

ВЛИЯНИЕ РАБОТЫ КОМБИНИРОВАННОГО СОШНИКА НА КАЧЕСТВО И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА

THE INFLUENCE OF THE COMBINED COULTER OPERATION ON THE QUALITY AND YIELD OF GRAIN

А.А. КЕМ, к.т.н.
М.С. ЧЕКУСОВ, к.т.н.
А.Н. ШМИДТ

ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», Омск, Россия,
55asc@bk.ru

A.A. KEM, PhD in Engineering
M.S. CHEKUSOV, PhD in Engineering
A.N. SHMIDT

Federal State Budgetary Scientific Institution «Omsk Agrarian
Scientific Center», Omsk, Russia, 55asc@bk.ru

В статье представлены результаты проведенных исследований за 2019–2020 годы по изучению влияния работы комбинированного лапового сошника для разноуровневого посева зерновых культур и одновременного внесения стартовой дозы минеральных удобрений на качество и урожайность зерна мягкой яровой пшеницы Омская 36. При посеве переоборудованной комбинированными сошниками сеялкой СКП-2.1М, где минеральные удобрения вносились ниже семян яровой пшеницы, прибавка урожая в опытах, проведенных в 2019 г., в среднем составила 14 % в сравнении с контрольным посевом сеялкой СКП-2.1 с серийными стрелчатými сошниками, где минеральные удобрения вносились в один почвенный горизонт с семенами. Проведенный полевой опыт 2020 г. подтвердил полученные ранее результаты работоспособности сошника: прибавка зерна при использовании комбинированных сошников на сеялке СКП-2.1М составила 12,5 %. Разница в урожае зерна объясняется различными погодными условиями 2019 и 2020 гг. Качественные показатели яровой мягкой пшеницы при посеве комбинированными сошниками в сравнении с серийной сеялкой дали среднее увеличение белка на 7,9 и 4,7 %, соответственно, а наибольшие значения клейковины при этом на контрольной сеялке находились в пределах 25,8–27,1 %, а на экспериментальной СКП-2.1М – в пределах 26,1–28,5 % в 2019–2020 гг. соответственно. Таким образом, по результатам проведенных лабораторно полевых исследований в течении двух лет установлено, что предложенная конструкция комбинированного сошника для посева и внесения минеральных удобрений ниже высева семян работоспособна, способствует увеличению урожайности и качеству зерна мягкой яровой пшеницы.

Ключевые слова: комбинированный сошник, минеральные удобрения, семена, способ внесения, урожайность, качество зерна.

Для цитирования: 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.

The article presents the results of the studies of the effect of the combined paw coulters for multilevel sowing of grain crops and the simultaneous introduction of a starting dose of mineral fertilizers on the quality and yield of grain of soft spring wheat Omskaya 36 carried out in 2019–2020. When sowing using the SKP-2.1M seeder, which was reequipped with combined coulters, where mineral fertilizers were applied below the seeds of spring wheat, the yield increase in the experiments carried out in 2019 by 14 % average in comparison with the control sowing with the SKP-2.1 seeder with serial coulters, where mineral fertilizers were applied to the same soil horizon with seeds. The conducted field experiment in 2020 confirmed the previously obtained results of the coulters performance; the increase in grain when using the combined coulters on the SPK-2.1M seeder was 12,5 %. The difference in grain yield happened due to the different weather conditions in 2019 and 2020. The qualitative indicators of spring soft wheat when sowing with combined openers in comparison with a serial seeder gave an average increase in protein by 7,9 and 4,7 %, and the highest gluten values on the control seeder were in the range of 25,8–27,1 %, and on the experimental SKP-2.1M seeder it was 26,1–28,5 % in 2019–2020, respectively. Thus, according to the results of the laboratory field studies carried out over two years, it was found that the proposed design of the combined coulters for sowing and applying mineral fertilizers below the sowing of seeds is efficient and it contributes to an increase in yield and quality of grain of soft spring wheat.

Keywords: combined coulters, mineral fertilizers, seeds, method of application, yield, grain quality.

Cite as: A.A. Kem, M.S. Chekusov, A.N. Shmidt The influence of the combined coulters operation on the quality and yield of grain. Traktory i sel'khoz mashiny. 2020. No 6, pp. 72–77 (in Russ.). DOI: 10.31992/0321-4443-2020-6-72-77.

Введение

Стратегическим фактором конкурентоспособности продукции растениеводства является внедрение ресурсосберегающих агротехнологий, позволяющих получать качественный стабильный урожай при любых погодных условиях. Основные мероприятия направлены на оптимизацию структуры использования пашни, минимизацию обработки почвы, внесение органических и минеральных удобрений, использование средств защиты растений, внедрение почвообрабатывающих и посевных агрегатов нового поколения, адаптивных к почвенно-климатическим условиям региона [1–3].

В производстве продукции растениеводства Сибири преобладают зерновые культуры. В структуре себестоимости производства этих культур затраты на реализацию только технологических процессов обработки почвы и посева составляют 60–70 %. Одним из основных направлений повышения эффективности зернового производства является совершенствование технологии возделывания зерновых культур на основе интенсификации. Удобрения – важнейший фактор повышения урожайности и валовых сборов сельхозпродукции, без них невозможно перейти к почвозащитным технологиям, так же как и получить качественное зерно [4, 5].

Одной из технологий повышения качества и урожайности зерна в практике сельского хозяйства нашей страны является технология локального внесения удобрений при посеве. Внедрение данной технологии осуществляется медленно из-за отсутствия необходимой техники, хотя проведенные широкие научно-исследовательские работы в ВИУА и других научных учреждениях по агротехнике локального внесения удобрений доказывают перспективность данного способа [6]. Эффективность ленточного способа зависит от глубины заделки удобрений, ширины лент, интервалов между ними и ориентации их относительно рядков растений, а эффективность экранного способа зависит, кроме того, от глубины заделки удобрений. Проведенный анализ существующих конструктивных решений для разноглубинного внесения удобрений при посеве зерновых культур и проведенный патентный поиск показали, что существующие конструкции комбинированных сошников, не в полной мере отвечают технологическим требованиям, предъявляемым к локальному припосевному внесению удобрений на стерневых фонах [7–10].

Цель исследований

Разработать комбинированный сошник, обеспечивающий высев семян и внесение удобрений в разные почвенные горизонты, и провести сравнительные исследования по определению влияния способа и нормы внесения минеральных удобрений на качество и урожайность зерна.

Материалы и методы

Для исследования вопроса влияния способов и норм внесения минеральных удобрений на урожайность и качества зерна в 2019–2020 гг. на опытном поле ФГБНУ «Омский АНЦ» были заложены опыты. Сравнивались два посевных агрегата: серийная сеялка СКП-2.1 и переоборудованная комбинированными сошниками для разноуровневого внесения минеральных удобрений сеялка СКП-2.1М. Рассматривались разные варианты внесения удобрений с различной нормой. Каждый из вариантов закладывался в трехкратной повторности. Опыт был двухфакторный. Предшественник – яровая пшеница. Основная обработка почвы осенью не проводилась. Удобрение – аммиачная селитра – вносилась одновременно с посевом на контрольном варианте сеялкой с серийным сошником в один почвенный горизонт с семенами, а на опытных делянках – сеялкой СКП-2,1М, переоборудованной экспериментальными комбинированными сошниками; внесение удобрений осуществлялось ниже высева семян яровой пшеницы. Норма внесения удобрений на обоих вариантах составила 100, 150 и 200 кг/га.

При закладке полевых опытов испытывалась пшеница яровая Омская 36. Качественные показатели семян: масса 1000 зерен – 40,4 г, полевая всхожесть 95 %, энергия прорастания 85,3 %, влажность 14 %. Норма высева – 4,5 млн всхожих зерен на гектар – была одна по всем повторностям.

Опыты были заложены по общепринятым методикам. В ходе полевого опыта определялись следующие показатели: урожайность и качество зерна по вариантам [11–13].

Метеорологические показатели в период вегетации (май – август) в 2019 г. были следующие: средняя температура воздуха 16,5 °С (среднее многолетнее 16,7 °С); количество осадков было ниже на 13 мм и составило 193 мм (при среднем многолетнем 206 мм) при ГТК = 0,99. В вегетационный период 2020 г. средняя температура воздуха находилась

в пределах 18,5 °С, что выше нормы на 1,8 °С, при этом осадков выпало 131 мм, а ГТК = 0,6, что значительно ниже нормы.

Результаты и обсуждение

Проведенный литературный и патентный поиск показали, что конструкция существующих сошников не в полной мере отвечает требованиям для осуществления локального припосевного разноуровневого посева с внесением удобрений. Учеными инженерами ФГБНУ «Омский АНЦ» запатентована конструкция нового комбинированного сошника [14].

Преимуществом сошника (рис. 1) является сочетание за один рабочий проход следующих операций: предпосевная обработка, уничтожение и подрезание сорняков, выравнивание и мульчирование поверхностного слоя почвы, посев и внесение минеральных удобрений ниже высева семян зерновых культур.



Рис. 1. Общий вид комбинированного сошника, установленного на сеялке СКП-2.1М

Fig. 1. Combined coulter mounted on SKP-2.1M seeder

Технологический процесс высева семян и внесения удобрений комбинированным сошником осуществляется следующим образом. При движении долото стойки сошника разрезает почву, образуя щель для прохода стойки. Стойка, перемещаясь по ней, раздвигает почву и образует бороздку. Одновременно стрелы, расположенные с двух сторон стойки, подрезают сорняки и рыхлят верхний слой почвы. По переднему каналу, расположенному за стойкой, в почву на дно борозды, проделанной долотом, поступают удобрения. При дальнейшем движении сошник засыпает удобрения слоем влажной почвы, на которую через се-

мяпровод поступают семена. Таким образом, удобрения оказываются заделанными в почву глубже, чем семена зерновых культур.

Комбинированный сошник изготовлен из стальной цельнометаллической пластины, толщиной 20 мм, имеет на входе в почву заостренный носок. Для уменьшения износа носка сошника на его переднюю часть нанесен твердометаллический сплав. Стреловидные лапы съемные крепятся к корпусу стойки.

Для определения работоспособности комбинированного сошника, а также влияния стартовой нормы удобрений при совместном и раздельном (глубже семян) внесении, закладывался полевой опыт в 2019–2020 гг. Оценочными показателями работы являлись качество и урожайность зерна [15].

На рис. 2 представлена диаграмма, которая показывает урожайность мягкой яровой пшеницы Омская 36 в период 2019–2020 гг. в зависимости от нормы внесения удобрений сеялкой СКП-2.1 с серийными стрелчатыми сошниками и сеялкой СКП-2.1М с комбинированными сошниками для разноуровневого посева и внесения минеральных удобрений.

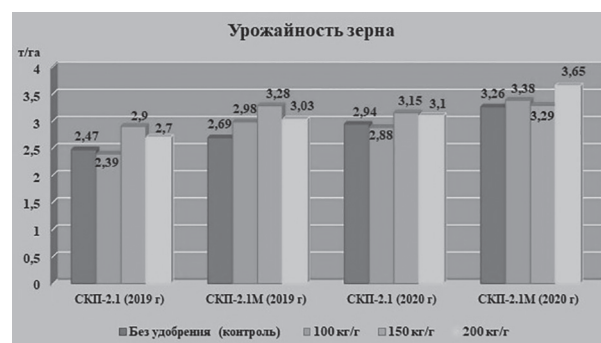


Рис. 2. Урожайность зерна (т/га) в зависимости от способа и нормы внесения минеральных удобрений за 2019–2020 гг.

Fig. 2. Grain yield (t/ha) depending on the method and rate of application of mineral fertilizers for 2019–2020

Как видно из рис. 2, урожайность зерна по всем делянкам в 2019 г. при посеве сеялкой СКП-2.1М выше в среднем на 14 %. Максимальная урожайность наблюдалась на делянке, где посев производился сеялкой СКП-2.1М с нормой внесения удобрения 150 кг/га, и составила 3,28 т/га, что в сравнении с посевом сеялкой СКП-2.1 (контроль) при той же норме внесения удобрения выше на 13 %. Разница между самой минимальной и максимальной

урожаемостью в 2019 г. составила 0,89 т/га, или 37 %.

Опыт 2020 г. показал, что на делянках, где посев производился сеялкой СКП-2.1М, оборудованной комбинированными сошниками, урожайность зерна в среднем выше на 12,5 %. Наибольшая урожайность 3,65 т/га находилась на делянке, где посев производился сеялкой СКП-2.1М с нормой внесения удобрений 200 кг/га, а разница с самой наименьшей урожайностью по опыту составила 26 %.

К одним из важнейших качественных показателей зерна относятся клейковина и содержание белка в зерне. Содержание белка в зерне – прямой показатель мукомольных и хлебопекарных свойств пшеницы, напрямую связанный с количеством и качеством клейковины. На рис. 3 и 4 представлены графики, показывающие процентное изменение содержания белка и клейковины в зависимости от нормы и способа внесения минеральных удобрений в период 2019–2020 гг.

Как видно из рис. 3, максимальное увеличение содержание белка в 2019 г., составившее 13,62 %, наблюдалось на опытных делянках, где посев производился сеялкой СКП-2.1М с нормой внесения минерального удобрения 100 кг/га. Серийный сошник сеялки СКП-2.1 показал постепенное увеличение белка, но даже при норме внесения минерального удобрения в 200 кг/га не превысил значение в 12,27 %. В 2020 г. обе посевные машины показали наибольший процент увеличения белка при внесении стартовой нормы удобрения 150 кг/га, численные значения составили: у СКП-2.1М – 14,91 %, и 13,74 % на СКП-2.1, соответственно.

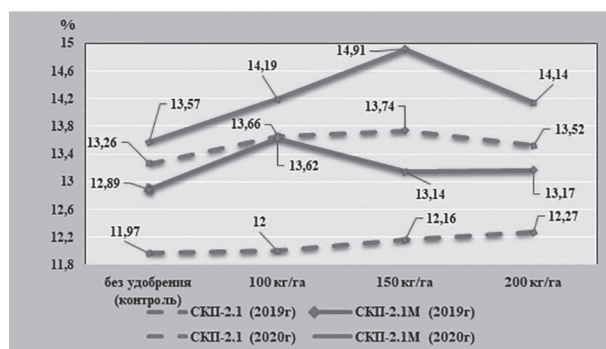


Рис. 3. График зависимости содержания белка от нормы и способа внесения минеральных удобрений за 2019–2020 гг.

Fig. 3. The graph of the dependence of the protein content on the norm and the method of applying mineral fertilizers for 2019–2020

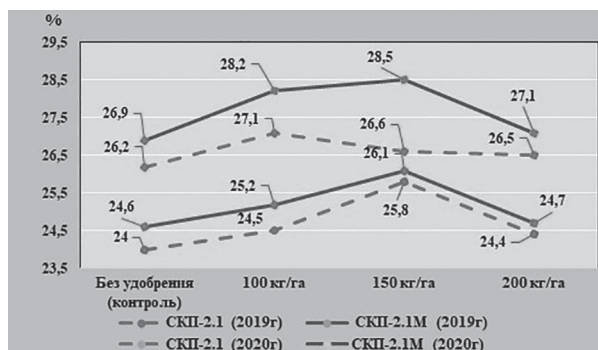


Рис. 4. График зависимости содержания клейковины от нормы и способа внесения минеральных удобрений за 2019–2020 гг.

Fig. 4. The graph of the dependence of the gluten content on the norm and the method of applying mineral fertilizers for 2019–2020

Изменение содержания клейковины в зависимости от нормы и способа внесения минеральных удобрений представлено на рис. 4.

Минимальное содержание сырой клейковины, составившее 24,0 %, было получено на посеве серийной сеялкой СКП-2,1 без внесения удобрений. На посеве модернизированной сеялкой с сошниками для разноуровневого внесения азотных удобрений по всем вариантам содержание сырой клейковины увеличивалось. Максимальные значения клейковины по двум годам наблюдались на варианте разноглубинного посева при внесении аммиачной селитры в физическом весе на один гектар 150 кг и составила у СКП-2.1М – 28,5 %.

Выводы

В заключение можно сделать следующие выводы. При посеве переоборудованной комбинированными сошниками сеялкой СКП-2.1М, где минеральные удобрения вносились ниже семян яровой пшеницы, прибавка урожая в опытах, проведенных в 2019 г., в среднем составила 14 % в сравнении с контрольным посевом сеялкой СКП-2.1 с серийными стрельчатыми сошниками, где минеральные удобрения вносились в один почвенный горизонт с семенами. Проведенный полевой опыт 2020 г. подтвердил полученные ранее результаты работоспособности сошника: прибавка зерна при использовании комбинированных сошников на сеялке СКП-2.1М составила 12,5 %. Разница в урожае зерна объясняется различными погодными условиями 2019 и 2020 гг.

Качественные показатели яровой мягкой пшеницы при посеве комбинированными со-

шниками с сравнением с серийной сеялкой дали в среднем увеличение белка на 7,9 и 4,7 %. Наибольшие значения клейковины на контрольной сеялке находилась в пределах 25,8–27,1 %, а на экспериментальной СКП-2.1М составили 26,1–28,5 % в 2019–2020 гг., соответственно. Максимальные значения клейковины по двум годам наблюдались на варианте разноглубинного посева при внесении аммиачной селитры в физическом весе на один гектар 150 кг.

Таким образом, по результатам проведенных лабораторно-полевых исследований в течение двух лет установлено, что предложенная конструкция комбинированного сошника для посева и внесения минеральных удобрений ниже высева семян работоспособна, способствует увеличению урожайности и качеству зерна мягкой яровой пшеницы.

Литература

1. Земледелие на равнинных ландшафтах и агротехнологии зерновых в Западной Сибири (на примере Омской области) / Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. отд-ние, Сиб. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва; [Л.В. Березин и др.; под ред. И.Ф. Храмцова и В.Г. Холмова]. Новосибирск: СибНИИСХ, 2003. 409 с.
2. Юшкевич Л.В. Ресурсосберегающая система обработки и плодородие черноземных почв при интенсификации возделывания зерновых культур в южной лесостепи Западной Сибири: дис ... докт. с.-х. наук. Омск. 2001. 490 с.
3. Кузьмин Д.Е., Розбах Д.В., Шмидт А.Н., Союнов А.С., Мяло В.В. Перспектива внесения минеральных удобрений посевными комплексами отечественного и зарубежного производства // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2019. № 2 (34). С. 146–153.
4. Утенков Г.Л., Иванов О.А., Рапопорт Э.О., Иванова Т.Е., Власенко А.Н. Многоуровневый адаптивный подход к управлению эффективностью возделывания зерновых культур в Сибири // Управление риском. 2020. № 2. С. 12–24.
5. Домрачев В.А., Кем А.А. Механизация процессов селекции, земледелия и растениеводства. М.: Омск: Издательство ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина. 2011. 190 с.
6. Омелянюк Л.Л., Воронин П.И. Продуктивность ячменя при локальном внесении удобрений // Бюллетень ВИУА. 1980. № 53. С. 19–22.
7. Кем А.А. Влияние способов посева на продуктивность сельскохозяйственных культур // Проблемы научно-технологической модернизации сельского хозяйства: производство, менеджмент, экономика: сб. трудов международной науч.-практ. конф. обучающихся в магистратуре (19 декабря 2014 г.). Омск: Изд-во ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина, 2014. С. 29–32.

8. Демчук Е.В., Союнов А.С., Мяло В.В. Разноуровневый посев семян зерновых культур комбинированным сошником // Научно-техническое обеспечение процессов и производств АПК: материалы науч.-практ. конф., посвященной 70-летию образования Инженерного института. Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», 2014. С. 24–26.
9. Чекусов М.С., Юшкевич Л.В., Кем А.А., Голованов Д.А. Совершенствование комплекса машин и орудий в засушливом земледелии Западной Сибири // Земледелие 2016. № 3. С. 13–16.
10. Кем А.А., Чекусов М.С., Шмидт А.Н. Способы и устройства для внесения минеральных удобрений при возделывании зерновых культур // Развитие и внедрение современных наукоемких технологий для модернизации агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Терентия Семеновича Мальцева. Курган, 2020. С. 676–680.
11. СТО АИСТ 10 5.6–2003 Испытания сельскохозяйственной техники. Машины посевные и посадочные. Введ. 15.09.2018. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 21 с.
12. ГОСТ 31345-2007 Сеялки тракторные. Методы испытаний. Введ. 01.01.2009. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2009. 30 с.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / изд. 4-е перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с.
14. 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.
15. Кем А.А., Шмидт А.Н., Кузьмин Д.Е., Биказинов Е.М. Агротехнические требования к подготовке поля и посеву зерновых культур // Научное и техническое обеспечение АПК, состояние и перспективы развития: сборник IV Международной научно-практической конференции [Электронный ресурс]. Электрон. дан. Омск: Изд-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2019. С. 103–108.

References

1. Zemledeliye na ravninnykh landshaftakh i agrotekhnologii zernovykh v Zapadnoy Sibiri (na primere Omskoy oblasti) [Agriculture on flat landscapes

- and agricultural technologies of cereals in Western Siberia (on the example of the Omsk region)]. Ros. akad. s.-kh. nauk. Sib. otd.-niye, Sib. nauch.-issled. in-t sel. khoz-va; [L.V. Berezin i dr.; pod red. I.F. Khramtsova i V.G. Kholmova]. Novosibirsk: SiBNIISKH Publ., 2003. 409 p.
2. Yushkevich L.V. Resursosberegayushchaya sistema obrabotki i plodorodiye chernozemnykh pochv pri intensivatsii vozdeleyvaniya zernovykh kul'tur v yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri: dis... d-ra s.- kh. nauk [Resource-saving cultivation system and fertility of chernozem soils during the intensification of grain crops cultivation in the southern forest-steppe of Western Siberia: Dissertation for Degree of PhD in Engineering]. Omsk. 2001. 490 p.
 3. Kuz'min D.E., Rozbakh D.V., Shmidt A.N., Soyunov A.S., Myalo V.V. Prospects for the introduction of mineral fertilizers by sowing complexes of domestic and foreign production. Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. No 2 (34), pp. 146–153 (In Russ.).
 4. Utenkov G.L., Ivanov O.A., Rapoport E.O., Ivanova T.E., Vlasenko A.N. Multilevel adaptive approach to managing the efficiency of grain crops cultivation in Siberia. Upravleniye riskom. 2020. No 2, pp. 12–24 (In Russ.).
 5. Domrachev V.A., Kem A.A. Mekhanizatsiya protsessov selektsii, zemledeliya i rasteniyevodstva [Mechanization of breeding processes, agriculture and crop production]. M.: Omsk: Izdatel'stvo FGBOU VPO OMSGAU im. P.A. Stolypina. 2011. 190 p.
 6. Omel'yanyuk L.L., Voronin P.I. Productivity of barley with local fertilization. Byulleten' VIUA. 1980. No 53, pp. 19–22 (In Russ.).
 7. Kem A.A. Impact of sowing methods on crop productivity. Problemy nauchno-tekhnologicheskoy modernizatsii sel'skogo khozyaystva: proizvodstvo, menedzhment, ekonomika: sb. trudov mezhdunarodnoy nauch.-prakt. konf. obuchayushchikhsya v magistrature (19 dekabrya 2014 g.) [Problems of scientific and technological modernization of agriculture: production, management, economics: collection of articles of international scientific and practical conference of students studying for Master Degree (December 19, 2014)]. Omsk: Izd-vo FGBOU VPO OMSGAU im. P.A. Stolypina, 2014, pp. 29–32 (In Russ.).
 8. Demchuk YE.V., Soyunov A.S., Myalo V.V. Multi-level sowing of grain crops with a combined coulter. Nauchno-tekhnicheskoye obespecheniye protsessov i proizvodstv APK: materialy nauch.-prakt. konf. posvyashchennoy 70-letiyu obrazovaniya Inzhernogo institute [Scientific and technical support of the processes and production of the agro-industrial complex: materials of scientific and practical conference dedicated to the 70th anniversary of the foundation of the Engineering Institute]. Novosibirsk: ITS «Zolotoy koloS», 2014, pp. 24–26 (In Russ.).
 9. Chekusov M.S., Yushkevich L.V., Kem A.A., Golovanov D.A. Improvement of the complex of machinery and tools in dry agriculture in Western Siberia. Zemledeliye 2016. No 3, pp. 13–16 (In Russ.).
 10. Kem A.A., Chekusov M.S., Shmidt A.N. Methods and devices for the introduction of mineral fertilizers in the cultivation of grain crops. Razvitiye i vnedreniye sovremennykh naukoemkikh tekhnologiy dlya moder-nizatsii agropromyshlennogo kompleksa. Sbornik statey po materialam mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 125-letiyu so dnya rozhdeniya Terentiya Semenovicha Mal'tseva [Development and implementation of modern science-intensive technologies for the modernization of the agro-industrial complex. Collection of articles based on the materials of the international scientific-practical conference dedicated to the 125th anniversary of the birth of Terenty S. Maltsev]. Kurgan, 2020, pp. 676–680 (In Russ.).
 11. STO AIST 10 5.6–2003 Agricultural machinery tests. Sowing and planting machines. Vved. 15.09.2018. Moscow: FGBNU «RosinformagroteKH» Publ., 2018. 21 p.
 12. GOST 31345-2007 Tractor seeders. Methods of testing. Vved. 01.01.2009. Moscow: FGBNU «RosinformagroteKH», 2009. 30 p.
 13. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta: (S osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results)] / Izd. 4-e pererab. i dop. Moscow: Kolos Publ., 1979. 416 p.
 14. Kem A.A., Iskam V.YA., Kozlov V.V., Chekusov M.S. Kombinirovanny soshnik dlya raznourovnevoogo poseva semyan i vnesevaniya udobreniy [Combined coulter for multilevel seeding and fertilization]: patent na poleznuyu model' No 192762 Rossiyskaya Federatsiya; opubl. 30.09. 2019, Byul. No 28.
 15. Kem A.A., Shmidt A.N., Kuz'min D.E., Bikazhinov YE.M. Agrotechnical requirements for the preparation of the field and the sowing of grain crops. Nauchnoye i tekhnicheskoye obespecheniye APK, sostoyaniye i perspektivy razvitiya: sbornik IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Scientific and technical support of the agro-industrial complex, state and development prospects: collection of the IV International scientific and practical conference] [Elektronnyy resurs]. Elektron. dan. Omsk: Izd-vo FGBOU VO Omskiy GAU Publ., 2019, pp. 103–108 (In Russ.).