

## ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ПОСЕВА И ВНЕСЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ

Чекусов М.С., ✉ Кем А.А., Михальцов Е.М., Шмидт А.Н., Даманский Р.В.

*Омский аграрный научный центр*

Омск, Россия

✉ e-mail: 55asc@bk.ru

Представлены преимущества и недостатки наиболее распространенных типов рабочих органов сеялок. Изучен сошник, позволяющий вносить минеральные удобрения ниже уровня посева семян зерновых культур с сохранением почвенной прослойки между ними. Двухфакторный полевой опыт проведен в четырехкратной повторности с постоянной нормой высева семян яровой мягкой пшеницы Омская 36 4,5 млн всхожих семян/га в 2021 г. Норма внесения минеральных удобрений с содержанием азота 34,4% составляла 0 (контроль), 100, 150, 200 кг/га на каждом типе исследуемых рабочих органов. Приведены результаты сравнительных исследований качества работы трех типов сошников на базе серийной сеялки СКП-2,1. В ходе полевого опыта определяли глубину заделки семян, полевую всхожесть, урожайность и качество зерна по вариантам. Лучшие показатели посева по глубине заделки семян яровой пшеницы обеспечили комбинированные и дисковые сошники. Наибольшая полевая всхожесть (72,7%) получена при посеве комбинированными сошниками с внесением аммиачной селитры в норме 150 кг/га, дисковыми сошниками при той же норме – 71,0%, с серийным лаповым сошником – 55,1%. Наибольшая урожайность (3,18 т/га) получена при посеве сеялкой СКП-2,1К с комбинированными сошниками при внесении 150 кг аммиачной селитры/га. При той же норме внесения удобрений урожайность при посеве дисковыми сошниками составила 3,16 т/га. Содержание сырой клейковины на контрольном варианте зарегистрировано 31,2%, при посеве комбинированным сошником – 34,1%, при посеве дисковым сошником с внесением аммиачной селитры в физическом весе 200 кг/га – 33,4%.

**Ключевые слова:** сеялка, сошник, способы посева зерновых, внесение удобрений, урожай зерно, качество зерна

## WHEAT CULTIVATION DEPENDING ON THE METHOD OF SEEDING AND NITROGEN FERTILIZER APPLICATION

Chekusov M.S., ✉ Kem A.A., Mixal'czov E.M., Shmidt A.N., Damanskij R.V.

*Omsk Agrarian Research Center*

Omsk, Russia

✉ e-mail: 55asc@bk.ru

The advantages and disadvantages of the most common types of seed drills are presented. A coulter has been studied that makes it possible to introduce mineral fertilizers below the level of sowing cereal seeds with preservation of the soil layer between them. Two-factor field experiment was conducted in four replications with a constant seeding rate of spring soft wheat Omskaya 36 4.5 million germinated seeds/ha in 2021. The rate of mineral fertilizers with a nitrogen content of 34.4% was 0 (control), 100, 150, 200 kg / ha on each type of the studied work tools. The results of comparative studies of the quality of three types of coulters on the basis of a serial seeder SKP-2,1 are presented. During the field experiment, the depth of seed embedding, field germination, yield and grain quality were determined according to the variants. The best seeding depth of spring wheat seeds was provided by combined and disc coulters. The highest field germination (72.7%) was obtained when seeding with combined coulters with the introduction of ammonium nitrate at a rate of 150 kg / ha, disc coulters at the same rate - 71.0%, with a standard tine coulter - 55.1%. The highest yield (3.18 t/ha) was obtained when seeding with SKP-2,1K drill with combined coulters at the application of 150 kg/ha of ammonium nitrate. At the same rate of fertilizer application, the yield when seeding with disc coulters was 3.16 t/ha. The content of crude gluten in the control variant was 31.2%, when seeding with a combined coulter - 34.1%, when seeding with a disc coulter with the introduction of ammonium nitrate in the physical weight of 200 kg/ha - 33.4%.

**Keywords:** seeder, coulter, grain seeding methods, fertilization, grain yield, grain quality

**Для цитирования:** Чекусов М.С., Кем А.А., Михальцов Е.М., Шмидт А.Н., Даманский Р.В. Возделывание пшеницы в зависимости от способа посева и внесения азотных удобрений // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 1. С. 90–99. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-1-10>

**For citation:** Chekusov M.S., Kem A.A., Mixal'czov E.M., Shmidt A.N., Damanskij R.V. Wheat cultivation depending on the method of seeding and nitrogen fertilizer application. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2022, vol. 52, no. 1, pp. 90–99. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-1-10>

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

## ВВЕДЕНИЕ

Основной причиной низкой эффективности возделывания сельскохозяйственных культур в Западной Сибири является несогласованность технологических и биологических циклов в различных климатических зонах. Для эффективного производства зерна рекомендуется активное освоение адаптивно-ландшафтной системы земледелия с набором агротехнологий различных уровней интенсификации на основе точного (цифрового) управления потенциалом природных ресурсов [1].

На основе агроландшафтного районирования, рациональной структуры использования посевных площадей, интенсификации производства обеспечивается рост производства зерна [2, 3].

Машинные технологии определяют уровень продуктивности растений, качества продукции и в конечном итоге формируют социальные и экологические стороны агропромышленного производства. Технические средства в совокупности с обеспечивающими их системами составляют материально-техническую базу технологий, адаптация которых к природно-климатическим условиям и ресурсным возможностям сельхозпроизводителя определяет уровень интенсивности. При этом необходимым условием является устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия [4].

В растениеводстве 76% сельскохозяйственных организаций и 78% КФХ производят продукцию по экстенсивным технологиям, в которых практически не используются достижения науки, передового отечественного и зарубежного опыта, не привлекаются в должной мере средства интенсификации

(минеральные удобрения и др.), используются машины старых поколений. Величина урожая зависит в основном от складывающихся погодных условий и естественного плодородия почв.

При интенсивном земледелии система удобрений предусматривает внесение 60–85 кг д.в. минеральных удобрений на один гектар севооборотной площади, в том числе азота 30 кг, фосфора 30–45, калия 10 кг. На основе почвенной диагностики фосфорные и калийные удобрения могут быть внесены в запас на ротацию севооборота или ежегодно под отдельные сельскохозяйственные культуры. Азотные удобрения должны вноситься перед посевом локально [5, 6].

В большей части существующих конструкций сошниковых групп, посев семян и внесение удобрений осуществляется совместно в один рядок (в один горизонт глубины). При этом наблюдается изменение направления роста (хемотропизм) корневой системы под влиянием химических веществ (удобрений). Недостаток этого способа – низкая эффективность использования стартовых удобрений, особенно при условии низкой влажности посевного слоя почвы. Поэтому предпочтительным является наличие прослойки почвы между семенами и туками для активного развития корневой системы растения и использования всего потенциала внесенных минеральных удобрений. Также при внесении туков на определенную глубину можно регулировать расположение корневой системы растений в пространстве пахотного слоя [7–9].

Существует несколько типов сошниковых групп: дисковые, лаповые, анкерные. В свою очередь, каждый из видов сошников может работать в сочетании с различными

дополнительными рабочими органами, исходя из выбранной технологии посева [10–12].

Работа дисковых сошников возможна лишь на заранее подготовленной предпосевной культивацией почвы. Для работы на химических парах, где на поверхности поля находится большое количество растительных остатков, рекомендуется использовать дефазно расположенные диски или диски с разными диаметрами, либо однодисковые сошники. Работа двухдискового сошника без дополнительно установленного впереди прорезного диска происходит без прорезания, а с вдавливанием растительно-соломистой массы в почву. Семена не в полной мере заделываются в почву, защемление среди соломистой массы снижает их полевую всхожесть. Применять дисковые сошники нежелательно при повышенной влажности почвы. К недостаткам дисковых сошников относится невозможность заделывать семена свыше 4 см на твердых пересохших почвах.

Наиболее универсальными являются лаповые сошники, выполняющие за один проход несколько технологических операций: культивацию, рыхление, посев и внесение удобрений. Если посевной слой пересох, то лаповые сошники могут производить посев на большую глубину (4–8 см), что позволяет получить всходы даже при самых неблагоприятных условиях.

Анкерные сошники способны заглубляться даже на самых плотных почвах, при этом заделывать семена практически на любую глубину. Они меньше воздействуют на почву в сравнении со стрелчатой лапой, оставляя узкие посевные полосы. Почва меньше рыхлится, на ее поверхности больше остается стерни и соломы, меньше испаряется влага [13, 14].

Всхожесть и развитие растений в значительной мере зависят от способа посева и внесения удобрений. Совместная заделка нежелательна, так как контакт минеральных удобрений с семенами влияет на всхожесть семян. Поэтому создание рабочих органов для стерневой зернотуковой сеялки с отдельным внесением семян и минеральных удобрений является важной задачей. С целью повышения эффективности

вносимых удобрений и урожайности культур нами разработан комбинированный сошник для отдельного внесения семян и удобрений [15].

Цель исследования – провести сравнительное изучение приемов возделывания яровой мягкой пшеницы сеялок СКП-2,1К, оборудованной сошниками для разноуровневого посева, и СДС-2,1 с дисковыми сошниками в сравнении с серийной СКП-2,1 (контроль). Определить влияние способа посева, размещения удобрений относительно семян и нормы внесения стартовых доз азотных удобрений на урожайность и качество зерна.

Задачи исследования:

- разработать схему полевого сравнительного опыта для выполнения посева зерновых по интенсивной технологии;

- провести лабораторно-полевые сравнительные исследования работы стерневой сеялки с комбинированными сошниками, дисковыми и серийными с оценкой качества и урожайности зерна.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Закладка полевого опыта проведена 20.05.2021 г. трактором МТЗ-82 в агрегате с базовой стерневой сеялкой-культиватором СКП-2,1. В процессе исследований сравнивали три вида сошников, установленных на раме базовой сеялки СКП-2,1: комбинированные сошники для разноуровневого посева (СКП-2,1К) конструкции Омского АНЦ, дисковые сошники (СДС-2.1), серийные лаповые сошники (СКП-2,1 – контроль). При разных способах и вариантах внесения удобрений (аммиачная селитра) норма устанавливалась 100, 150 и 200 кг/га. Предшественником при посеве была яровая пшеница. Основная обработка почвы осенью не проводилась. В качестве минерального удобрения применяли аммиачную селитру, которую вносили одновременно с посевом. В ходе полевого опыта определяли глубину заделки семян, полевую всхожесть, урожайность и качество зерна по вариантам. Опыт заложены по общепринятой методике Б.А. Доспехова.

Методика закладки и условия проведения полевого агротехнического опыта разработаны на основе СТО АИСТ 10 5.6–2003 Машины посевные. Программа и методы испытаний, ГОСТ 31345–2007 Сеялки тракторные. Методы испытаний.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Все проходы при посеве проводились при одинаковой норме высева яровой пшеницы Омская 36 (4,5 млн всхожих семян/га). Весь объем работ был выполнен в течение одной рабочей смены. На схеме представлены варианты одной повторности опыта (см. рис. 1).

Опыт был двухфакторный, повторность четырехкратная. Предшественник яровая пшеница. Основная обработка почвы осенью не проводилась. Удобрения вносили одновременно с посевом, процентное содержание питательных веществ в удобрении 34,4%. Посев проводили яровой пшеницей Омская 36. Качественные показатели семян: масса 1000 зерен – 33 г, полевая всхожесть – 92%, влажность – 14%. Норма высева по всем повторностям – 4,5 млн всхожих зерен/га. Глубина заделки семян – 6 см.

Общее число учетных делянок 48, размер опытного участка 0,25 га. В ходе полевого опыта определялись следующие показатели: полевая всхожесть, равномерность

глубины посева и урожайность по вариантам. Гербицидная обработка посевов проходила 20 июня. Уборка делянок проведена 06.09.2021 г. селекционным комбайном Wintersteiger.

Всходы, полученные на делянках при работе каждого типа сошниковых групп, показаны на рис. 2.

Равномерное размещение семян на заданную глубину является важнейшим показателем как оценки посева, так и работы сошниковой группы. Глубина заделки семян может меняться в широких пределах в зависимости от увлажнения посевного слоя и погодных условий во время посева. Если весна влажная, то рекомендуется посев производить на глубину 4–5 см. При жаркой сухой ветреной погоде во время посевной глубина сева может достигать 6–8 см. Не рекомендуется производить посев зерновых культур на глубину меньше 4 см, так как почвы быстро пересыхают и семя не успевает дать проросток.

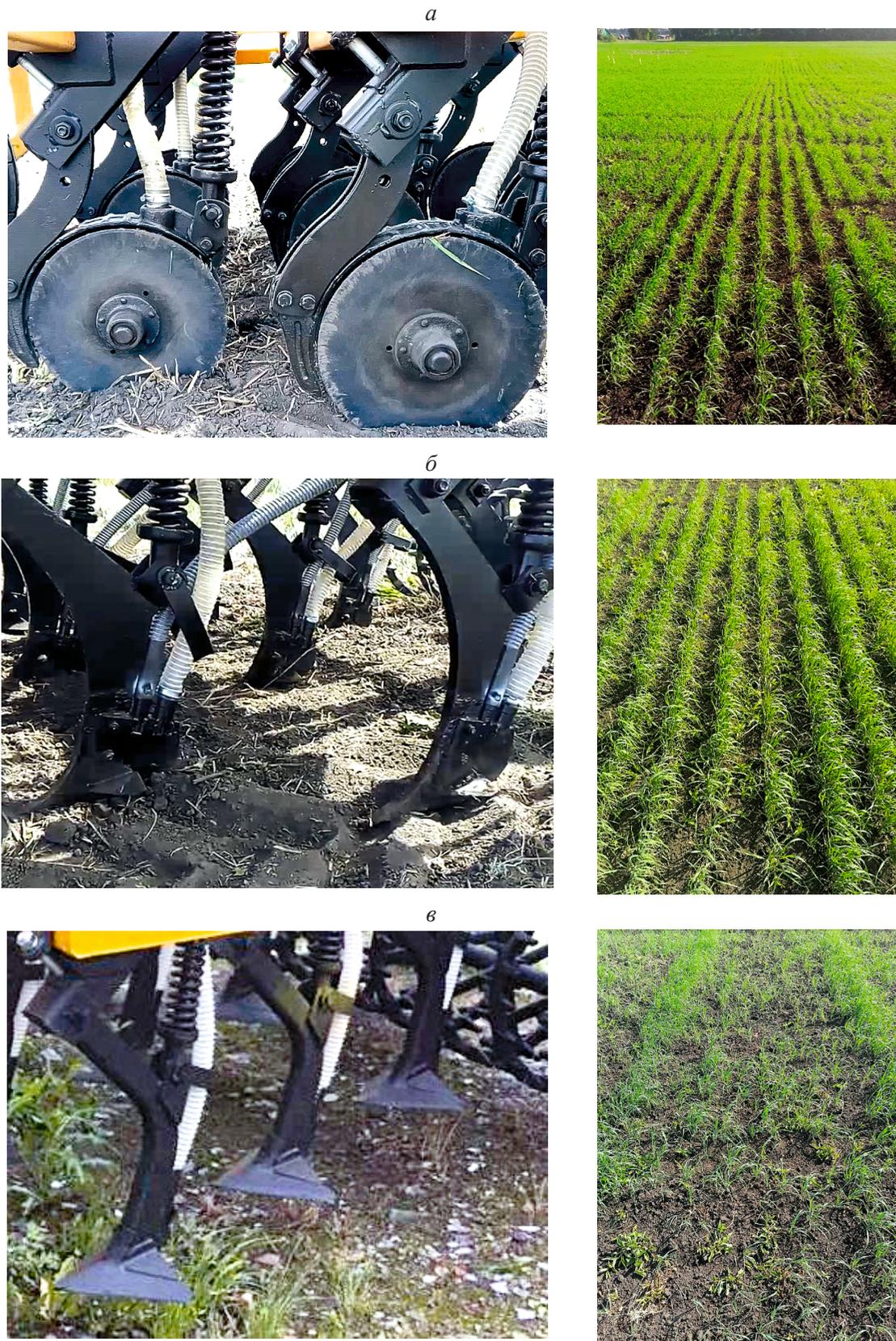
В табл. 1 приведены расчетные показатели по глубине заделки семян (по этилированной части растений) каждой из исследуемых сошниковых групп.

Сравнительные полевые испытания показали, что коэффициент вариации сеялки СКП-2,1 с серийными лаповыми сошниками

| Ширина участка 29,4 м |                              |           |           |           |                               |           |           |           |   |           |           |           |                 |
|-----------------------|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|---|-----------|-----------|-----------|-----------------|
| Длина участка 50 м    | Учетные делянки              |           |           |           |                               |           |           |           |   |           |           |           |                 |
|                       | 1                            | 2         | 3         | 4         | 5                             | 6         | 7         | 8         | 9                                       | 10        | 11        | 12        |                 |
| Защитная полоса       | Сеялка СДС-2,1 без удобрения | 200 кг/га | 150 кг/га | 100 кг/га | Сеялка СКП-2,1К без удобрения | 200 кг/га | 150 кг/га | 100 кг/га | Сеялка СКП-2,1 (контроль) без удобрения | 200 кг/га | 150 кг/га | 100 кг/га | Защитная полоса |

Рис. 1. Схема закладки одной повторности опыта

Fig. 1. The scheme of setting up one repetition of the experiment



**Рис. 2.** Общий вид исследуемых сошниковых групп с результатами всходов:

*a* – двухдисковые сошники сеялки СДС-2,1; *б* – сошники для разноуровневого посева и внесения минеральных удобрений сеялки СКП-2,1К; *в* – серийные лаповые сошники сеялки СКП-2,1 – контроль

**Fig. 2.** General view of the investigated coulters groups with the results of shoots:

*a* – double-disc coulters of the SDS-2.1 seeder; *б* – openers for multilevel seeding and application of mineral fertilizers of the SKP-2.1K seeder; *в* – serial tine coulters of the SKP-2.1 seeder – control

**Табл. 1.** Расчетные показатели сеялок по глубине заделки семян

**Table 1.** Estimated indicators of seeders by seed placement depth

| Показатель                          | СКП-2,1 | СКП-2,1К | СДС-2,1 |
|-------------------------------------|---------|----------|---------|
| Средняя глубина заделки, см         | 5,58    | 5,89     | 5,60    |
| Среднеквадратическое отклонение, см | 1,13    | 0,92     | 0,91    |
| Коэффициент вариации, %             | 20      | 13       | 13      |

составил 20%, сеялок СКП-2,1К и СДС-2,1, оборудованных соответственно комбинированными и дисковыми сошниками, – 13%, что указывает на лучшую устойчивость хода данных сошников по глубине заделки семян.

Полевую всхожесть растений по каждому типу сошниковых групп определяли после появления полных всходов на участках с площади 1 м<sup>2</sup>. На рис. 3 представлен график зависимости полевой всхожести от типа применяемого сошника и нормы внесения азотных удобрений.

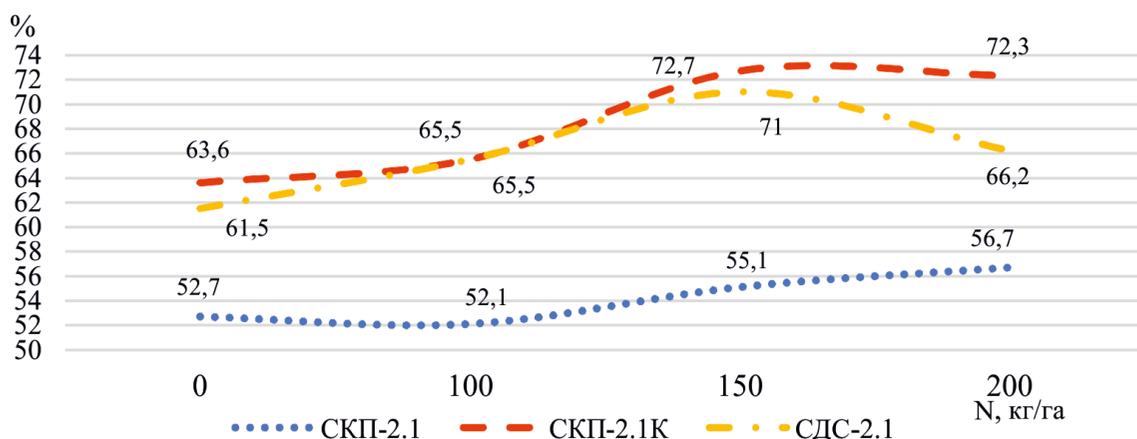
Полученные результаты свидетельствуют о том, что полевая всхожесть на контроле при посеве без удобрения на серийных лаповых сошниках составила 52,7%, комбинированных сошниках – 63,6%, дисковых – 61,5%. Наибольшая полевая всхожесть (72,7%) получена при внесении аммиачной селитры нормой 150 кг/га в варианте с комбинированными сошниками. На дисковых сошниках при той же норме – 71,0%.

На рис. 4 изображен общий вид опытного участка перед уборкой и процесс уборки учетных делянок селекционным комбайном Wintersteiger.

До начала процесса уборки с каждой учетной делянки производили сбор снопов для последующего проведения структурного анализа. В табл. 2 приведены значения полученной урожайности зерна яровой пшеницы при уборке селекционным комбайном Wintersteiger, а также по результатам обмола собранного снопового материала в лаборатории на селекционной молотилке.

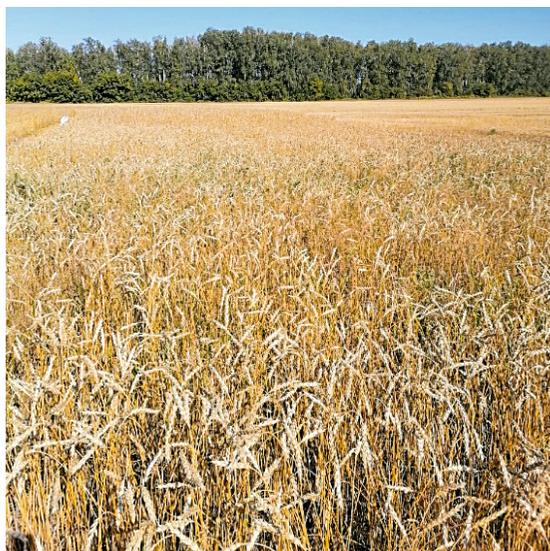
На рис. 5 представлен график зависимости урожайности зерна яровой пшеницы Омская 36 от типа сошника и нормы внесения азотных удобрений после обмола учетных делянок селекционным комбайном Wintersteiger.

Анализ результатов урожайности показывает, что прибавка зерна зависит от способа внесения удобрений и их нормы. Наиболь-



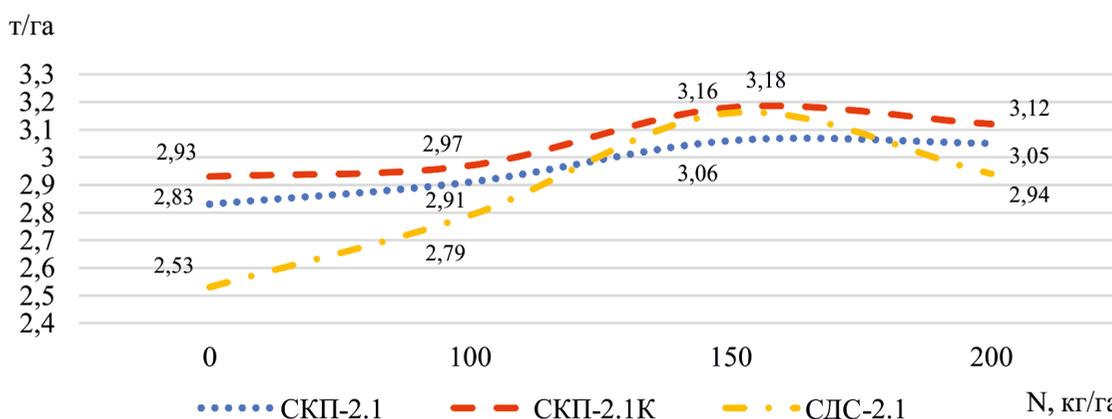
**Рис. 3.** Полевая всхожесть семян яровой пшеницы в зависимости от типа сошника и нормы внесения удобрений, %

**Fig. 3.** Field germination of spring wheat seeds depending on the coulter type and the fertilizer application rate, %



**Рис. 4.** Общий вид опытного участка и процесс уборки учетных делянок

**Fig. 4.** General view of the experimental plot and the process of harvesting of the registration plots



**Рис. 5.** Урожайность зерна при уборке комбайном в зависимости от типа сошника и нормы внесения удобрений, т/га

**Fig. 5.** Grain yield depending on the coulter type and the fertilizer application rate, t/ha

**Табл. 2.** Количество клейковины по каждому из вариантов, %

**Table. 2.** The amount of gluten for each of the options, %

| Вариант                        | Количество клейковины |
|--------------------------------|-----------------------|
| СКП-2,1 (контроль)             | 31,2                  |
| СКП-2,1 + 100 кг/га удобрения  | 30,1                  |
| СКП-2,1 + 150 кг/га удобрения  | 34,6                  |
| СКП-2,1 + 200 кг/га удобрения  | 37,0                  |
| СКП-2,1К                       | 31,2                  |
| СКП-2,1К + 100 кг/га удобрения | 31,0                  |
| СКП-2,1К + 150 кг/га удобрения | 36,1                  |
| СКП-2,1К + 200 кг/га удобрения | 38,0                  |
| СДС-2.1                        | 32,0                  |
| СДС-2.1 + 100 кг/га удобрения  | 30,0                  |
| СДС-2.1 + 150 кг/га удобрения  | 35,1                  |
| СДС-2.1 + 200 кг/га удобрения  | 36,5                  |

шая урожайность (3,18 т/га) получена при посеве сеялкой СКП-2,1К с комбинированными сошниками при внесении 150 кг аммиачной селитры /га. При посеве дисковым сошником при той же норме урожайность составила 3,16 т/га. В сравнении с контролем при той же норме эти значения выше на 3%.

После проведения уборки с каждого из вариантов опыта собирали зерновой материал для проведения оценки качества зерна в лаборатории качества зерна Омского АНЦ. В табл. 2 приведены качественные показатели зерна мягкой яровой пшеницы – клейковины.

Содержание сырой клейковины при посеве СКП-2,1(контроль) составило 31,2%, при посеве сеялкой СКП-2,1К, оборудованной комбинированными сошниками для разноуровневого посева и внесения азотных удобрений, – 34,1%, при посеве сеялками с двухдисковыми сошниками – 33,4% (см. табл. 2). Максимальные значения содержания сырой клейковины получены по всем вариантам посева с внесением аммиачной селитры в физическом весе 200 кг/га и составили соответственно от типа сошника и способа внесения 37,0% (контроль), 38,0 (разноглубинная обработка) и 36,5% (посев дисковыми рабочими органами).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнительные испытания различных типов сошников на базе серийной сеялки СКП-2,1 согласно разработанной схеме опыта показали, что по глубине заделки семян яровой пшеницы наилучшие показатели обеспечивают комбинированные и дисковые рабочие органы.

Наибольшая полевая всхожесть (72,7%) получена при посеве комбинированными сошниками при внесении аммиачной селитры нормой 150 кг/га, при посеве дисковыми сошниками при той же норме – 71,0%, серийным лаповым сошником – 55,1%. Наибольшая урожайность (3,18 т/га) получена при посеве сеялкой СКП-2,1К с комбинированными сошниками при внесении 150 кг аммиачной селитры/га. При той же норме внесения удобрений урожайность при посеве

дисковыми сошниками составила 3,16 т/га. Максимальное содержание сырой клейковины получено по всем вариантам посева (контроль, комбинированный, дисковые сошники) при внесении аммиачной селитры в физическом весе 200 кг/га и составило 37,0; 38,0; 36,5% соответственно от типа сошника и способа внесения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Система адаптивного земледелия Омской области: монография. Омск: Издательство ИП Макшеевой Е.А., 2020. 522 с.
2. Тю Л.В., Афанасьев Е.В., Быков А.А., Алеценко О.А. Экономическая эффективность и перспективы развития зернового производства в Сибири // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2021. № 1. С. 28–32.
3. Visser O., Spoor M., Mamonova N. Is Russia the Emerging Global 'Breadbasket'? Re-cultivation, Agroholdings and Grain Production // Europe-Asia Studies. 2014. Vol. 66. N 10. P. 1589–1610. DOI: 10.1080/09668136.2014.967569.
4. Matvejenko D., Komarov A., Lekomtsev P., Nugis E. Optimization of options for differential application of nitrogen fertilizers in the precision farming system // Journal of Agricultural Science. 2020. Vol. 31. N 1. P. 41–46. DOI: 10.15159/jas.20.06.
5. Gostev A.V., Pykhtin A.I. Structure of costs and expenditures in agro technologies of different intensity levels // Journal of Applied Engineering Science. 2017. Vol. 15. N 4. P. 463–466. DOI: 10.5937/jaes15-15455.
6. Shumaev V., Kulikova Ju., Orehov A., Polikanov A. Investigation of the grain seeder opener operation for environmental friendly technologies of crops production // Scientific papers-series a-agronomy. 2020. Vol. 63. N 1. P. 527–532.
7. Кем А.А., Чекусов М.С., Шмидт А.Н. Влияние работы комбинированного сошника на качество и урожайность зерна // Тракторы и сельхозмашины. 2020. № 6. С. 72–77. DOI: 10.31992/0321-4443-2020-6-72-77.
8. Singh K., Agrawal K., Jat D., Kumar M., Kushwaha H., Shrivastava P., Tripathi H. Design, development and evaluation of furrow opener for differential depth fertilizer application // Indian journal of agricultural sciences. 2016. N 86. P. 250–255.

9. Чекусов М.С., Кем А.А., Демчук Е.В., Шевченко А.П. Влияние способа внесения удобрений и посева на урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2020. № 1 (37). С. 137–144.
10. Демчук Е.В., Голованов Д.А., Янковский К.А. К вопросам совершенствования технологии посева зерновых культур // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2016. № 6. С. 45–48.
11. Aduov M., Nukusheva S., Esenalikaspakov E., Kazbekisenov K., Volodya K. Analysing the results of the field tests of an experimental seeder with separate introduction of seeds and fertilizers // International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development. 2019. Vol. 9. N 4. P. 589–598. DOI: 10.24247/ijmperdaug201958.
12. Чекусов М.С., Кем А.А., Юшкевич Л.В. Оценка эффективности машинных технологий возделывания яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири // Вестник Омского государственного университета. 2019. № 4. С. 185–192.
13. Aduov M.A., Kapov S.N., Nukusheva S.A., Rakhimzhanov M.R. Components of coulter tractive resistance for subsoil throwing about seeds planting // Life Science Journal. 2014. Vol. 11. N 5s. P. 67–71.
14. Назаров Н.Н., Нестяк В.С., Яковлев Н.С. Влияние конструктивных и режимных параметров анкерного сошника на формирование посевной борозды // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 1. С. 80–88. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-10.
15. Кем А.А., Чекусов М.С., Шмидт А.Н. Комбинированный сошник для посева зерновых культур // Сельский механизатор. 2021. № 3. С. 6–7.
3. Visser O., Spoor M., Mamonova N. Is Russia the Emerging Global 'Breadbasket'? Re-cultivation, Agroholdings and Grain Production. *Europe-Asia Studies*, 2014, vol. 66, no. 10, pp. 1589–1610. DOI: 10.1080/09668136.2014.967569.
4. Matvejenko D., Komarov A., Lekomtsev P., Nugis E. Optimization of options for differential application of nitrogen fertilizers in the precision farming system. *Journal of Agricultural Science*, 2020, vol. 31, no. 1, pp. 41–46. DOI: 10.15159/jas.20.06.
5. Gostev A.V., Pykhtin A.I. Structure of costs and expenditures in agro technologies of different intensity levels. *Journal of Applied Engineering Science*, 2017, vol. 15, no. 4, pp. 463–466. DOI: 10.5937/jaes15-15455.
6. Shumaev V., Kulikova Ju., Orehov A., Polikanov A. Investigation of the grain seeder opener operation for environmental friendly technologies of crops production. *Scientific papers-series a-agronomy*, 2020, vol. 63, no. 1, pp. 527–532.
7. Kem A.A., Chekusov M.S., Shmidt A.N. The influence of the combined coulter operation on the quality and yield of grain. *Traktory i sel'khoz mashiny = Tractors and agricultural machinery*, 2020, no. 6, pp. 72–77. (In Russian). DOI: 10.31992/0321-4443-2020-6-72-77.
8. Singh K., Agrawal K., Jat D., Kumar M., Kushwaha H., Shrivastava P., Tripathi H. Design, development and evaluation of furrow opener for differential depth fertilizer application. *Indian journal of agricultural sciences*, 2016, no. 86, pp. 250–255.
9. Chekusov M.S., Kem A.A., Demchuk E.V., Shevchenko A.P. Influence of the method of fertilization and sowing on the yield and grain quality of spring wheat, *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Omsk SAU*, 2020, no. 1 (37), pp. 137–144. (In Russian).
10. Demchuk E.V., Golovanov D.A., Yankovskii K.A. On the issues of improving the technology of sowing grain crop. *Traktory i sel'skokhozyaistvennyye mashiny = Tractors and agricultural machinery*, 2016, no. 6, pp. 45–48. (In Russian).
11. Aduov M., Nukusheva S., Esenalikaspakov E., Kazbekisenov K., Volodya K. Analysing the results of the field tests of an experimental seeder with separate introduction of seeds and fertilizers. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and*

## REFERENCES

1. *The system of adaptive farming in the Omsk region*. Omsk, SP Maksheeva E.A. Publ., 2020, 522 p. (In Russian).
2. Tyu L.V., Afanas'ev E.V., Bykov A.A., Aleshchenko O.A. Economic efficiency and prospects for the development of grain production in Siberia. *Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii = Economy of agricultural and processing enterprises*, 2021, no. 1, pp. 28–32. (In Russian).

- Development*, 2019, vol. 9, no. 4, pp. 589–598. DOI: 10.24247/ijmperdaug201958.
12. Chekusov M.S., Kem A.A., Yushkevich L.V. Evaluation of the effectiveness of machine technologies for the cultivation of spring wheat in the forest-steppe of Western Siberia. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo universiteta = Herald of Omsk University*, 2019, no. 4, pp. 185–192. (In Russian).
  13. Aduov M.A., Kapov S.N., Nukusheva S.A., Rakhimzhanov M.R. Components of coulter tractive resistance for subsoil throwing about seeds planting. *Life Science Journal*, 2014, vol. 11, no. 5s, pp. 67–71.
  14. Nazarov, N.N., Nestyak V.S., Yakovlev N.S. Effect of constructive and operating parameters of anchor plowshare on the formation of drill furrow. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2019, vol. 49, no. 1, pp. 80–88. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-10.
  15. Kem A.A., Chekusov M.S., Shmidt A.N. Combined opener for sowing grain crops. *Sel'skii mekhanizator = Selskiy mekhanizator*, 2021, no. 3, pp. 6–7. (In Russian).

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Чекусов М.С.**, кандидат технических наук, доцент, директор

✉ **Кем А.А.**, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом; **адрес для переписки:** Россия, 644012, Омск, Проспект Академика Королева, 26; e-mail: 55asc@bk.ru

**Михальцов Е.М.**, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник

**Шмидт А.Н.**, младший научный сотрудник, аспирант

**Даманский Р.В.**, ведущий специалист

## AUTHOR INFORMATION

**Maksim S. Chekusov**, Candidate of Science in Engineering, Associate Professor, Director

✉ **Aleksandr A. Kem**, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher, Head of Department; **address:** 26, Akademika Koroleva avenue, Omsk, 644012, Russia; e-mail: 55asc@bk.ru

**Evgenij M. Mixal'czov**, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher

**Andrej N. Shmidt**, Junior Researcher, Postgraduate Student

**Roman V. Damanskij**, Lead Specialist

*Дата поступления статьи / Received by the editors 07.10.2021*  
*Дата принятия к публикации / Accepted for publication 25.01.2022*  
*Дата публикации / Published 25.03.2022*