

УДК 633.11 «324»: 631.527

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЗЕРНА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЯРОВОЙ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ МЕТОДОМ SDS-СЕДИМЕНТАЦИИ

© 2023 Т. В. Чахеева, Н.Э. Бугакова

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,  
Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н. М. Тулайкова,  
Безенчук, Россия

Статья поступила в редакцию 10.11.2023

В статье представлены результаты по одному из наиболее важных показателей качества зерна твердых сортов пшеницы – объёму осадка SDS-седиментации на протяжении трёх лет (2020–2022 гг.) коллекции из 37 образцов российской и иностранной селекции, выращенных в условиях Среднего Поволжья (Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН, пгт. Безенчук). Большинство изученных образцов в среднем за три года имели значения SDS-седиментации 23–34 мл, что соответствует слабой и средней группам по качеству клейковины. В сложных условиях на наливе (дожди, росы, туманы) в 2022 г. три образца – Ясенка, 18/1 (Краснодар) и Tammaroi (Австралия) – сформировали зерно с наивысшим значением SDS-седиментации. По абсолютным значениям SDS-седиментации в среднем за три года изучения (32–35 мл) выделились образцы ISD 17 (Италия), 18/1 (Краснодарский НИИСХ) и Триада (Самарский НИИСХ). Сорт Триада селекции Самарского НИИСХ показывал относительно высокие значения SDS-седиментации (28–44 мл, в среднем 35,3 мл) во все годы исследований. Выделенные образцы рекомендуются для использования в селекции твёрдой пшеницы в качестве исходного материала на качество зерна.

*Ключевые слова:* твердая пшеница (*Triticum durum* Desf.), сорт, клейковина, качество зерна, SDS-седиментация.

DOI: 10.37313/2782-6562-2023-2-4-64-70

EDN: TDAFME

### ВВЕДЕНИЕ

Всё многообразие диких и культурных пшениц подразделяют на 22 вида, которые разнятся между собой по биологическим, морфологическим и хозяйственным признакам [1]. При этом наибольшее развитие в зерновом производстве получили два вида пшеницы: мягкая (*Triticum aestivum* L.) и твердая (*Triticum durum* Desf.) [2].

Зерно твёрдой пшеницы – основное сырьё для макаронной, крупяной и кондитерской промышленности [3]. В настоящее время широкое распространение получают крупяные изделия (кус-кус, булгур, манная крупа и др.). Кроме того, зерно твердой пшеницы – единственный источник сырья для производства высококачественных макаронных изделий, обладающих высокой прочностью, низкой развариваемостью, способных долго храниться.

Главный критерий на сегодняшний день, по которому оценивают твердые пшеницы, – это качество зерна. В селекционном процессе из множества показателей качества важно

выделить такие, которые позволяют быстро и надёжно провести сравнительную оценку коллекционного и селекционного материала. Для оценки качества зерна селекционного материала для яровой твердой пшеницы используется показатель SDS-седиментации, предложенный J.W. Dick, J.S. Quick в 1983 году. Данный метод хорошо зарекомендовал себя в оценке селекционного материала твердых пшениц [4, 5]. Также отличительной способностью этого метода является его простота, поскольку для определения показателя требуются небольшой набор химических реагентов: молочная кислота 9,4%, додецилсульфат натрия (SDS) 2%, и дистиллированная вода [6]. При этом информативность исследования весьма высока: показатель SDS-седиментация (набухаемость муки, мл) тесно коррелирует с реологическими свойствами теста, а именно с параметрами определяемыми по клейковине (ИДК, индекс глютена, параметры глютографа), тесту (показатели приборов фаринограф, миксограф, альвеограф, миксолаб) и суспензии на приборе Gluto Peak [7]. По данным Н.С. Васильчука (2001) яровую твердую пшеницу можно считать высокого качества, если показатель SDS-седиментации более 40 мл, средней 35–40 мл, слабой менее 30 мл. [8,9].

Поэтому целью настоящего исследования было изучить коллекционный материал

Чахеева Тамара Вардкесовна, младший научный сотрудник лаборатории селекции и генетики мягкой пшеницы. E-mail: chakheeva@icloud.com

Бугакова Надежда Эдуардовна, младший научный сотрудник лаборатории селекции и генетики мягкой пшеницы. E-mail: bugakova1987@yandex.ru

яровой твёрдой пшеницы по параметру SDS-седиментации и выявить лучшие генотипы для дальнейшего их использования в селекции в качестве исходного материала.

### УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для проведения исследований по оценке качества зерна методом SDS-седиментации были использованы 37 сортообразцов яровой твёрдой пшеницы из мировой коллекции различного эколого-географического происхождения, изучавшихся в период с 2020 по 2022 год в Самарском НИИСХ – филиале СамНЦ РАН, расположенном в южной зоне Самарской области.

Посев делянок проводили в оптимальные для зоны сроки малогабаритной сеялкой СН-10Ц. Площадь делянки 10 м<sup>2</sup>, повторность опыта двухкратная. Уборку урожая проводили комбайном «Винтерштайгер Классик», оценку качества зерна проводили после подработки зерна на семяочистительной машине СМ-0,15. Определение качества клейковины по показателю SDS-седиментации (высота осадка в пробирке, мл) проводили по методике Н.С. Васильчука [8] в лаборатории технологического сервиса и массовых анализов Самарского НИИСХ.

Метеоусловия в годы изучения значительно различались (табл. 1), что позволило определить

реакцию сортов на изменения условий среды. 2020–2021 гг. характеризовались дефицитом осадков, значительным количеством засушливых дней с максимальной температурой воздуха выше 30 °С. Так, в 2020 году количество осадков за весь период вегетации составило 70,9 мм, а ГТК 0,41, что характеризует год как очень засушливый. В 2021 году эти показатели составили 137 мм и 0,70 соответственно, то есть условия года можно считать умеренно засушливыми.

В 2022 году количество осадков превысило среднемноголетнее значение на 30–40%, их распределение по периодам вегетации было достаточно равномерным и благоприятным для формирования высокого урожая. Сумма осадков за вегетационный период яровой твёрдой пшеницы 183 мм и ГТК 1,53 характеризуют условия года как избыточно увлажненные. Во время налива и созревания зерна наблюдались росы, дожди и туманы при снижении температуры воздуха.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

Дисперсионный анализ показал, что признак «SDS-седиментация» варьировал в изучаемой коллекции и зависел как от генотипа, так и от года исследований. Доля влияния фактора «генотип» составила 36,1%, фактора «год» – 36,3%. Изменчивость признака показана в таблице 2.

**Таблица 1.** ГТК за вегетационные периоды, 2020-2022 гг.

Показатель	Май	Июнь	Июль	За весь вегетационный период
2020 год				
Сумма осадков, мм	23,8	39,2	7,9	70,9
Сума активных температур, °С	451	549	723	1723
ГТК по Г.Т. Селянинову	0,52	0,71	0,11	0,41
2021 год				
Сумма осадков, мм	37,4	68,6	31,0	137,0
Сума активных температур, °С	604	661	695	1960
ГТК по Г.Т. Селянинову	0,62	1,04	0,44	0,70
2022 год				
Сумма осадков, мм	54,9	63,6	64,4	182,9
Сума активных температур, °С	318	558	638	1196
ГТК по Г.Т. Селянинову	1,73	1,14	1,10	1,53

**Таблица 2.** Изменчивость показателя SDS-седиментации в зерне коллекционных образцов яровой твёрдой пшеницы, 2020–2022 гг.

Сорт	Оригинатор	SDS-седиментация, мл			
		2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее
Безенчукская 210 (стандарт)	Самарский НИИСХ	26	27	22	25,0
Безенчукская золотистая	Самарский НИИСХ	32	30	24	28,6
Триада	Самарский НИИСХ, Краснодарский НИИСХ, ВНИИЗБК	44	34	28	35,3
Леукурум 1469-21	Самарский НИИСХ	26	22	24	24,0
Луч 25	НИИСХ Юго-Востока	31	31	22	28,0
Д2098	НИИСХ Юго-Востока	35	32	27	31,3
Валентина	НИИСХ Юго-Востока	30	30	22	27,3
Тамара	НИИСХ Юго-Востока	35	32	25	30,6
Саратовская золотистая	НИИСХ Юго-Востока	32	33	24	29,6
248	НИИСХ Юго-Востока	34	33	21	29,3
264	НИИСХ Юго-Востока	30	28	27	28,3
319	НИИСХ Юго-Востока	23	29	22	24,6
42-саратов-08	НИИСХ Юго-Востока	35	35	25	31,6
303d23-5	Краснодарский НИИСХ	29	33	23	28,3
Ясенка	Краснодарский НИИСХ	32	20	26	26,0
Ядрица	Краснодарский НИИСХ	28	25	30	27,6
18/1	Краснодарский НИИСХ	36	32	30	32,6
29/4	Краснодарский НИИСХ	31	36	28	31,6
Жемчужина Сибири	Омский НИИСХ	25	29	25	26,3

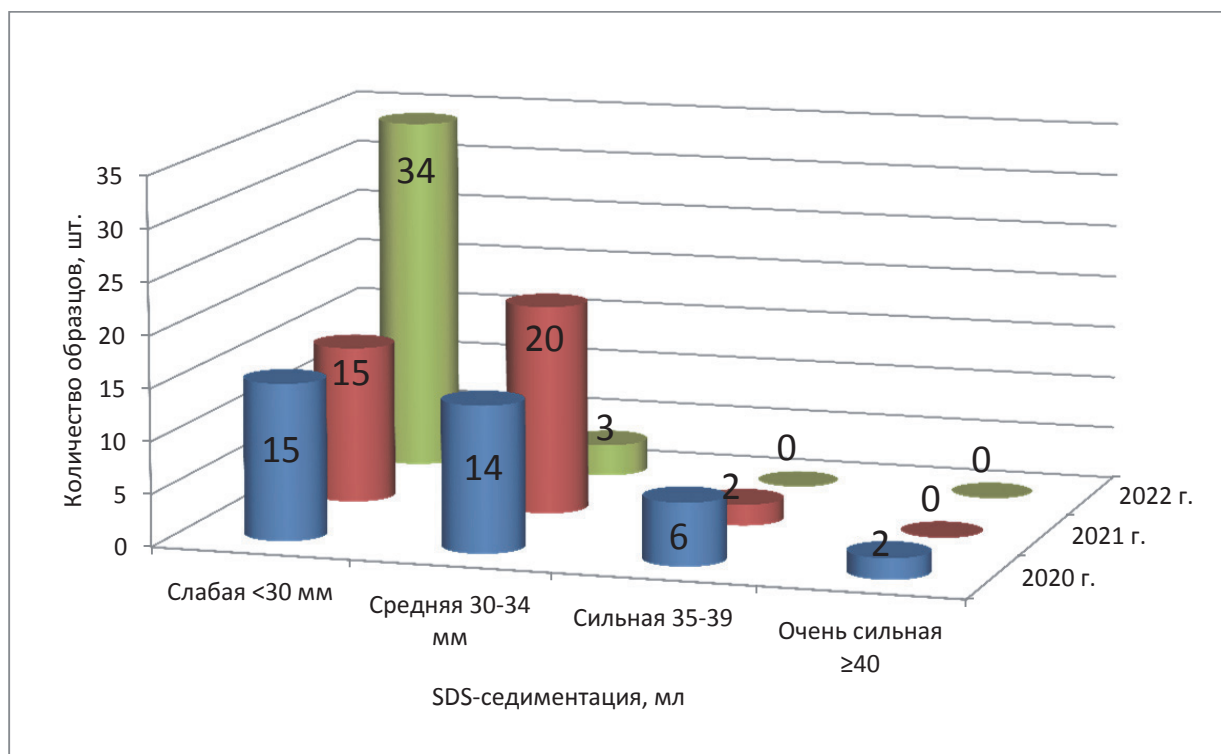
**Таблица 2.** Изменчивость показателя SDS-седиментации в зерне коллекционных образцов яровой твёрдой пшеницы, 2020–2022 гг. (окончание)

Краснокутка 13	Краснокутская селекционно-опытная станция	27	26	21	24,6
Гордеиформе 881	Алтайский НИИСХ	27	31	26	28,0
Нуперно	Австралия	31	31	25	29,0
Tammaroi	Австралия	33	30	30	31,0
Linie 5049 (Nax2)	Австралия	38	30	27	31,6
Usd 142N	Италия	42	30	24	32,0
PIETROFITA	Италия	32	32	27	30,3
G 58272	Италия	26	33	21	26,6
G 5863	Италия	32	34	28	31,3
№512	Италия	33	29	23	28,3
Usd 63	Италия	28	29	24	27,0
DLPM-54	Италия	31	30	19	26,6
557rissa/scoop1/T.boeticum	Турция	28	28	21	25,6
(22) canel08/sora /2/plata 12	СИММУТ	24	25	22	23,6
ISD 17	Италия	38	34	25	32,3
ISD 19	Италия	28	23	23	24,6
ISD 21	Италия	30	27	24	27,0
ISD 22	Италия	29	26	23	26,0
Среднее значение по годам, мл		31,1	29,7	24,5	28,5
Коэффициент вариации, %		15,1	12,5	11,5	10,1

Изученные в течение трёх лет 37 образцов по уровню SDS-седиментации были распределены на 4 группы: очень сильная ( $SDS \geq 40$  мл), сильная (35–39 мл), средняя (30–34 мл) и слабая ( $<30$  мл) (рисунок 1).

В 2020 году погодные условия способствовали формированию зерна с высоким качеством клейковины, в среднем в этот год оценка SDS-седиментации составила 31,1 мл – наивысшее значение за весь период исследований. Среди исследуемого набора образцов наиболее высокими величинами этого показателя отличились сорт Триада (Самарский НИИСХ) и итальянская

линия Usd 142N (44 и 42 мл, соответственно), они вошли в группу с очень сильной клейковиной ( $\geq 40$  мл). В группу с сильной клейковиной (35–39 мл) вошли: линия из Австралии Linie 5049 (Nax2), ISD 17 (Италия), российские линии и сорта Д 2098, 42-саратов-08, Тамара (НИИСХ Юго-Востока), а также линия 18/1 из Краснодарского НИИСХ. В группу со средней клейковиной (30–34 мл) попали генотипы из Италии и Австралии Tammaroi, Нуперно, PIETROFITA, G5863, № 512, DLPM-54, ISD 21. Также в результате исследований выделены образцы яровой твёрдой пшеницы с наименьшими величинами



**Рисунок 1** – Распределение образцов яровой твердой пшеницы по показателю SDS-седиментация за 2020-2022 гг.

SDS-седиментации (<30 мл): G 58272, Usd 63, ISD 19, ISD 22 (Италия), (22)canel08/sora/2/plata 12 (СИММУТ), Безенчукская 210 и Леукурум 1469-21 (Самарский НИИСХ).

В 2021 году, который по погодным условиям был более увлажнённым по сравнению с 2020 годом, среднее значение SDS-седиментации по опыту незначительно снизилось (29,7 мл), при этом ранжирование сортов и линий по группам изменилось.

Наблюдалось снижение показателя у линий Usd 142N (Италия) и Linie 5049 (Nax2) (Австралия), вошедших в 2020 году в группу с очень сильной и сильной клейковиной, а также Ясенка (Краснодарский НИИСХ), № 512 и DLPM-54 (Италия), Безенчукская золотистая (Самарский НИИСХ) и Tammaroi (Австралия) со средними в 2020 году значениями. Они переместились в группу сортов со слабой по SDS-седиментации клейковиной. Несколько образцов снизили качество клейковины с сильной и очень сильной до средней – Д2098 и Тамара (НИИСХ Юго-Востока), 18/1 (Краснодарский НИИСХ) и ISD 17 (Италия), Триада (Самарский НИИСХ).

У ряда образцов повысились показатели SDS-седиментации в 2021 году по сравнению с 2020 годом, например, 303d23-5 (Краснодарский НИИСХ), Гордеиформе 881 (Алтайский НИИСХ) и G 58272 (Италия) из «слабой» группы переместились в «среднюю», а линия 29/4 (Краснодарский НИИСХ) – из «средней» в «сильную». Единственным сортом, сохранившим принад-

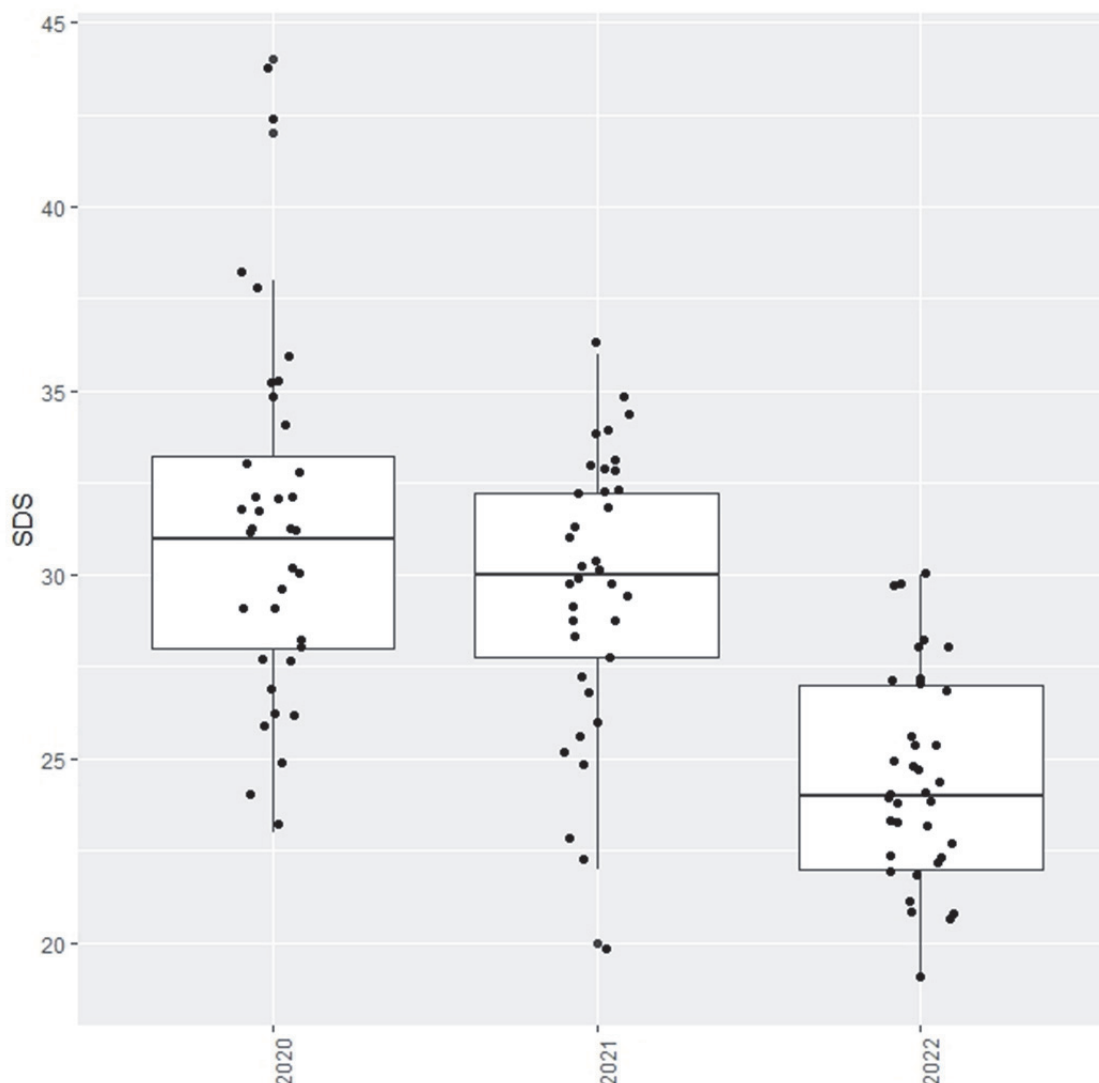
лежность к группе с сильной клейковиной в 2020 и 2021 годах была линия 42-саратов-08 (НИИСХ Юго-Востока).

Существенную разницу можно увидеть в наблюдениях 2022 года. Среднее значение SDS-седиментации составило 24,7 мл, что ниже, чем в предыдущие годы, ниже показатели были у всех сортов (табл. 2, рис. 2).

Анализ распределения сортов по группам во все годы исследований подтверждает, что 2022 год выделяется среди остальных. В группу со средним качеством клейковины (30–34 мл) в 2020 и 2021 годах вошли большинство сортов и селекционных линий – соответственно 14 и 20 образцов (или 38 и 54 %), тогда как в 2022 году почти все образцы (34 шт., или 92%) оказались в группе со слабым качеством клейковины (рис. 1).

Снижение значений SDS-седиментации в 2022 году, скорее всего, связано со сложившимися неблагоприятными погодными условиями, отмечавшимися в период налива и созревания зерна (дожди, холод, туман, росы). Известно, что эти факторы снижают качество зерна. Однако в ряде исследований показано большее влияние на SDS-седиментацию у пшениц генотипа по сравнению со средовыми условиями [10].

Лучшими на этом фоне стали образцы Ядрица и линия 18/1 из Краснодарского НИИСХ и австралийский сорт Tammaroi, в 2022 году они вошли в группу со средней по качеству клейковиной (30–35 мл). При этом сорт Ядрица в остальные годы имел слабую клейковину, сорт



**Рисунок 2** – Изменчивость показателя «SDS-седиментация» в изучаемой коллекции яровой твёрдой пшеницы в 2020–2022 гг.

Тамгаоі отличался стабильными по годам значениями седиментации (30–33 мл, коэффициент вариации  $C_v = 5,6\%$ ), а линия 18/1 выделялась в 2020 году сильной клейковиной (седиментация 36 мл).

В среднем за 3 года величина SDS-седиментации варьировала по изученным сортам и селекционным линиям от 23 до 35 мл. Самыми высокими средними показателями характеризовались образцы ISD 17 (Италия), 18/1 (Краснодарский НИИСХ) и Триада (Самарский НИИСХ) со значениями 32,3; 32,6 и 35,3 мл соответственно.

## ВЫВОДЫ

В 2020–2023 гг. в условиях степной зоны Среднего Поволжья изучен исходный материал яровой твердой пшеницы для селекции, включавший 37 образцов мировой коллекции, по показателю SDS-седиментации. Условия среды в период налива и созревания зерна

в годы исследований влияли на проявление данного признака. Большинство изученных сортов яровой твёрдой пшеницы в среднем за три года в большей степени относились к группам со средней и слабой клейковиной (значения SDS-седиментации 23–29 мл и 30–34 мл соответственно). В сложных условиях на наливе в 2022 г. три образца – Ясенка, 18/1 (Краснодар) и Тамгаоі (Австралия) – сформировали зерно с наивысшим значением SDS-седиментации. В результате исследований по абсолютным значениям SDS-седиментации в среднем за три года изучения (32–35 мл) выделились образцы ISD 17 (Италия), 18/1 (Краснодарский НИИСХ) и Триада (Самарский НИИСХ). Из них сорт Триада селекции Самарского НИИСХ (35,3 мл) наиболее способен формировать высокое качество зерна вне зависимости от погодных условий. Выделенные образцы рекомендуются для использования в селекции твёрдой пшеницы в качестве исходного материала на качество зерна.



## ASSESSMENT OF GRAIN QUALITY OF STARTING MATERIAL OF SPRING DURUM WHEAT BY SDS SEDIMENTATION METHOD

© 2023 T. V. Chakheeva, N.E. Bugakova

Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences,  
Samara Scientific Research Institute of Agriculture named after N. M. Tulaikov, Bezenchuk, Russia

The article presents the results on one of the most important indicators of grain quality of durum wheat varieties - the volume of SDS-sedimentation sediment over three years (2020–2022) of a collection of 37 samples of Russian and foreign selection grown in the conditions of the Middle Volga region (Samara Research Institute of Agriculture - branch of the SamSRC RAS, Bezenchuk town). Most of the studied samples, on average, over three years had SDS sedimentation values of 23–34 ml, which corresponds to weak and medium groups in terms of gluten quality. Under difficult loading conditions (rain, dew, fog) in 2022, three samples – Yasenka, 18/1 (Krasnodar) and Tammaroi (Australia) – formed grain with the highest SDS sedimentation value. Based on the absolute values of SDS sedimentation on average over three years of study (32–35 ml), samples ISD 17 (Italy), 18/1 (Krasnodar Research Institute of Agriculture) and Triad (Samara Research Institute of Agriculture) stood out. The Triada variety, bred at the Samara Research Institute of Agriculture, showed relatively high values of SDS sedimentation (28–44 ml, on average 35.3 ml) in all years of research. The selected samples are recommended for use in durum wheat breeding as a source material for grain quality.

*Key words:* durum wheat (*Triticum durum* Desf.), variety, gluten, grain quality, SDS sedimentation.

DOI: 10.37313/2782-6562-2023-2-4-64-70

EDN: TDAFME

### REFERENCES

1. *N.A. Majsuryan*, 1960; *V.F. Dorofeev*, 1976. Naibol'shee rasprostranenie polu-chili dva vida pshenicy: myagkaya (*T. aestivum* L) i tvyordaya (*T. Durum* Dest). (P.M. Zhukovskij, 1957.
2. Pshenica v SSSR / Pod red. akad. P. M. Zhukovskogo. – Moskva; Leningrad: Sel'hozgiz, 1957. – 632 s.
3. *Kazarceva, A.T.* Pshenica: monografiya / A.T. Kazarceva, V.V. Kazakova. – Krasnodar, 2007. – 354 s.
4. *Kazarceva, A.T.* Ekologo-geneticheskie i agronomicheskie osnovy povysheniya kachestva zerna/A.T. Kazarceva. – Majkop, 2004. – 146 s.
5. *Rozova, M.A.* Ocenka genofonda yarovoj tvrdoj pshenicy po pokazatelyu SDS-sedimentacii / M.A. Rozova, N.V. Barysheva, A.I. Ziborov, E.E. Egiazaryan // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2022. – T. 36. – № 6. – S. 17-23.
6. *Bebyakin, V.M.* Informativnost' pokazatelya DSN-sedimentaciya v svyazi s selekciej yarovoj tvrdoj pshenicy / V.M. Bebyakin, M.V. Butina, N.S. Vasil'chuk // Doklady VASKHNIL. – 1987. – №3. – S. 3–5.
7. Assessing the Rheological Properties of Durum Wheat Semolina: A Review (C. Cecchini, A. Bresciani, P. Menesatti and A. Marti, Foods. 2021. Vol. 10. №12. P 29 – 47. DOI:10.3390/foods10122947
8. *Samofalova, N.E.* Ispol'zovanie metoda SDS-sedimentacii v ocenke iskhodnogo materiala tvrdoj ozimoi pshenicy na kachestvo / N.E. Samofalova, M.A. Leshchenko, A.P. Samofalov, M.M. Kopus' // Zernovoe hozyajstvo Rossii. – 2014. – № 4(34). – S. 25–31.
9. *Vasil'chuk N.S.* Selekcija yarovoj tvrdoj pshenicy / N.S. Vasil'chuk. – Saratov, 2001.
10. *Kulevatova, T.B.* Osobennosti opredeleniya kachestva ozimoi myagkoj pshenicy metodom sedimentacionnogo analiza / T.B. Kulevatova, S.V. Lyashcheva, L.N. Zlobina, L.V. Andreeva // Zernovoe hozyajstvo Rossii. – 2021. – № 5 (77). – S. 51-56.

*Tamara Chakheeva, Junior Researcher at the Laboratory of Breeding and Genetics of Bread Wheat.*

*E-mail: chakheeva@icloud.com*

*Nadezhda Bugakova, Junior Researcher at the Laboratory of Breeding and Genetics of Bread Wheat.*

*E-mail: bugakova1987@yandex.ru*