

АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ В ДИНАМИКЕ

© 2024. В. С. Зотова, А. М. Конова

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»,
г. Тверь, Российская Федерация

Цель исследований – создание селективной системы «повышенная кислотность почвы – лён-долгунец» для проведения успешной селекции и получения новых форм льна-долгунца, устойчивых к повышенной кислотности почвы. Исследования выполняются на базе лаборатории селекционных технологий ОП Смоленский НИИСХ ФГБНУ ФНЦ ЛК с 2022 года. На начальном этапе исследований проведён аналитический обзор литературы по оценке почв Смоленской области по кислотности, плодородию и агрохимическим свойствам. Выявлено, что почвы Смоленской области характеризуются как преимущественно дерново-подзолистые, с низким содержанием гумуса и повышенной кислотностью. Представлена характеристика почв по уровню кислотности, содержанию гумуса, подвижного фосфора, подвижного и обменного калия. Проведён анализ пригодности почв Смоленской области для возделывания льна-долгунца. Выявлено, что во все циклы агрохимического обследования почв Смоленской области средневзвешенное процентное содержание гумуса не поднималось выше 2,0 и менялось от 1,70% в 1977–1982 годах до 1,92% в 2013–2016 годах. Отмечено, что к 2016 году доля почв с повышенной кислотностью увеличилась до 72,6% от общей обследованной площади, а уровень рН снизился на 0,2 ед. по сравнению с результатами обследований в 6 цикле ($pH_{КСГ} = 5,21$). Исследования ряда авторов показали, что за последние 10 лет уровень плодородия почв снизился и продолжает снижаться. В период с 2019 по 2021 г. на землях, принадлежащих ФГБНУ ФНЦ ЛК, были отмечены следующие агрохимические показатели: содержание гумуса – 2,08%, что соответствует средней обеспеченности в почве, отмечена слабокислая реакция почвенной среды (5,35), высокое содержание подвижного фосфора P_2O_5 – 155,3 мг/кг, повышенное содержание обменного калия K_2O – 125,2 мг/кг почвы.

Ключевые слова: дерново-подзолистые почвы, агрохимическая характеристика, кислотность, плодородие.

Благодарности: исследования выполнены в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования ФГБНУ ФНЦ ЛК по теме № FGSS-2024-0004.

Для цитирования: Зотова В.С., Конова А.М. Агрохимические показатели почвенного плодородия Смоленской области в динамике. Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. 2024; 1(4):(26–32). DOI: 10.54016/SVITOK.2024.69.69.004

Поступила: 11.12.2023 Принята к публикации: 01.03.2024 Опубликована: 28.03.2024

AGROCHEMICAL INDICATORS OF SOIL FERTILITY OF THE SMOLENSK REGION IN DYNAMICS

© 2024. V. S. Zotova, A. M. Konova

Federal Research Center for Bast Fiber Crops
Tver, Russian Federation

The purpose of the research is to create a selective system “increased soil acidity – fiber flax” for successful selection and production of new forms of fiber flax that are resistant to increased soil acidity. The research is being carried out on the basis of the laboratory of selection technologies of the Smolensk Research Institute of Agriculture of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops since 2022. At the initial stage of research, an analytical review of the literature was carried out to assess the soils of the Smolensk region in

terms of acidity, fertility and agrochemical properties. It was revealed that the soils of the Smolensk region are characterized as predominantly soddy-podzolic, with a low humus content and high acidity. The characteristics of soils are presented in terms of acidity level, humus content, labile phosphorus, labile and exchangeable potassium. An analysis of the suitability of soils in the Smolensk region for the cultivation of fiber flax was carried out. It was revealed that in all cycles of agrochemical survey of soils in the Smolensk region, the weighted average percentage of humus did not rise above 2.0 and varied from 1.70% in 1977–1982 to 1.92% in 2013–2016. It was noted that by 2016, the proportion of soils with high acidity increased to 72.6% of the total surveyed area, and the pH level decreased by 0.2 units compared with the results of examinations in cycle 6 ($pH_{KCl} = 5,21$). Studies conducted by a number of authors have shown that over the past 10 years, the level of soil fertility has decreased and continues to decrease. During the period from 2019 to 2021, on the lands belonging to the Federal Research Center for Bast Fiber Crops, the following agrochemical indicators were noted: humus content -2.08%, which corresponds to the average availability in the soil, a slightly acidic reaction of the soil environment was noted (5.35), a high content of mobile phosphorus P_2O_5 – 155.3 mg/kg, an increased content of potassium oxide K_2O – 125.2 mg/kg of soil.

Keywords: soddy-podzolic soils, agrochemical characteristics, acidity, fertility.

Acknowledgements: the research was carried out within the framework of the State Assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops on the topic No. FGSS-2024-0004.

For citation: Zotova V.S., Konova A.M. Agrochemical indicators of soil fertility of the Smolensk Region in dynamics. Technical crops. Scientific Agricultural journal. 2024; 1(4):(26–32). DOI: 10.54016/SVITOK.2024.69.69.004

Received: 11.12.2023

Accepted for publication: 01.03.2024

Published: 28.03.2024

Введение. Лён-долгунец является ценной в технологическом плане культурой с древним происхождением, возделывание которого позволяет получить семена, а также волокно. Несмотря на трудоемкость в возделывании, лён при грамотном и научном подходе является доходной культурой. Лён-долгунец предъявляет высокие требования к почвам. Лучшими для льна считаются хорошо окультуренные, плодородные, структурные почвы, средне- и легкосуглинистые, с содержанием гумуса 2,5-3,0%, хорошими физическими свойствами и со слабой кислотностью. Непригодны песчаные, глинистые, заплывающие (легко образующие почвенную корку), заболоченные, с высоким уровнем грунтовых вод и засоленные почвы. Существенное снижение продуктивности волокна и семян отмечается при возделывании льна на почвах с сильнокислой (pH_{KCl} 4,5 и ниже) и нейтральной (pH_{KCl} свыше 6,0) реакцией [3, 7, 14, 24]. Лён-долгунец в основном выращивают в регионах, где преобладающими являются дерново-подзолистые почвы. На таких почвах важнейшей причиной, обуславливающей угнетающее действие на культурные растения,

является содержание подвижного алюминия и уровень его токсичности [6, 15].

Значительная пестрота почв в основных льносеющих регионах РФ по агрохимическим показателям и, прежде всего, уровню кислотности, а также узкий оптимальный интервал ($pH_{KCl} = 5,2-5,6$) для возделывания льна-долгунца требуют решения проблемы в современных условиях не столько агрохимическим, сколько селекционным путем. Использование биотехнологических приёмов при создании новых форм с изменёнными признаками и свойствами продемонстрировано на многих культурах, в том числе и на льне [6, 10, 25].

Поэтому целью исследований являлось создание селективной системы «повышенная кислотность почвы – лён-долгунец» для проведения успешной селекции и получения новых форм льна-долгунца, устойчивых к повышенной кислотности почвы.

Методика исследований. Для подтверждения актуальности запланированных исследований проведён анализ литературных источников, который позволил провести оценку почв Смоленской области по агрохимическим показателям, плодородию и кислотности.

Данные станции Госагрохимслужбы – ФГБУ ГСАС «Смоленская» за 1964–2016 гг. послужили исходной информацией для проведения исследований, а также использованы данные Управления Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Смоленской области.

Результаты и их обсуждение. Результаты анализа показали, что почвы Смоленской области характеризуются как преимущественно дерново-подзолистые. Такие почвы занимают около 77,6% всей территории области. 16,5% всех почв являются дерново-подзолистыми оглееными. Пойменные, болотные и бурые лесные почвы составляют 5,9% всей территории Смоленской области. По данным Управления Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Смоленской области по состоянию на 1 января 2019 года общая площадь сельхозугодий Смоленской области составила 1729,5 тыс. га, из них 1263,2 тыс. га – пашня. По состоянию на 1 января 2020 года в структуре земель сельскохозяйственного назначения общая площадь земель сельхозугодий несколько увеличилась за счёт введения в оборот новых территорий (на 0,4 тыс. га) и составила 1729,9 тыс. га, тогда как площадь пашни осталась неизменной – 1263,2 тыс. га [23].

По литературным данным выявлено, что дерново-подзолистые почвы обладают следующими агрохимическими свойствами: в этих почвах низкое содержание гумуса, они обладают повышенной кислотностью, имеют низкую емкость поглощения, а также недостаточно обеспечены запасом питательных веществ, которые с каждым годом все больше истощаются. Почвы Смоленской области малопродуктивные, поэтому для возделывания сельскохозяйственных культур нуждаются во внесении большого количества органических и минеральных удобрений [11, 18, 19, 20].

С 1964 года наблюдения за состоянием плодородия почв в Смоленской области осуществляют две станции Госагрохимслужбы –

ФГБУ ГСАС «Смоленская» и «Вяземская». С 1964 года ГСАС «Смоленская» было проведено 11 циклов агрохимических обследований почв сельскохозяйственных угодий, что позволило по агрохимическим показателям определить изменения плодородия почв, выявить закономерности и динамику процессов, происходящих в почве. По данным источников ГСАС «Смоленская» в настоящее время проводится 12-й цикл агрохимических исследований почв с использованием карт землеустройства в хозяйствах, а также электронных карт, созданных при векторизации участков с использованием космических снимков и портативных GPS-навигаторов [16, 19]. Представленные в таблице 1 цифры показывают уровень кислотности почв Смоленской области, содержание подвижного фосфора в них, обменного и подвижного калия, гумуса с 1964 по 2016 год (десять циклов). Авторы многих работ утверждают, что одной из самых важных характеристик почвенного плодородия является содержание органического вещества (гумуса) [1, 5, 9]. Во все циклы агрохимического обследования почв Смоленской области средневзвешенное процентное содержание гумуса не поднималось выше 2,0 и менялось от 1,70% в 1977–1982 годах до 1,92% в 2013–2016 годах. Незначительное повышение содержания гумуса в пахотных почвах было связано с постепенным выведением низкоплодородных почв из землепользования [19]. Поскольку для льна-долгунца оптимальное содержание гумуса должно составлять 2,5–3,0%, очевидно, что по данному показателю почвы Смоленской области без дополнительного внесения органических и минеральных веществ не подходили для выращивания льна-долгунца. Вместе с тем, необходимым условием для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур, в том числе льна-долгунца, является реакция почвенной среды. По результатам агрохимического обследования в 1964–1970 годах 92,4% почв были кислыми. Средневзвешенное значение показателя кислотности составило 4,66.

Таблица 1 – Динамика площадей кислых и низкообеспеченных подвижным фосфором, калием, гумусом почв и средневзвешенные значения показателей плодородия (по данным ФГБУ ГСАС «Смоленская»)

Цикл (годы)	Средневзвешенная величина				Площадь почв, % от обследованного			
	рН	содержание			кислых (рН < 5,5)	с низким содержанием		
		P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	гумуса, %		P ₂ O ₅ (<50 мг/кг)	K ₂ O (<80 мг/кг)	гумуса (<2%)
I (1964-1970)	4,66	51,0	76,5	-	92,4	68,1	64,1	-
II (1971-1976)	4,77	70,8	86,0	-	87,7	50,0	55,3	-
III (1977-1982)	4,94	86,0	110,1	1,70	82,4	38,7	40,4	80,0
IV (1983-1987)	5,10	99,8	114,0	1,72	72,4	34,7	40,2	77,6
V (1988-1992)	5,28	115,1	115,9	1,75	61,0	22,0	34,4	79,0
VI (1993-1997)	5,40	121,5	107,5	1,80	53,3	20,4	38,6	72,7
VII (1998-2002)	5,30	119,4	94,4	1,79	61,6	20,4	49,6	73,3
VIII (2003-2007)	5,27	116,7	94,0	1,76	64,2	21,8	50,6	49,6
IX (2008-2012)	5,25	119,3	90,2	1,80	67,7	20,8	54,7	70,1
X (2013-2016)	5,21	115,3	92,7	1,92	72,6	23,0	53,8	47,4

Вследствие того, что до 1990 г. проводилось известкование кислых почв, а также благодаря выводу в 1993-1997 гг. земель с наименьшей продуктивностью, заметно (в 1,7 раз) сократились их площади. Данные мероприятия привели к увеличению рН до значения 5,4. Однако после 1991 года произошло сокращение работ по известкованию, что привело к обратному эффекту (подкислению почв).

Уже к 2016 году доля почв с повышенной кислотностью увеличилась до 72,6% от общей обследованной площади, а уровень рН снизился на 0,2 ед. по сравнению с результатами обследований в 6 цикле (рН_{ксл} = 5,21) [19].

Для льна-долгунца оптимальная кислотность почвы должна находиться в пределах рН_{ксл} 5,2-5,6. И на сегодняшний день почвы Смоленской области по этому показателю вроде бы подходят для возделывания льна-долгунца. Однако известкование в хозяйствах так и не проводится, а подкисление почвы, вызванное как природным процессом (дождевая вода, снег, туман, органические вещества), так и антропогенным (минеральные удобрения), происходит. Естественные причины подкисления в процессе сельскохозяйственного использования возможно снизить лишь частично, антропогенные поддаются корректировке. Поэтому

необходимо провести оценку плодородия дерново-подзолистых почв Смоленской области.

Анализ литературных данных позволил охарактеризовать уровень плодородия дерново-подзолистых почв Смоленской области. Исследования ряда авторов показали, что за последние 10 лет уровень плодородия почв снизился и продолжает снижаться [4, 8, 22].

Известно, что все обменные процессы (дыхание и фотосинтез) совершаются благодаря фосфору. Он является основной, осуществляющей передачу наследственных свойств, оказывает влияние на биосинтез ДНК [2, 21]. Из-за недостатка данного элемента у растений происходит замедление роста корневой системы, заметно ухудшается оплодотворяющая способность, сроки созревания сдвигаются, что крайне негативно сказывается на урожайности многих сельскохозяйственных культур, в том числе и льна-долгунца [2].

Максимальный рост средневзвешенной величины подвижного фосфора в почвах Смоленской области был отмечен в 6 цикле агрохимического обследования (1993-1997 гг.) с показателем 121,5 мг/кг, что в 2,4 раза больше, чем в 1 цикле обследования (1964-1970 гг.). За период с 1964 по 1997 год произошло снижение в 4 раза площади почв с

низкой (менее 50 мг/кг) обеспеченностью фосфором – с 68,1 до 20,4%. А в период с 1998 по 2016 год средневзвешенное содержание уменьшилось в 1,2 раза и составило 115,3 мг/кг. Оптимальное содержание фосфора в почве для возделывания льна-долгунца должно находиться в пределах 120-180 мг/кг [17]. Поэтому уровень содержания фосфора недостаточный для возделывания льна-долгунца в Смоленской области.

Недостаток калия в почве негативно сказывается на росте и развитии растений, заметно снижает их засухоустойчивость и морозостойкость. Этот показатель очень важен для растений льна-долгунца. Возвратные заморозки, которые часто наблюдаются в регионе во время появления всходов льна-долгунца, негативно отражаются на состоянии посевов. Часто это приводит к значительным потерям урожая как семян, так и волокна. Пахотные почвы региона обеспечены калием значительно хуже, чем фосфором, что вызывает особую тревогу. Средневзве-

шенная величина подвижного калия была наивысшей в 5 цикле агрохимического обследования (1988–1992) и составила 115,9 мг/г. Результаты первого цикла агрохимических испытаний показали, что площадь почв с пониженным содержанием этого элемента составляет 64,1%, средневзвешенная обеспеченность составила 76,5 мг/кг. К 2016 году средневзвешенное содержание калия в почвах региона снизилось до 92,7 мг/кг.

Непосредственно на опытных полях, принадлежащих ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», за период с 2016 по 2021 год были определены важные показатели почвенного плодородия, которые представлены в таблице 2. Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая, слабокислая (рН сол. = 5,43) со средним содержанием гумуса (2,44%), высоким содержанием подвижного фосфора (150,5 мг/кг), средним обменного калия (116,0 мг/кг).

Таблица 2 – Средневзвешенные значения показателей плодородия участка ОП Смоленский НИИСХ

Цикл (годы)	Средневзвешенная величина			
	кислотность, ед. рН	содержание		
		подвижного фосфора, мг/кг	обменного калия, мг/кг	гумуса, %
2016-2018	5,43	150,5	116,0	2,44
2019-2021	5,35	155,3	125,2	2,08

С 2019 по 2021 год агрохимический анализ почв показал: содержание гумуса составило 2,08%, что соответствует средней обеспеченности в почве, отмечена слабокислая реакция почвенной среды (5,35), высокое содержание подвижного фосфора (P_2O_5) – 155,3 мг/кг, повышенное содержание обменного калия – 125,2 мг/кг почвы. Такие почвы благоприятны для возделывания льна-долгунца, для получения семян и волокна.

Выводы. Таким образом, анализируя представленные данные десяти циклов агрохимического обследования области двумя станциями ФГБУ ГСАС «Смоленская», можно сделать вывод о том, что важные показатели почвенного плодородия региона (уровень кислотности,

содержание подвижного фосфора, обменного и подвижного калия, гумуса) находились на высоком уровне и достигали своего максимума к 1990 г., затем начиналось их заметное снижение. Это связано с применением до 1990 года минеральных и органических удобрений в оптимальных дозах, а также проведением известкования почв. Благодаря проведению таких мероприятий обеспечивался положительный баланс важнейших для льна-долгунца и других сельскохозяйственных культур элементов питания – фосфора и калия, повышалось содержание гумуса в почве. Однако на сегодняшний день в Смоленской области, по данным ФГБУ ГСАС «Смоленская», имеется около 450 тыс. га пашни различной степени закисленности.

Применение удобрений на таких почвах сопровождается снижением их отдачи урожая на 30-40%, что нередко приводит к отрицательному результату. Лен-долгунец в таких условиях не даёт высоких урожаев, что подтверждает необходимость проведения дальнейших исследований в данном направлении [14, 15].

Но на опытных участках, принадлежащих ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», показатели почвенного плодородия в последние годы находятся на недостаточном уровне, что позволяет выращивать лен-долгунец и получать высокие урожаи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов Н.В., Семизоров С.А., Шерстобитов С.В. Агробиохимия в эпоху точного земледелия // Плодородие почв и оценка продуктивности земледелия: материалы научно-производственной конференции с международным участием. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2018. – С. 57–67.
2. Васютенко В.В. Фосфор как один из главных элементов питания растений // Аграрная наука: материалы Международной конференции. – Ставрополь, 2018. – С. 63-65.
3. Великанова И.В., Попов Р.А. Региональные особенности развития льняного подкомплекса в условиях нарастающих кризисных явлений // Вестник АПК Верхневолжья. – 2020. – № 2(50). – С. 66–71.
4. Вершинин В.В., Липски С.А. О состоянии плодородия земель сельскохозяйственного назначения и мерах по его воспроизводству // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2017. – № 6. – С. 14–17.
5. Жлоба Л.Д., Кунанбаев К.К., Зуева Н.Б. Органическое вещество почвы и его групповой состав в различных севооборотах // Почвоведение и агрохимия. – 2020. – №3. – С. 34–42.
6. Кишлян Н.В., Мельникова Н.В., Рожмина Т.А. Механизмы адаптации льна-долгунца к повышенной кислотности почвы (обзор) // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2020. – № 181(4). – С. 205–212.
7. Красовская А.В., Мансапова А.И., Веремей Т.М. Лен-долгунец на волокно и семена // Агротайм. – 2018. – № 5 (55). – С. 28–30.
8. Кулов А.Р., Золотов Д.М. Система показателей оценки эффективности использования земли в сельскохозяйственном производстве // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – 2017. – № 26(31). – С. 72–78.
9. Мельцаев И.Г., Зинченко С.И., Эсдуллаев С.Т., Лощина А.Э. Севооборот и система обработки – основа повышения плодородия почв и урожайности в Верхневолжье / под ред. С.И. Зинченко. – Иваново: ПресСто, 2019. – 392 с.
10. Пролётова Н.В. Использование биотехнологических методов для создания новых генотипов льна, устойчивых к антракнозу // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 8. – С. 24–28.
11. Прудников А.Д., Прудникова А.Г., Яненков С.А., Богданова Л.И. Кислотно-поглощительные свойства дерново-подзолистых почв и возможности улучшения их состояния в Смоленской области // Цифровые технологии – основа современного развития АПК: материалы Международной научной конференции. – Смоленск: Смоленская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 88–94.
12. Прудников А.Д., Рыбченко Т.И., Романова И.Н. Адаптивное льноводство: монография / Под ред. А.В. Кучумова. – Смоленск: Универсум, 2016. – 216 с.
13. Региональная система земледелия Смоленской области / А.М. Конова, А.Ю. Гаврилова, Э.С. Рекашус [и др.]. – Москва: Типография ФГУП «Агронаучсервис» Россельхозакадемии, 2013. – 277 с.
14. Рожмина Т.А., Жученко А.А., Мельникова Н.В., Смирнова А.Д. Устойчивость образцов генофонда льна к эдафическому стрессу, вызванному пониженной кислотностью // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2020. – № 2(21). – С. 133–140.
15. Рысев М.Н., Федотова Е.Н., Волкова Е.С. Эффективность известкования дерно-

во-подзолистых почв в севооборотах со льном-долгунцом // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 4. – С. 8-16.

16. Самсонова Н.Е. Технологические основы удобрения сельскохозяйственных культур: учебное пособие. – Смоленск: Смоленская ГСХА, 2019. – 350 с.

17. Своеобразии льна-долгунца [Электронный ресурс]. URL:https://smolensk.sdexpert.ru/news/project/svoeobrazie-lnadolguntsa/?set_city=1 (дата обращения: 28.02.2023).

18. Слюсарь И.А., Бабурченкова З.П. Агрехимическое состояние почв Смоленской области // Продовольственная безопасность: от зависимости к самостоятельности: материалы Международной научно-практической конференции. – Смоленск: Смоленская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 172–177.

19. Слюсарь И.А., Силаева О.П., Бабурченкова З.П. Динамика показателей почвенного плодородия и использование средств химизации в Смоленской области // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – № 4(32). – С. 10–15.

20. Терентьев С.Е., Можекина Е.В. Исторический очерк о почвах Смоленской области // Управление устойчивым развитием сельских территорий региона: материалы Международной научно-практической кон-

ференции. – Смоленск: ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2018. – С. 139–144.

21. Теучеж А.А. Изучение роли подвижного фосфора в системе почва – удобрения – урожай // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 127. – С. 905–917.

22. Турусов В.И., Новичихин А.М., Богатых О.А., Бочарникова Е.Г. Биологические приемы повышения плодородия почвы и увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 10. – С. 27–31.

23. Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Смоленской области [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.rosreestr.gov.ru/> (дата обращения: 18.01.2023).

24. Ушаповский И.В., Васильев А.С., Щеголихина Т.А., Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Голубев И.Г. Анализ состояния и перспективные направления развития селекции и семеноводства технических культур: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформгротех», 2019. – 72 с.

25. Черкасова Н.Н., Жужжалова Т.П., Ткаченко И.П. Разработка оптимальных условий *in vitro* для повышения устойчивости регенерантов сахарной свёклы к засухе // Технология высоких урожаев. – 2020. – № 9. – С. 50–52.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Зотова Вероника Сергеевна, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», 17/56, Комсомольский проспект, г. Тверь, Российская Федерация, 170041, ORCID:<https://orcid.org/0000-0001-5230-0580>, e-mail: v.erofeeva.sml@fncl.ru

Коновна Аминат Мсостовна, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», 17/56, Комсомольский проспект, г. Тверь, Российская Федерация, 170041, e-mail: a.konova.sml@fncl.ru

Veronika S. Zotova, junior researcher, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 17/56 Komsomolsky pr., Tver, Russian Federation, 170041, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5230-0580>, e-mail: v.erofeeva.sml@fncl.ru

Aminat M. Konova, PhD in Agricultural Sciences, leading researcher, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 17/56, Komsomolsky pr., Tver, Russian Federation, 170041, e-mail: a.konova.sml@fncl.ru