – сорт Импульс на 66,9...73,3 %, среднесортное значение признака на 17,5...36,2 %. Крайне неблагоприятными для роста и развития растений льна-долгунца оказались

погодные условия 2017г. ( $I_j = -0,77$ ), в зависимости от генотипа урожайность волокна составила от 0,6 до 1,63 ц/га (табл. 1).

**Таблица 1. Урожайность волокна у сортов льна-долгунца и их адаптивность, 2016–2019 гг.**

Название и происхождение сорта	Урожайность волокна, т/га					CV, %	КА
	2016	2017	2018	2019	среднее		
Дипломат, Россия	3,02	0,67	1,86	1,74	1,82	52,80	1,01
Александрит, Россия	2,66	0,65	2,16	1,55	1,75	49,44	0,97
China 1, Китай	2,57	0,65	1,6	1,8	1,66	47,58	0,92
Andrea, Франция	3,50	0,98	2,58	2,16	2,3	45,46	1,28
Marylin. Нидерланды	3,38	0,85	2,48	1,84	2,14	49,80	1,19
Сурский, Россия	2,15	0,60	2,04	2,04	1,71	43,28	0,95
Альфа, Россия	2,16	1,19	1,83	1,28	1,61	28,60	0,90
J 52263, Китай	2,71	1,17	2,03	1,74	1,91	33,54	1,06
Altea, Франция	3,25	1,11	2,44	2,04	2,21	40,25	1,23
Надежда, Россия	3,04	0,95	1,98	1,66	1,91	45,50	1,06
Тост 3, Россия	2,45	1,21	1,81	1,16	1,66	36,46	0,92
Универсал, Россия	1,87	1,21	1,74	1,45	1,46	20,28	0,81
Цезарь, Россия	2,39	1,63	2,37	1,91	1,97	18,80	1,10
Синель, Россия	2,66	1,58	2,4	1,37	2	31,21	1,11
Добрыня, Россия	2,80	1,42	2,71	1,51	2,11	35,38	1,17
Лидер, Россия	1,86	0,84	1,22	1,3	1,3	32,38	0,72
Смолич, Россия	1,68	0,66	1,19	1,22	1,19	35,05	0,66
Импульс, Россия	2,02	1,07	1,37	1,17	1,41	30,28	0,78
Среднесортная урожайность. т/га	2,57	1,02	1,98	1,61	1,78		
Индекс среды $I_j$	+0,76	-0,77	+0,19	-0,19	-	-	-

**Таблица 2. Параметры адаптивности сортов льна-долгунца, 2016 – 2019 гг.**

Название сорта	Параметр адаптивности			
	$Y_2 - Y_1$	$(Y_1 + Y_2) / 2$	D, %	$b_i$
Дипломат	-2,35	1,85	77,81	1,46
Александрит	-2,01	1,66	75,56	1,32
China 1	-1,92	1,61	74,71	1,14
Andrea	-2,52	2,24	72,00	1,61
Marylin	-2,53	2,12	74,85	1,64
Сурский	-1,55	1,38	72,09	0,95
Альфа	-0,97	1,68	44,91	0,68
J 52263	-1,54	1,94	56,83	0,99
Altea	-2,14	2,18	65,85	1,37
Надежда	-2,09	1,99	68,75	1,33
Тост 3	-1,24	1,83	50,61	0,86
Универсал	-0,66	1,54	35,29	0,45
Цезарь	-0,76	2,01	31,80	0,53
Синель	-1,08	2,12	40,60	0,82
Добрыня	-1,38	2,11	49,29	1,03
Лидер	-1,02	1,35	54,84	0,61
Смолич	-1,02	1,17	60,71	0,62
Импульс – стандарт	-0,95	1,55	47,03	0,61

Различный характер метеоусловий в период вегетации оказал влияние на высокую изменчивость показателя «урожайность волокна» по годам у изучаемых генотипов льна-долгунца. Высокую вариативность (40,25...52,80 %) проявили сорта Дипломат, Александрит, Сурский, Надежда (Россия), China 1 (Китай), Andrea, Altea (Франция) и Marylin (Нидерланды), что является следствием их недостаточной экологической устойчивости. К примеру, диапазон изменчивости урожайности льноволокна у сорта Marylin составил 0,85 ... 3,38 т/га и сорта Дипломат – 0,67 ... 3,02 т/га. При этом стабильную реакцию на условия среды проявил сорт Цезарь ( $cv = 18,8$  %),

урожайность в зависимости от года испытаний находилась в пределах от 1,63 до 2,37 ц/га.

В неблагоприятных условиях потенциальная продуктивность реализуется в слабой степени, но может проявиться их адаптивность. Для оценки сортов льна-долгунца по данному параметру рассчитали коэффициент адаптивности (КА) по методу Л.А. Животкова [7]. Данный показатель определяется как отношение урожайности льноволокна каждого из испытываемых сортов к «среднесортной» урожайности. В наших исследованиях средний коэффициент адаптивности находился в диапазоне 0,66...1,28. Наиболее высокие значения адаптивности – 1,1...1,28 и урожайности льноволокна -1,97...2,3 ц/га

в среднем за три года выявлены у сортов Синель, Цезарь, Добрыня (Россия), Altea, Andrea (Франция), Marylin (Нидерланды). У стандарта – сорта Импульс урожайность составила 1,41 ц/га и коэффициент адаптивности 0,78.

По разности минимальной и максимальной урожайности по годам ( $Y_2 - Y_1$ ) определяют уровень устойчивости сортов к стрессовым условиям возделывания. Чем выше стрессоустойчивость, тем меньше разрыв между указанными значениями [8]. По результатам проведенных исследований высокой стрессоустойчивостью обладают сорта Синель, Универсал, Цезарь, Альфа и стандарт Импульс – от 9,5 до 1,08. Наибольший разрыв между минимальной и максимальной урожайностью – от 2,35 до 2,53 выявлен у сортов Andrea, Дипломат и Marylin. Следовательно, данные сорта обладают слабой стрессоустойчивостью (табл.2).

В контрастных условиях среды оценивалась генетическая гибкость сортов, показателем которой является средняя урожайность в стрессовых и благоприятных условиях  $((Y_1 + Y_2) / 2)$ . У сортов Синель, Цезарь, Добрыня, Marylin, Andrea и Altea за годы исследований средний показатель урожайности был в диапазоне от 2,01 до 2,24 ц/га, превышение по отношению к стандарту составило от 30,0 до 44,5 %.

Стабильность сорта (d) в конкретных условиях выращивания рассчитывается как отношение разницы между максимальной и минимальной урожайностью сорта к максимальному ее значению [9]. Чем ниже полученная величина, тем стабильнее показатель урожайности у изучаемых сортов. У сортов Синель, Цезарь, Альфа и Добрыня величина данного показателя составила от 31,8 до 44,91 %, у стандарта (сорт Импульс) – 47,03 %. Наиболее нестабильную реакцию на условия выращивания проявили сорта China 1, Дипломат, Александрит, Marylin, Andrea и Сурский, у которых значение данного признака находилось в диапазоне от 72,09 до 77,81 %.

В соответствии с моделью S. A. Eberhart и W. A. Russell [8] определили пластичность (bi) изучаемых сортов, которая характеризует отзывчивость на изменения условий выращивания. Наиболее отзывчивыми ( $bi > 1$ ) оказались сорта Александрит, Надежда, Дипломат, China 1, Altea, Andrea и Marylin, величина признака составила 1,14...1,64. Эти сорта относятся к группе интенсивных, поскольку при благоприятных условиях обеспечивают максимальную реализацию своего биологического потенциала.

У сортов Добрыня (1,03), Сурский (0,95) и селекционной линии J 52263 (0,99) коэффициент

регрессии оказался близким к единице. Это позволяет сделать заключение о соответствии их урожайности изменениям условий выращивания.

У сортов Альфа, Цезарь, Универсал, Синель, Лидер, Тост 3 и Смолич показатель  $b_i$  оказался менее единицы. Следовательно, данные генотипы слабо подвержены влиянию изменениям среды, в меньшей мере снижают урожайность при воздействии стрессовых факторов по сравнению с сортами интенсивного типа.

#### Обсуждение

Исследования, проведенные с целью комплексной оценки современных сортов льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции в условиях Смоленской области, позволили выявить высококонкурентоспособные сорта, которые могут обеспечить получение высоких и гарантированных урожаев в данном регионе льносеяния. Полученные результаты совпадают с исследованиями Кильчевского А. В., Рыбась И. А., Королева К. П., Боме Н. А. и других авторов [4, 6, 15]. Выделившиеся сорта Цезарь, Синель и Добрыня проявили высокую стрессоустойчивость, пластичность и стабильность, что указывает на широкий их адаптивный потенциал. При этом данные генотипы по урожайности льноволокна существенно превосходили стандарт. Следовательно, выделенные сорта можно рекомендовать для возделывания в регионе исследования.

#### Заключение

В результате исследований, проведенных в условиях Смоленской области, выявлены сорта льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции, у которых биологический потенциал урожайности достигал в благоприятные годы свыше 3,0 т/га – Дипломат, Надежда (Россия), Altea, Andrea (Франция), Marylin (Нидерланды). Однако данные сорта оказались высоко варьируемыми (cv 40,3...52,5 %), в результате чего при неблагоприятных условиях их урожайность была существенно ниже либо на уровне стандарта – сорта Импульс.

Оценка сортов по комплексу показателей, определяющих их адаптивный потенциал, позволила выделить сорта, обладающие высокой потенциальной продуктивностью и наибольшей адаптивностью в условиях данного региона. К таким сортам относятся Цезарь, Синель и Добрыня, их урожайность льноволокна в среднем за 3 года находилась на уровне 1,97...2,11 т/га, что на 10,7...18,5 % выше стандарта, при вариабельности 18,8, 31,2 и 35,4% соответственно.

#### Литература

1. Рожмина Т. А., Павлова Л. Н., Понажев В. П. Льняная отрасль на пути к возрождению // Защита и карантин растений. 2018. № 1. С. 3-8
2. Биоклиматический потенциал России: продуктивность и рациональное размещение сельскохозяйственных культур в условиях изменения климата / Под ред. А. В. Гардеева. М. МСХ РФ. 2012. 212 с.
3. Жученко А. А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические аспекты) // Т. I. II. 2001. С. 1489

4. Кильчевский А. В. Генетико-экологические основы селекции растений // Информационный вестник ВОГиС. 2005. 9(4). С. 518-526.
5. 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. № 21(6). С. 688-696 doi:10.30766/2072-9081.2020.21.6.688-696
6. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор) / И. А. Рыбась. // Сельскохозяйственная биология. 2016. № 51(5). С. 617-626. doi.org/10.15389/agrobiology.2016.5.617.rus
7. Животков Л. А., Морозова З. А., Секатуева Л. И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю урожайность // Селекция и семеноводство. 1994. № 2. С. 3-6.
8. Eberhart S. A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Grop. Sci. 1966. No. 6(1). P. 36-40.
9. Пакудин В. З., Лопатина Л. М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. 1984. № 4. С.109–113.
10. Rossielle A. A., Hamblin J. Theoretikal aspects of selection for yield in stress and non – stress environments // Grop. Sci. 1981. No. 21(6). P. 27-29.
11. Гончаренко А. А. Об адаптивной способности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Россельхозакадемии. 2005. № 6. С. 49-53.
12. Кишлян Н. В., Мельникова Н. В., Рожмина Т. А. Механизмы адаптации льна-долгунца к повышенной кислотности почвы // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. Т. 181 (4). С. 205-212 doi.org/10.30901/2227-8834-2020-4-205-212
13. Rozhmina T.A., Fu Y.B., Diederichsen A., Richards K.W., Pavelek M., Vrbova M. Research of genetic polymorphism species *Linum usitatissimum* L. on a basis RAPD – method // Journal of Natural Fibers. 2018. No. 15 (2). P. 155-161. doi .10.1080/15440478.2016.1193083
14. Soto-Cerda B. J., Diederichsen A., Ragupathy R., Cloutier S. Genetic characterization of a core collection of flax (*Linum usitatissimum* L.) suitable for association mapping studies and evidence of divergent selection between fiber and linseed types. // BMC Plant Biology. 2013. No. 13(78). <https://bmcplantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2229-13-78>
15. Королев К. П., Боме Н. А. Оценка генотипов льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.) по экологической адаптивности и стабильности в условиях северо-восточной части Белоруссии // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52(3). С. 615-621

## References

1. Rozhmina T. A., Pavlova L. N., Ponazhev V. P. Flax industry on the way to revival // Protection and quarantine of plants. 2018. No. 1. P. 3-8.
2. Bioclimatic potential of Russia: productivity and rational placement of crops in the context of climate change / Edited by A. V. Gardeev. // M. Ministry of Agriculture of the Russian Federation. 2012. 212 p.
3. Zhuchenko A. A. Adaptive potential of cultivated plants (ecological and genetic aspects) // Т. I. II. 2001. P. 1489.
4. Genetic and ecological foundations of plant breeding / A.V. Kilchevsky. // Information Bulletin of VOGiS. 2005. 9(4). P. 518-526.
5. Traburova E. A., Rozhmina T. A., Andreeva I. A. Screening of flax gene pool samples by fiber yield and their adaptability to the conditions of the Central Non–Chernozem region // Agrarian science of the Euro - North-East. 2020. No. 21(6). P. 688-696 doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.6.688-696
6. Increasing adaptability in the breeding of grain crops (review) / I. A. Rybas. // Agricultural Biology. 2016. No. 51(5). P. 617-626. doi.org/10.15389/agrobiology.2016.5.617.rus
7. Zhivotkov L. A., Morozova Z. A., Sekatueva L. I. Methodology for identifying the potential productivity and adaptability of varieties and breeding forms of winter wheat in terms of yield // Breeding and seed production. 1994. No. 2.. P. 3-6.
8. Eberhart S. A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Grop. Sci. 1966. No. 6(1). P. 36-40.
9. Pakudin V. Z., Lopatina L. M. Assessment of ecological plasticity and stability of varieties of agricultural crops // Agricultural biology. 1984. No. 4. P.109-113.
10. Rossielle A. A., Hamblin J. Theoretikal aspects of selection for yield in stress and non–stress environments // Grop. Sci. 1981. No. 21(6). P. 27-29.
11. Goncharenko A. A. On the adaptive ability and environmental sustainability of grain varieties // Bulletin of the Russian Agricultural Academy. 2005. No. 6. P. 49-53.
12. Kishlian N. V., Melnikova N. V., Rozhmina T. A. Mechanisms of adaptation of flax to increased soil acidity // Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2020. Vol. 181 (4). P. 205-212. doi.org/10.30901/2227-8834-2020-4-205-212

#### **4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)**

---

13. Rozhmina T.A., Fu Y.B., Diederichsen A., Richards K.W., Pavelek M., Vrbova M. Research of genetic polymorphism species *Linum usitatissimum* L. on a basis RAPD – method // *Journal of Natural Fibers*. 2018. No. 15 (2). P. 155-161. doi .10.1080/15440478.2016.1193083

14. Soto-Cerda B. J., Diederichsen A., Ragupathy R., Cloutier S. Genetic characterization of a core collection of flax (*Linum usitatissimum* L.) suitable for association mapping studies and evidence of divergent selection between fiber and linseed types. // *BMC Plant Biology*. 2013. No. 13(78). <https://bmcpantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2229-13-78>

15. Korolev K. P., Bohme N. A. Assessment of flax genotypes (*Linum usitatissimum* L.) on ecological adaptability and stability in the conditions of the north-eastern part of Belarus // *Agricultural Biology*. 2017. Vol. 52(3). P. 615-621.