

## ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ КОМБИНИРОВАННОГО СОШНИКА

Максим Сергеевич Чекусов, кандидат технических наук  
Александр Александрович Кем, кандидат технических наук  
Евгений Михайлович Михальцов, кандидат технических наук  
Андрей Николаевич Шмидт, аспирант  
ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», г. Омск, Россия  
E-mail: kem@anc55.ru

**Аннотация.** Необходимость совершенствования рабочих органов посевных машин определяется разнообразием физико-механических свойств семян сельскохозяйственных культур, трудоемкостью и способами их посева, а также требованиями агротехнологий и различием почвенно-климатических условий. Разработана конструкция сошника для технологии ресурсосберегающего земледелия, позволяющая выполнять посев зерновых культур с одновременным внесением гранулированных минеральных удобрений ниже уровня посева семян. Изготовлен комплект сошников применительно к сеялке-культиватору СКП-2.1. На полях ФГБНУ «Омский АНЦ» с 2019 по 2021 год определяли качество и урожайность зерна яровой мягкой пшеницы Омская 36 в зависимости от способа внесения минеральных удобрений. При установке комплекта разработанных сошников к названию сеялки добавлен индекс «М» – СКП-2.1М. По годам представлены результаты средней урожайности и качества зерна согласно вариантам исследования. Установлено, что на делянках, где посев проводили разработанной конструкцией сошников, в среднем прибавка урожая составила 11% (0,3 т/га), по сравнению с посевом серийно выпускаемыми стрельчатыми сошниками. Максимальная прибавка урожая 16% и (0,4 т/га) отмечена в вариантах посева сеялкой СКП-2.1М с нормами внесения минеральных удобрений 150 и 200 кг/га. Наибольшая масса 1000 зерен (35,7 г) получена на делянке посеянной сеялкой СКП-2.1М с удобрениями (150 кг/га). В этом же варианте в среднем за три года наибольшее содержание клейковины – 29,8%, белка – 15,05%. Наименьшая масса 1000 зерен – 34,1 г в варианте посева СКП-2.1 без удобрений. Отсутствие внесения удобрений в данном варианте сказалось на уменьшении клейковины (до 27,4%) и белка (13,98%) в среднем за три года.

**Ключевые слова:** сошник, минеральные удобрения, посев, пшеница, урожайность

## FIELD STUDIES OF THE OPERATION OF THE COMBINED COULTER

M.S. Chekusov, PhD in Engineering Sciences  
A.A. Kem, PhD in Engineering Sciences  
E.M. Mikhaltsov, PhD in Engineering Sciences  
A.N. Shmidt, PhD Student  
FSBSI “Omsk Agrarian Scientific Center”, Omsk, Russia  
E-mail: kem@anc55.ru

**Abstract.** The need to improve the working bodies of sowing machines is determined by the variety of physical and mechanical properties of seeds of agricultural crops, the complexity and methods of their sowing, as well as the requirements of agricultural technologies and the difference in soil and climatic conditions. A coulters design has been developed for the technology of resource-saving agriculture, which allows sowing grain crops with simultaneous application of granular mineral fertilizers below the seeding level. A set of coulters was made in relation to the seeder-cultivator SKP-2.1. In the fields of the Omsk ANC for three years from 2019 to 2021, field experiments were conducted to determine the quality and yield of spring soft wheat grain “Omsk 36”, depending on the method of applying mineral fertilizers. When installing a set of developed coulters, the index “M” – UPC-2.1M was added to the name of the seeder. The results of the average yield and grain quality according to the conducted research options are presented by year. It was found that on plots where sowing was carried out by the developed design of coulters, on average, the yield increase was 11% or 0.3 t/ha, compared with sowing by mass-produced lancet coulters. The maximum yield increase of 16% or 0.4 t/ha is noted on the sowing variants with the UPC-2 seeder. 1M with mineral fertilizer application rates of 150 and 200 kg/ha in physical weight. The largest mass of 1000 grains is 35.7 g., obtained on a plot sown with a seeder SKP-2.1M with fertilization of 150 kg/ha. On the same variant, on average for three years, the highest gluten content of 29.8%, as well as protein of 15.05%, is noted. The smallest mass of 1000 grains is 34.1 g., on the UPC-2.1 sowing variant without fertilization. The lack of fertilization in this variant affected the reduction of gluten to 27.4% and protein to 13.98% on average over three years.

**Keywords:** coulters, mineral fertilizers, sowing, wheat, yield

Основная задача производства продукции растениеводства – увеличение урожайности возделываемых культур. Она может быть решена с помощью применения сельскохозяйственными организациями новых научно-обоснованных достижений, которые базируются на использовании перспективных высокопродуктивных сортов, сбалансированном наличии в почве питательных веществ и обеспечении

благоприятных условий корневого питания растений, с помощью минеральных удобрений. Во многих сельхозпредприятиях величина урожая зависит в основном от погодных условий и естественного плодородия почв. [2–4, 7, 10, 11, 14]

По рекомендациям агрохимических служб при переходе на систему интенсивного земледелия внесение минеральных удобрений должно составлять

60...85 кг действующего вещества, из них азот – 30, фосфор – 30...45, калий – 10 кг. Фосфорные и калийные удобрения можно вносить как в запас на ротацию севооборота, так и каждый год под отдельные виды культур. Азотные удобрения необходимо вносить локально, совместно с посевом, предпочтительно ниже уровня высева семян с почвенной прослойкой между ними. При поверхностном внесении, с последующей заделкой орудиями для поверхностной обработки почвы, примерно 40...50% удобрений заделывают в верхние, более иссушенные слои – 0...5 см. В условиях засухи всходы зерновых культур практически не обеспечены минеральным питанием. Небольшое количество осадков провоцирует рост семян сорных растений, находящихся на глубине 2...5 см. При размещении удобрения на 3...4 см ниже уровня высеваемой культуры, семена получают более благоприятные условия питания. [1, 6, 12, 13]

Данный способ объясняется тем, что минеральные удобрения располагаются в более влажном слое почвы. Это повышает их разложение и отдачу от внесения, а почвенная прослойка между семенами и удобрениями позволяет свести к минимуму негативное воздействие азотных удобрений с высокой концентрацией. Уменьшаются потери азота на испарение. Культурное растение становится более конкурентноспособным по отношению к сорным растениям. При таком способе внесения минеральных удобрений совместно с посевом, необходимо разрабатывать и создавать универсальные рабочие органы посевных машин. [8, 9, 15]

Проведя анализ научно-технической литературы, патентно-поисковые исследования, учеными инженерами ФГБНУ «Омский АНЦ» разработан и изготовлен комплект сошников (9 шт.) применительно к базовой сеялке-культиватору СКП-2.1, осуществляющий внесение минеральных удобрений ниже уровня высева семян с почвенной прослойкой между ними. [5]

Цель работы – провести сравнительные полевые опыты по определению качества и урожайности зерна яровой пшеницы в зависимости от способа внесения минеральных удобрений.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сравнительные полевые опыты проводили с 2019 по 2021 год. Опыт двухфакторный с использованием базовой сеялки СКП-2.1, установлены серийные лаповые сошники (контроль) и сошники, осуществляющие внесение удобрений ниже уровня высева семян. К названию последней добавлен индекс «М» – СКП-2.1М.

Норма внесения минеральных азотных удобрений: 0, 100, 150, 200 кг/га. Посевной материал – яровая мягкая пшеница *Омская-36*, норма высева – 4,5 млн шт. всх. сем./га. Для объективности опыт выполняли на одном участке поля по стерневому фону. Предшественник – яровая пшеница. Высевали семена за одну рабочую смену сеялкой СКП-2.1 с заменой рабочих органов (сошники), глубина посева – 5 см. Почва – чернозем выщелоченный. Повторность – четырехкратная, количество делянок – 32 шт. Ширина делянки – 2,1 м, длина – 25 м, площадь – 52,5 м<sup>2</sup>.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Посев семян с одновременным внесением твердых минеральных удобрений часто приводит к обжиганию проростков в агрессивной среде. Агротехническими требованиями рекомендуется разделять почвенной прослойкой (толщина – не менее 3...5 см) минеральные удобрения и семенной материал. Для укоренения семян необходима плотность почвы – 1,0...1,2 г/см<sup>3</sup>, что в условиях недостаточного увлажнения Западной Сибири, в пересушенной почве достигается через определенный временной промежуток. Это резко снижает равномерность появления всходов, готовность растений к уборке и их продуктивность.

На урожай и качество зерна влияют не только средства химизации, сроки, способы посева, но и погодные условия за период вегетации культуры. Основные метеорологические показатели 2019–2021 годов приведены в таблице.

Метеорологические показатели 2019 года были близки к норме. Период 2020 года – теплый и влажный, 2021 – засушливый и жаркий. Осадки выпадали неравномерно, в основном ливни.

Уборку учетных делянок проводили селекционным комбайном «Неге», с намолотом в лоток для зерна. После обмолота каждой делянки зерно из лотка высыпали в индивидуальную тару и пронумеровывали. Расчет урожайности зерна приведен к стандартной влажности 14% и 100% чистоте (см. рисунок, 3-я стр. обл.).

Анализируя полученные трехгодичные данные можно заметить, что при посеве сошниками, позволяющими вносить минеральные удобрения ниже уровня высева семян, в среднем урожайность яровой пшеницы *Омская-36* увеличилась на 11% (0,3 т/га). Урожайность на делянках с нормой внесения минеральных удобрений 150...200 кг/га, засеянных испытываемыми сошниками, повысилась на 16% (0,4 т/га), по сравнению с делянками, где удобрения не вносили (контроль).

Наибольшая масса 1000 зерен (35,7 г) в варианте, где высевали сеялкой СКП-2.1М с внесе-

**Метеорологические показатели в период вегетации (2019–2021), ОГМС «Омск-Степная»**

Месяц	Год			Среднее	Норма	Отношение от нормы ±°С; % нормы
	2019	2020	2021			
Температура воздуха, °С						
Май	12,2	17,4	17,3	15,6	12,5	+3,1
Июнь	15,4	16,1	16,9	16,1	17,9	-1,8
Июль	20,4	21,1	20,6	20,7	19,6	+1,1
Август	17,9	19,3	19,3	18,8	16,9	+1,9
Май–август	16,5	18,5	18,5	17,8	16,7	+1,1
Осадки, мм						
Май	38	22	13	24	35	68
Июнь	85	43	45	58	51	114
Июль	29	13	33	25	66	38
Август	41	53	42	45	54	83
Май–август	193	131	133	152	206	74
ГТК	0,96	0,60	0,76	0,77	0,99	-0,22

нием минеральных удобрений 150 кг/га. В этом же варианте в среднем за три года отмечали наибольшее содержание клейковины – 29,8% и белка – 15,05%.

Наименьшая масса 1000 зерен (34,1 г) в варианте посева СКП-2.1 без удобрений. Отсутствие внесения удобрений сказалось на уменьшении клейковины (27,4%) и белка (13,98%) в среднем за три года.

**Выводы.** Разработана конструкция и изготовлены в металле сошники, позволяющие выполнять посев зерновых культур с одновременным внесением гранулированных минеральных удобрений ниже уровня высева семян.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что конструкция работоспособна. Применение сошников, осуществляющих внесение минеральных удобрений ниже уровня высева семян с почвенной прослойкой между ними, позволило в среднем за три года получить прибавку урожайности зерна – 11% (0,3 т/га), повысить его качество по клейковине до 29,8%, на 8% больше по сравнению с посевом, произведенным серийными лаповыми сошниками.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Дорохов А.С., Новиков Н.Н., Митрофанов С.В. Интеллектуальная технология формирования системы удобрения // Техника и оборудование для села. 2020. № 7(277). С. 2–5. DOI: 10.33267/2072-9642-2020-7-2-5.
2. Жидков Г.А., Лаврухин П.В., Иванов П.А. «Оценка операции посева как элемент прогноза перспективности технологии растениеводства». Сельскохозяйственные машины и технологии. 2012. № 1. С. 19–21.
3. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Хорошенков В.К. Оптимизация управления технологическими процессами в растениеводстве // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12. № 3. С. 4–11. DOI: 10.22314/2073-7599-2018-12-3-4-11.
4. Измайлов А.Ю., Шогенов Ю.Х. Создание интенсивных машинных технологий и энергонасыщенной техники для производства основных групп продовольствия // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2016. № 3. С. 2–5.
5. Кем А.А., Искан В.Я., Козлов В.В., Чекусов М.С. Комбинированный сошник для разноуровневого посева семян и внесения удобрений: патент на полезную модель № 192762 Российская Федерация; опубл. 30.09.2019. Бюл. № 28.
6. Климова, Е.В. Экологически безопасная технология внесения минеральных удобрений при посеве зерновых культур [Внутрипочвенное локальное внесение минеральных удобрений одновременно с посевом] // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. 2004. № 2. С. 519.
7. Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Шогенов Ю.Х. Развитие интенсивных машинных технологий, роботизированной техники, эффективного энергообеспечения и цифровых систем в агропромышленном комплексе // Техника и оборудование для села. 2019. № 6(264). С. 2–9. DOI: 10.33267/2072-9642-2019-6-2-8.
8. Мударисов С.Г., Аминов Р.И., Фархутдинов И.М., Мухаметдинов А.М. Рабочий орган для разноуровневого внесения удобрений и посева семян // Сельский механизатор. 2019. № 5. С. 8–9.

9. Ногтиков А.А., Бычков В.П. «Развитие конструкций комбинированных рабочих органов посевных машин». Достижения науки и техники АПК. 2002. № 1. С. 25–26.
10. Рахимов Р.С., Мударисов С.Г., Рахимов И.Р. Разработка ресурсосберегающие технологии и обоснование комплекса машин для возделывания сельскохозяйственных культур в зоне Урала // Вестник Башкирского ГАУ. 2018. № 2. С. 117–129.
11. Утенков Г.Л. Стратегия формирования машинных технологий возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Сибири // Вестник КрасГАУ. 2010. № 2. С. 123–127.
12. Чекусов М.С., Кем А.А., Михальцов Е.М. и др. Возделывание пшеницы в зависимости от способа посева и внесения азотных удобрений / Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 1. С. 90–99.
13. Chekusov, M., Schmidt A., Kem A. Agrotechnical Assessment of the Work of the Furrow Opener During the Cultivation of Cereals Using Intensive Technology // Lecture Notes in Networks and Systems. 2022. Vol. 353 LNNS. P. 164–173. DOI: 10.1007/978-3-030-91402-8\_20.
14. Rendov N., Gladkikh A., Nekrasova E. The influence of the cultivation technology elements on the economic performance of the bare barley grain production. IOP Conf Ser: Earth Environ Sci Inter Conf on Sust Dev of Cross-Border Regions SDCBR. 2019. 395:012011. DOI: 10.1088/1755-1315/395/1/012011.
15. Verma S., Arora K., Srivastava A. Caryologia. 2016. Т. 69. № 4. С. 343–350. DOI: 10.1080/00087114.2016.1226540.

#### REFERENCES

1. Dorohov A.S., Novikov N.N., Mitrofanov S.V. Intellectuāl'naya tekhnologiya formirovaniya sistemy udobreniya // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2020. № 7(277). S. 2–5. DOI: 10.33267/2072-9642-2020-7-2-5.
2. Zhidkov G.A., Lavruhin P.V., Ivanov P.A. Ocenka operacii poseva kak element prognoza perspektivnosti tekhnologii rastenievodstva // Sel'skokozyajstvennye mashiny i tekhnologii. 2012. № 1. S. 19–21.
3. Izmajlov A.Yu., Lobachevskij Ya.P., Horoshenkov V.K. Optimizaciya upravleniya tekhnologicheskimi processami v rastenievodstve // Sel'skokozyajstvennye mashiny i tekhnologii. 2018. Т. 12. № 3. S. 4–11. DOI: 10.22314/2073-7599-2018-12-3-4-11.
4. Izmajlov A.Yu., Shogenov Yu.H. Sozдание intensivnyh mashinnyh tekhnologij i energonasychchennoj tekhniki dlya proizvodstva osnovnyh grupp prodovol'stviya // Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozrajstva. 2016. № 3. S. 2–5.
5. Kem A.A., Iskam V.Ya., Kozlov V.V., Chekusov M.S. Kombinirovannyj soshnik dlya raznourovneвого poseva semyan i vneseniya udobrenij: patent na poleznuyu model' № 192762 Rossijskaya Federaciya; opubl. 30.09.2019. Byul. № 28.
6. Klimova, E.V. Ekologicheski bezopasnaya tekhnologiya vneseniya mineral'nyh udobrenij pri poseve zernovyh kul'tur [Vnutripochvennoe lokal'noe vnesenie mineral'nyh udobrenij odnovremenno s posevom] // Inzhenerno-tekhlichesкое obespechenie APK. Referativnyj zhurnal. 2004. № 2. S. 519.
7. Lachuga Yu.F., Izmajlov A.Yu., Lobachevskij Ya.P., Shogenov Yu.H. Razvitie intensivnyh mashinnyh tekhnologij, robotizirovannoj tekhniki, effektivnogo energoobespecheniya i cifrovyyh sistem v agropromyshlennom

- komplekse // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2019. № 6(264). S. 2–9. DOI: 10.33267/2072-9642-2019-6-2-8.
8. Mudarisov S.G., Aminov R.I., Farhutdinov I.M., Muhametdinov A.M. Rabochij organ dlya raznourovneвого vneseniya udobrenij i poseva semyan // Sel'skij mekhanizator. 2019. № 5. S. 8-9.
  9. Nogtikov A.A., Bychkov V.P. Razvitie konstrukcij kombinirovannyh rabochih organov posevnyh mashin // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2002. № 1. S. 25–26.
  10. Rahimov R.S., Mudarisov S.G., Rahimov I.R. Razrabotka resursoberegayushchie tekhnologii i obosnovanie kompleksa mashin dlya vozdeliyvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur v zone Urala // Vestnik Bashkirskogo GAU. 2018. № 2. S. 117–129.
  11. Utenkov G.L. Strategiya formirovaniya mashinnyh tekhnologij vozdeliyvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur v usloviyah Sibiri // Vestnik KrasGAU. 2010. № 2. S. 123–127.
  12. Chekusov M.S., Kem A.A., Mihal'cov E.M. i dr. Vozdeliyvanie pshenicy v zavisimosti ot sposoba poseva i vneseniya azotnyh udobrenij / Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. 2022. T. 52. № 1. S. 90–99.
  13. Chekusov, M., Schmidt A., Kem A. Agrotechnical Assessment of the Work of the Furrow Opener During the Cultivation of Cereals Using Intensive Technology // Lecture Notes in Networks and Systems. 2022. Vol. 353 LNNS. P. 164–173. DOI: 10.1007/978-3-030-91402-8\_20.
  14. Rendov N., Gladkikh A., Nekrasova E. The influence of the cultivation technology elements on the economic performance of the bare barley grain production. IOP Conf Ser: Earth Environ Sci Inter Conf on Sust Dev of Cross-Border Regions SDCBR. 2019. 395:012011. DOI: 10.1088/1755-1315/395/1/012011.
  15. Verma S., Arora K., Srivastava A. Caryologia. 2016. T. 69. № 4. S. 343–350. DOI: 10.1080/00087114.2016.1226540.

*Поступила в редакцию 21.10.2022*

*Принята к публикации 07.11.2022*