

УДК 633.1:631.5

## К вопросам совершенствования технологии посева зерновых культур To the issues of improvement of grain crops sowing technology

Е. В. ДЕМЧУК<sup>1</sup>, канд. техн. наук  
Д. А. ГОЛОВАНОВ<sup>2</sup>, канд. техн. наук  
К. А. ЯНКОВСКИЙ<sup>2</sup>, инж.

<sup>1</sup> Омский государственный аграрный университет  
имени П. А. Столыпина, Омск, Россия,  
demchykev@mail.ru

<sup>2</sup> Омский экспериментальный завод, Омск,  
Россия, okb@omskagromash.ru

E. V. DEMCHUK<sup>1</sup>, PhD in Engineering  
D. A. GOLOVANOV<sup>2</sup>, PhD in Engineering  
K. A. YANKOVSKIY<sup>2</sup>, Engineer

<sup>1</sup> P. A. Stolypin Omsk State Agrarian  
University, Omsk, Russia,  
demchykev@mail.ru

<sup>2</sup> Omsk experimental plant, Omsk, Russia,  
okb@omskagromash.ru

Повышение урожайности зерновых культур возможно за счет интенсификации производства путем совершенствования технологий возделывания, в частности наиболее важной технологической операции — посева, при котором закладываются основы роста и развития культурных растений. Цель исследования заключается в совершенствовании технологии посева зерновых культур и рабочих органов посевных машин. Представлена схема технологии почвозащитной системы земледелия. Выявлено, что качественный посев характеризуется двумя составляющими: равномерным распределением посевного материала по площади питания и глубине заделки и внесением минеральных удобрений ниже уровня семян основной культуры. Определена форма рациональной площади питания, представлена схема рационального размещения семян по площади поля. Рассмотрен вопрос совместного и разноуровневого внесения минеральных удобрений при посеве. Установлено, что совместное внесение семян и удобрений приводит к токсическому ожогу семян и снижению урожайности, в то время как разноуровневое внесение обеспечивает постепенное восприятие нитрата и способствует ускоренному развитию корневой системы. Отмечаются общие недостатки большинства сошников: неравномерное размещение семян по площади питания и внесение удобрений совместно с семенами на одну глубину. Предложена конструкция комбинированного сошника, обеспечивающего двухленточный посев с шириной лент до 40 мм при расстоянии между лентами не менее 80 мм. При этом внесение минеральных удобрений осуществляется ниже уровня семян основной культуры. Использование предлагаемого сошника позволяет повысить всхожесть семян и, как следствие, урожайность возделываемой культуры.

**Ключевые слова:** посев; сошник; зерновая культура; урожайность; минеральные удобрения.

The increase in productivity of grain crops is possible as a result of production intensification by improvement of cultivation technology, in particular the most important technological operation of sowing, which lays the foundation for growth and development of cultural plants. The purpose of the research concerns the improvement of technology of grain crops sowing, and improvement of working organs of sowing machines. The scheme of technology of soil conservation farming is presented. It is revealed that high-quality sowing is characterized by two components: the uniform distribution of seed material on the feeding area and depth of seeding, and the application of mineral fertilizers lower than the level of seeds of main crop. The form of rational feeding area is determined; the scheme of rational distribution of seeds on the area is given. The issue of joint and dual-level application of mineral fertilizers when sowing is considered. It is established that joint application of seeds and fertilizers leads to a toxic burn of seeds and decrease in productivity, while dual-level application provides gradual perception of nitrate and promotes the accelerated development of root system. The common faults of most of openers are marked, these are the uneven distribution of seeds on the feeding area, and the application of fertilizers together with seeds on the same depth. The design of a dual-level opener is proposed, providing two-tape sowing with a width of tapes up to 40 mm at a distance between them not less than 80 mm. At the same time, the application of mineral fertilizers is carried out lower than the level of seeds of main crop. The use of proposed opener allows to increase the germinating ability of seeds and, as a consequence, the productivity of cultivated crop.

**Keywords:** sowing; opener; grain crop; productivity; mineral fertilizers.

### Введение

Повышение эффективности производства продукции растениеводства возможно лишь путем интенсификации, предусматривающей рост урожайности возделываемых культур за счет рационального использования удобрений, внедрения высокоурожайных сортов и улучшения технологий их возделывания. Посев — одна из наиболее значимых технологических операций при возделывании зерновых культур. Основной недостаток большинства посевных машин состоит в неравномерном размещении семян по площади питания и глубине заделки, а также внесении удобрений вместе с семенами.

Таким образом, существует необходимость совершенствования посевной техники с целью устранения отмеченных недостатков.

### Цель исследования

Цель исследования заключается в совершенствовании технологии посева и рабочих органов посевных машин, направленном на повышение урожайности зерновых культур.

### Материалы и методы

Повышение урожайности зерновых культур неразрывно связано с сохранением плодородия почвы благо-



Рис. 1. Схема технологии почвозащитной системы земледелия

даря применению прогрессивных технологий почвозащитной системы земледелия (рис. 1). Агротехническая система мер повышения плодородия почвы включает проведение технологических операций, направленных на улучшение агрофизических свойств почвы, предотвращение испарения влаги и борьбу с сорняками. Для получения прироста урожая необходима разработка такой технологии, которая обеспечит наилучшие условия произрастания культуры: рациональный режим питания, поддержание необходимого количества влаги в почве путем улучшения ее агрофизических свойств, соблюдение воздушного и теплового режимов [1].

В основе повышения урожайности возделываемых культур лежат использование высокоурожайных сортов, рациональное размещение семян и применение минеральных удобрений. Качественный посев характеризуется двумя составляющими: 1) равномерным распределением посевного материала по площади питания и глубине заделки; 2) внесением минеральных удобрений ниже уровня семян основной культуры.

На практике широкое распространение получил разбросной способ внесения удобрений с последующей заделкой. При заделке в ходе основной отвальной обработки почвы удобрения размещаются на глубине 0,2–0,27 м и становятся недоступными для корневой системы, так как основная масса всех корней находится в слое до 0,2 м. При поверхностной обработке удобрения располагаются в верхнем слое, где они не могут быть в полной мере использованы растениями. Данные недостатки разбросного способа внесения удобрений приводят к снижению ожидаемого урожая. Для получения планируемого урожая минеральные удобрения необходимо вносить локально при посеве [1].

Внимание к равномерному распределению семян по площади питания объясняется потенциалом повышения урожайности при снижении нормы высева. От качества заделки семян в почву в значительной мере зависят их всхожесть, развитие и, как следствие, урожайность.

Наибольший урожай получают, когда растения размещены по площади так, что каждое из них в достатке обеспечено водой и питательными веществами, и в то же время не остается неиспользованной площади. При одинаковой норме высева семена по площади поля можно разместить по-разному, поэтому одинаковая площадь питания может иметь разные геометрические формы. Таким образом, форма площади питания зависит от нормы высева и способа посева.

### Результаты и их обсуждение

В ходе исследований установлено, что рациональной площадью питания зерновых культур следует считать круг, а рациональным размещением растений по площади поля — триангуляционное размещение (рис. 2), которое характеризуется равноотстоянием растений и рядковой структурой с углом  $60^\circ$  между рядками [2]. Если при посеве соблюдаются данные параметры, то семена в достатке обеспечены питательными веществами и не оказывают друг на друга угнетающего воздействия.

Внесение удобрений при посеве совместно с семенами может повлечь солевой эффект и химический ожог. Наиболее благоприятно раздельное внесение удобрений и семян, что позволяет корням растений развиваться в направлении источника питания, образуя мощную, разветвленную корневую систему [3].

При совместном высеве семена ложатся на уплотненное ложе, созданное сошником, и перемешиваются с удобрением. Образованный в небольшом количестве нитрат  $\text{NO}_3$  в результате внешней диффузии начинает передвижение от места внесения удобрения. В течение 24 ч лента аммиака  $\text{NH}_3$  и аммония  $\text{NH}_4$  увеличивается до 75 мм в диаметре. Через две недели лента азота расширяется до 125 мм, при этом концентрация азота снижается, и примерно 50–60 % азота выражается полезной формой нитрата  $\text{NO}_3$ . Токсичное воздействие азота и солевой эффект замедляют развитие посеянной культуры, и некоторые проростки при этом погибают. Через четыре недели ширина ленты увеличивается до 200 мм. Около 90 % азота принимает форму полезного нитрата  $\text{NO}_3$ . Концентрация азота снижается, и воздействие солевого эффекта на растения ослабевает. В период ток-

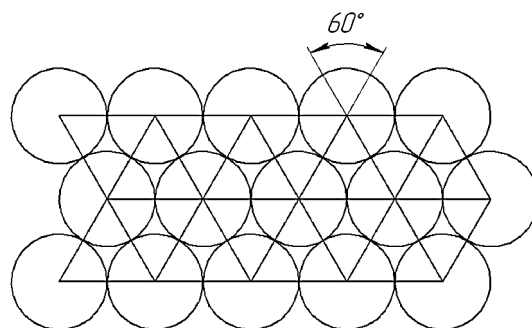


Рис. 2. Схема триангуляционного размещения семян

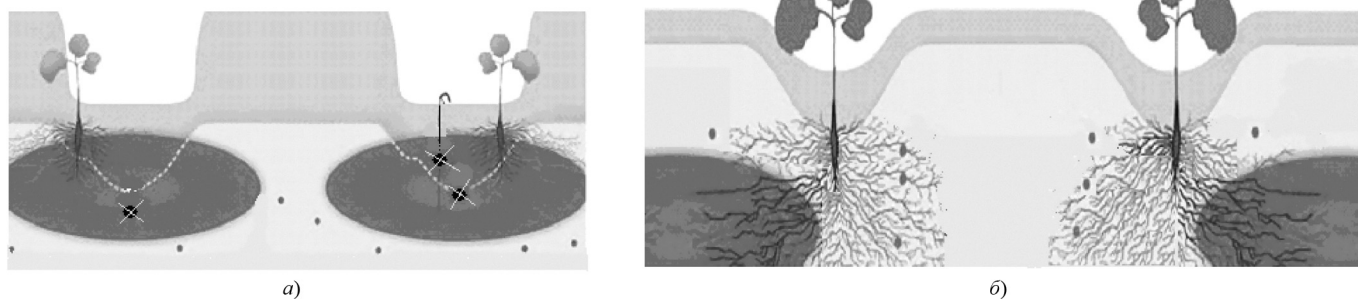


Рис. 3. Размещение семян и удобрений через четыре недели после посева:

*a* — совместный высев; *б* — высев на разную глубину

сичного воздействия удобрения и солевого эффекта часть растений погибает. Оставшиеся растения начинают восстанавливаться (рис. 3, *a*).

При высеве на разную глубину семена находятся на безопасном расстоянии от азота, когда он пребывает в форме аммиака  $\text{NH}_3$  и аммония  $\text{NH}_4$ . Внесенные удобрения на данном этапе имеют меньшую концентрацию и представляют меньший риск для проростков, а постепенное восприятие нитрата способствует ускоренному развитию корневой системы. Корни развиваются лучеобразно для получения нитрата, который распространяется от центра ленты азота. После четырех недель корни культуры вырастают в ленту внесенного азота, корневая система значительно развивается по направлению к доступному нитрату (рис. 3, *б*). Обычно за 4-недельный интервал развития растение получает 20 % азота от полной нормы, требуемой на всем цикле роста [4].

Технология возделывания зерновых культур неразрывно связана с комплексом машин, предназначенных для создания рациональных условий для роста и развития культурных растений. Машины должны отвечать технологическим, технико-эксплуатационным и экономическим требованиям. Создание новых машин и совершенствование существующих следует рассматривать в совокупности с требуемой технологией.

При анализе работы различных типов сошников посевных машин установлено, что общий недостаток большинства из них — повышенный отброс почвы в сторону, приводящий к неравномерной заделке семян по глубине и площади питания. Также следует отметить, что большинство сошников обеспечивает внесение стартовой дозы удобрений совместно с семенами, что не дает возможности вниз идущим корешкам при прорастании получить максимальную порцию удобрений, а нередко приводит и к химическому ожогу семян.

Обеспечить разноуровневый высев семян и удобрений с соблюдением равномерного размещения семян по площади питания и глубине заделки можно путем применения комбинированного сошника [5, 6]. Он содержит рабочие элементы *1* и две пустотелые стойки *2* (рис. 4). В верхней части рабочих элементов закреплены туконправители *3*, а в верхней части стоек — семянаправители *4*. Каждая стойка установлена под углом атаки  $\alpha$  в горизонтальной плоскости и под углом  $\beta$  — в вертикальной. В верхней части стойки соединены кронштейном *5*. С тыльной стороны стоек в нижней части выполнены вырезы *б* с углом схождения  $\gamma$ , направленным вперед.

Каждая стойка имеет вырез *7*, выполненный с наружной стороны прямолинейного профиля нижней кромки. Рабочие элементы и стойки соединены так, что профили нижних кромок рабочих элементов расположены ниже профилей нижних кромок стоек на величину *H*.

При посеве рабочие элементы благодаря заостренным носкам врезаются в почву, и подрезанная с двух сторон почва перемещается вдоль них. Через туконправители и рабочие элементы в образовавшиеся бороздки подаются минеральные удобрения. Поскольку стойки и рабочие элементы расположены под углом атаки  $\alpha$ , происходит смещение почвы к оси симметрии сошника. В то же время благодаря наличию у стоек угла крена  $\beta$  почва поднимается вверх и в разрыхленном состоянии перемещается по боковым внутренним плоскостям рабочих элементов.

При переходе почвы с рабочих элементов на стойки из-за разности высот *H* происходит частичное осыпание почвы и засыпание минеральных удобрений. Не осыпавшаяся подрезанная почва проходит в межстоечное пространство. Одновременно с этим нижние внутренние кромки стойки формируют дно борозды, образуя уплотненное ложе, на которое через семянаправители и стойки подаются семена. Почва при выходе из межсто-

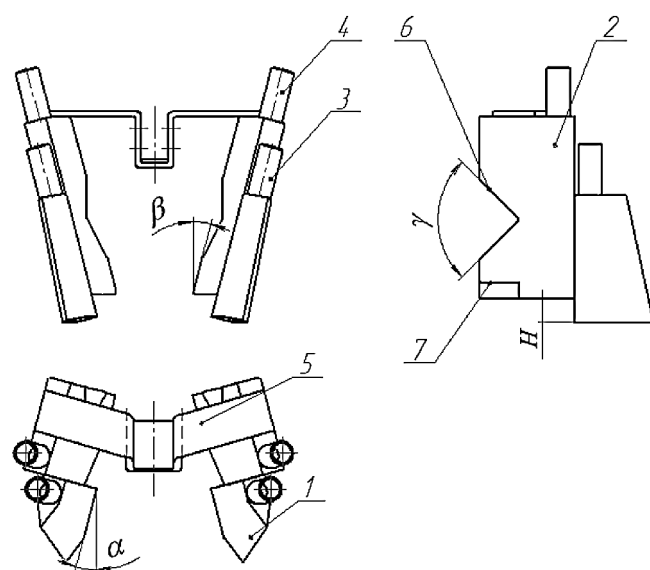


Рис. 4. Комбинированный сошник

ежного пространства осыпается и засыпает засеянные бороздки.

Комбинированный сошник обеспечивает двухленточный посев с шириной лент до 40 мм при расстоянии между лентами не менее 80 мм. При посеве семена укладываются на уплотненное ложе равномерно по площади питания и глубине заделки. При этом минеральные удобрения располагаются ниже уровня семян основной культуры не менее чем на 30 мм и засыпаются влажным слоем почвы, что устраняет прямой контакт семян и удобрений, исключая химический ожог семян [5, 7].

#### Выводы

В ходе исследований проанализированы технологии почвозащитной системы земледелия. Выявлены рациональные параметры размещения семян по площади питания. Установлено, что совместное внесение семян и удобрений приводит к токсическому ожогу семян и снижению урожайности.

Для разноуровневого высева и равномерного размещения семян по площади питания и глубине заделки предложен комбинированный сошник, использование которого позволяет повысить всхожесть семян и, как следствие, урожайность возделываемой культуры.

#### Литература и источники

1. **Мальцев В. В.** Совершенствование технологии и средств механизации при возделывании зерновых в Западной Сибири: Монография. Омск: Изд-во Омского ГАУ, 2004. 116 с.
2. **Домрачев В. А., Кем А. А., Ковтунов В. Е.** и др. Механизация процессов селекции, земледелия и растениеводства: Монография. Омск: Изд-во Омского ГАУ, 2011. 190 с.
3. **Демчук Е. В., Союнов А. С., Мяло В. В.** и др. Исследования равномерности распределения семян зерновых культур комбинированным сошником // Омский научный вестник. 2015, № 1 (138). С. 105—110.
4. **Междурядья** — идеальное место для внесения азота // Bourgault Industries Ltd. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bourgault.com/ProductsEquipment/Agronomy/Idealfertiliser>

placement/tabid/303/language/ru-RU/Default.aspx (дата обращения 01.04.2016).

5. **Демчук Е. В., Мяло В. В.** Комбинированный сошник зерновой сеялки // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2014, № 1. С. 81—83.

6. **Сабиев У. К., Демчук Е. В., Мяло В. В.** и др. Сошник сеялки. Патент РФ на полезную модель № 139420, 2014.

7. **Демчук Е. В., Союнов А. С., Мяло В. В.** Разноуровневый посев семян зерновых культур комбинированным сошником // Научно-техническое обеспечение процессов и производств АПК: Мат-лы науч.-практ. конф. Новосибирск: Золотой колос, 2014. С. 24—26.

#### References

1. Mal'tsev V. V. *Sovershenstvovanie tekhnologii i sredstv mekhanizatsii pri vozdelevanii zernovykh v Zapadnoy Sibiri* [Improvement of technology and means for mechanization in grain farming of Western Siberia]. Omsk, Omsk State Agrarian University Publ., 2004, 116 p.
2. Domrachev V. A., Kem A. A., Kovtunov V. E., Krasil'nikov E. V., Shevchenko A. P. *Mekhanizatsiya protsessov selektsii, zemledeliya i rastenievodstva* [Mechanization of processes of selection, farming and crop production]. Omsk, Omsk State Agrarian University Publ., 2011, 190 p.
3. Demchuk E. V., Soyunov A. S., Myalo V. V., Chupin P. V. Research of uniformity of grain seeds distribution with dual-level opener. *Omskiy nauchnyy vestnik*, 2015, no. 1 (138), pp. 105—110 (in Russ.).
4. Row spacing — a perfect place to introduce nitrogen. *Bourgault Industries Ltd.* URL: <http://www.bourgault.com/ProductsEquipment/Agronomy/Idealfertiliserplacement/tabid/303/language/ru-RU/Default.aspx> (accessed 01.04.2016).
5. Demchuk E. V., Myalo V. V. Dual-level opener of a grain seeder. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014, no. 1, pp. 81—83 (in Russ.).
6. Sabiev U. K., Demchuk E. V., Myalo V. V., Demchuk Yu. V. *Soshnik seyalki* [Drill furrow opener]. Utility model RF no. 139420, 2014.
7. Demchuk E. V., Soyunov A. S., Myalo V. V. Split-level sowing of grain crops with a dual-level opener. *Nauchno-tekhnicheskoe obespechenie protsessov i proizvodstv APK: Mat-ly nauch.-prakt. konf.* [Scientific and technical support of processes and production in agroindustrial complex. Proc. of sci. and pract. conf.]. Novosibirsk, Zolotoy kolos Publ., 2014, pp. 24—26 (in Russ.).