

## Effect of sowing techniques on the agroecological parameters of cereal crops

V.I. Beljaev<sup>1</sup>, V.V. Vol'nov<sup>2</sup>, L.V. Sokolova<sup>3</sup>, V.N. Kuznecov<sup>4</sup>, A.V. Matsyura<sup>5</sup>

<sup>1</sup>*Altai State Agrarian University, Barnaul, prospect Krasnoarmejskij 98, (3852) 62-35-99,  
E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru*

<sup>2</sup>*Altai State Agrarian University, Barnaul, Merzlikina St. 8, (3852) 62-84-11, E-mail: melioratsii@yandex.ru*

<sup>3</sup>*Altai State Agrarian University, Barnaul, prospect Krasnoarmejskij, 98, tel. (3852) 62-84-08,  
E-mail: l.v.sokol@mail.ru*

<sup>4</sup>*Altai State Agrarian University, Barnaul, prospect Krasnoarmejskij 98, (3852) 62-35-99,  
E-mail: kusnezow2508@gmail.com*

<sup>5</sup>*Altai State University, Barnaul, Lenin St. 61, E-mail: amatsyura@gmail.com*

In Western Siberia, the problem of obtaining full-fledged sprouts of cereal crops is due to hydrothermal conditions in the period of sowing-shoots, pests and diseases, and agronomical methods of sowing. In case of the direct sowing of cereal crops, the most common types of working organs of sowing machines are the V-sharped coulter, chisel and disc. The effectiveness of their use in the dry steppe of the Altai Territory has been poorly studied. To establish the most effective seed coulter in 26 farms in the dry part of the region, the studies were carried out from 2005 to 2012 on seeders with double disc coulters, with V-sharped coulters of domestic and foreign production, and with chisel-type coulters. The years of research (2006-2011) were characterized by a moisture supply below the average (vegetation rainfall was 80% of the norm), and in 2012 - as an acute drought (40% of the norm). The most effective seeders in the cultivation of spring wheat in the dry steppe are seeders equipped with chisel-type coulters. They allow better preservation of soil moisture (by 17-28 mm to control) during the sowing period, improving the quality of crops, field germinating by 4.8 - 12.0%, and increasing the yield of wheat. In the arid year of 2012, it amounted to 1.26 t/ha after fallow, 0.88 t/ha after peas, 0.46 t/ha after wheat, respectively, at 0.64, 0.59 and 0.25 t/ha for control (two-disc coulter SZP-3,6). Seeders with V-sharped coulters of domestic and foreign production, for wheat yields did not differ significantly, but exceeded the control under the conditions of the arid year by 0.21-0.59 t/ha, depending on the forecrop.

**Key words:** sowing complex, seeder, cereal crops, spring wheat, moisture reserves, yield, methods of sowing, working organs, forecrop, depth of seeding, field germination, weed infestation.

---

## Влияние технологий посева на агроэкологические параметры зерновых культур

В.И. Беляев<sup>1</sup>, В.В. Вольнов<sup>2</sup>, Л.В. Соколова<sup>3</sup>, В.Н. Кузнецов<sup>4</sup>, А.В. Мацюра<sup>5</sup>

<sup>1</sup>*ФГБОУ ВО «Алтайский ГАУ»,  
г. Барнаул, пр-т Красноармейский 98, (3852) 62-35-99,  
E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru*

<sup>2</sup>*ФГБОУ ВО «Алтайский ГАУ», г. Барнаул, ул. Мерзликina, 8, (3852) 62-84-11, E-mail: melioratsii@yandex.ru*

<sup>3</sup>*ФГБОУ ВО «Алтайский ГАУ», г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98, тел. (3852) 62-84-08,  
E-mail: l.v.sokol@mail.ru*

<sup>4</sup>*НИО Алтайского государственного аграрного университета,*

*г. Барнаул, пр-т Красноармейский 98, (3852) 62-35-99, E-mail: kusnezow2508@gmail.com*

<sup>5</sup>*Алтайский государственный университет, г. Барнаул, ул. Ленина 61, E-mail: amatsyura@gmail.com*

В Западной Сибири проблема получения полноценных всходов зерновых культур обусловлена гидротермическими условиями в период посев – всходы, вредителями и болезнями и в значительной степени агротехническими приемами посева. При прямом посеве зерновых культур наиболее распространенными типами рабочих органов посевных машин являются стрельчатая лапа, долото и диск. Эффективность их использования в условиях сухой степи Алтайского края изучена крайне слабо. С целью установления наиболее эффективного высевающего сошника в 26 хозяйствах сухой части края с 2005 по 2012 годы были проведены исследования по изучению сеялок с двухдисковыми сошниками, с сошниками в виде стрельчатых лап отечественного и зарубежного производства, а также с долотообразными сошниками. Годы исследований (2006-2011) характеризовались влагообеспеченностью ниже средней (вегетационные осадки 80% нормы), 2012 г. – как острозасушливый (40 % нормы). Наиболее эффективными сеялками при возделывании яровой пшеницы в сухой степи являются сеялки, оснащенные долотообразными сошниками. Они позволяют лучше сохранять почвенную влагу (на 17-28 мм к контролю) в посевной период, повышать качество посевов, а также полевую всхожесть на 4,8 – 12,0% и в результате за счет улучшения показателей структуры урожая увеличивать урожайность пшеницы. В острозасушливый год 2012 год она составила по пару 1,26 т/га, по гороху 0,81 т/га, по пшенице 0,46 т/га соответственно при 0,64, 0,59 и 0,25 т/га на контроле (двухдисковый сошник СЗП-3,6). Сеялки со стрельчатыми высевающими рабочими органами как отечественного, так и зарубежного производства, по урожайности пшеницы не имели существенных различий, но превосходили контроль в условиях острозасушливого года на 0,21 – 0,59 т/га в зависимости от предшественника.

**Ключевые слова:** посевной комплекс, сеялка, зерновые культуры, яровая пшеница, запасы влаги, урожайность, способы посева, рабочие органы, предшественник, глубина заделки семян, полевая всхожесть, засоренность посевов.

## Введение

Алтайский край является крупнейшим производителем зерна в СФО и России. Посевная площадь зерновых и зернобобовых культур в крае составляет около 3,5 млн. га, а среднегодовое производство зерна последние годы достигает 5,0 млн. т. Одной из важнейших операций в технологиях возделывания зерновых культур является посев, от качества выполнения которого в значительной степени зависит динамика развития растений и формирование урожая возделываемых культур. Условия же возделывания сельскохозяйственных культур в крае существенно различаются, включая различные типы и подтипы почв, их качество, температурный режим, количество осадков и их распределение по вегетации и за год и т.д. (Beljaev, 2012, 2015; Beljaev et al., 2016a; Beljaev et al., 2016b).

В настоящее время в крае применяются различные варианты посевных машин и комплексов ведущих мировых и отечественных производителей. Они имеют различную ширину захвата, типы высевающих аппаратов и рабочих органов, междурядья, способы посева, бункеры семян и удобрений, способы их внесения и т.д. Поэтому технологии посева существенно различаются и должны быть ориентированы на агроклиматические условия зон их применения (Brisson et al., 2010; Connor, Mínguez, 2012; Grunwald et al., 2015; Licker et al., 2010; Monfreda et al., 2008).

Для изучения влияния основных элементов технологии посева яровой пшеницы (тип посевного агрегата, способ посева, высевающий рабочий орган) на полевую всхожесть, водный режим почвы и структуру урожая, нами проведено обобщение многолетних полевых опытов по различным приемам осенней обработки и предшественникам в 26 хозяйствах степной зоны Алтайского края за 2005-2012 гг.

В задачи исследования входило определение значимости фактора предшественников яровой пшеницы vs. типов сошников по отношению к водному режиму почвы; оценка обеспеченности растений нитратным азотом в почве в зависимости от указанных факторов; оценка засоренности пшеницы при внесении гербицидов с различными вариантами внесения семян; оценка максимальной урожайности при возделывании пшеницы в засушливых условиях достигается при посеве ее сеялками различных типов; оценка зависимости урожайности пшеницы при использовании различных типов высевающих сошников; оценка влияния посевных агрегатов с различными типами высевающих сошников в посевах пшеницы на запасы влаги, содержание азота в почве, глубину заделки, полевую всхожесть семян, продуктивную кустистость растений, засоренность и элементы структуры урожая.

## Материалы и методы исследований

Исследования проводились в четырех природно-экономических зонах Алтайского края (Западно-Кулундинская, Восточно-Кулундинская, Приалейская, Приобская – равнинные земли). Объекты исследования: технологии посева яровой пшеницы различными вариантами посевных машин по различным предшественникам и приемам осенней обработки на каштановых и черноземных почвах (южный, обыкновенный).

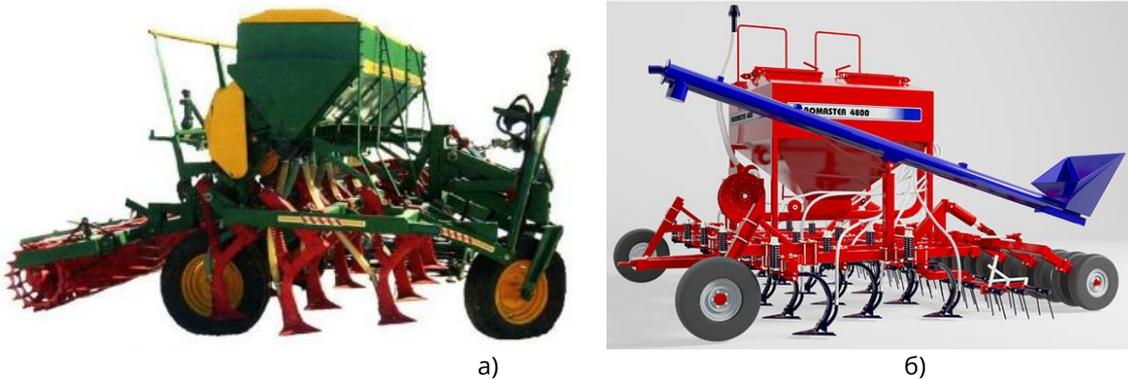
Сравнивались следующие варианты посевных машин и комплексов:

1) Сеялки отечественного производства (СЗП-3,6) с двухдисковыми сошниками для рядового посева (контроль, [рис. 1](#));



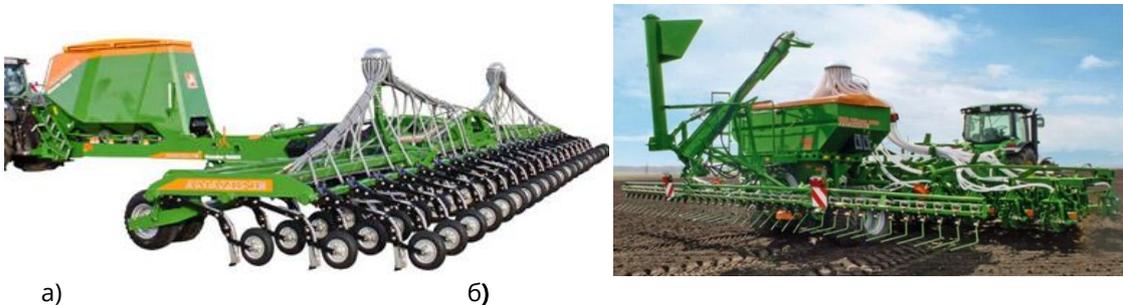
Рис. 1. Сеялка СЗП-3,6 с двухдисковыми сошниками

2) Сеялки отечественного производства (СЗС-2,1, СКП-2,1, Обь-43Т, Кузбасс, Агромастер) с сошниками в виде стрельчатых лап для строчного и полосового посева;



а) б)  
Рис. 2. Сеялки Обь-43Т (а) и Агромастер (б)  
с сошниками в виде стрельчатых лап

3) Сеялки зарубежного производства (Condor, Amity, DMC, JD-730, Rapid) с долотообразными и дисковыми копирующими сошниками;



а) б)  
Рис. 3. Сеялки Condor (а) и DMC 900 Amazone (б) с долотообразными сошниками

4) Сеялки зарубежного производства (Morris, Salford, Flexi-Coil, Horsch, Kverneland) с сошниками в виде стрельчатых лап.



а) б)  
Рис. 4. Сеялки Flexi-Coil модель ST820 (а) и Salford (б)

В исследованиях применялись полевой, вегетационный и лабораторный методы (Foulkes et al., 2011; Hochman et al., 2009; Naresh et al., 2012; Oyewole, Attah, 2007); свойства почв определялись по общепринятым методикам (Eberbach, Pala, 2005; Foulkes et al., 2011; Malik et al., 2009). Оценка качества посева проводилась в полупроизводственных опытах по основным предшественникам яровой пшеницы (пар, горох, пшеница) в трехкратной повторности по схеме, представленной в табл. 1.

Основные сопутствующие наблюдения: запасы влаги перед посевом в метровом слое почвы, содержание нитратного азота в слое почвы 0-40 см перед посевом, засоренность посевов, глубина заделки семян, полевая всхожесть семян, структурный анализ урожайности пшеницы ([Pandey et al., 2013](#); [Sadras, Angus, 2006](#); [Steduto et al., 2009](#)).

**Таблица 1.** Схема опытов по оценке посевных агрегатов, высевающих различными рабочими органами

Обработка почвы	Тип посевного агрегата	Способ посева	Рабочий орган
1. Основная на 14-16 см + предпосевная на 10-12 см	Однооперационные, отечественные	Рядовой	Двухдисковый
1. Основная на 14-16см	Комбинированные, отечественные	Рядовой,	Стрельчатая лапа
2. Нулевая		Полосовой	
1. Нулевая	Сеялки прямого посева, зарубежные	Рядовой	Долотообразный
1. Нулевая	Комбинированные, зарубежные	Полосовой	Стрельчатая лапа

Технологические операции выполнялись согласно схеме опытов; посев яровой пшеницы проводился в третьей декаде мая с учетом общепринятых рекомендаций с нормой высева 3,0–4,0 млн. всхожих зерен на 1 га в зависимости от увлажненности территорий ([Foulkes et al., 2011](#); [Hochman et al., 2009](#)). Гербицидная обработка растений пшеницы, посеянной рядовой сеялкой двухдисковым высевающим сошником и агрегатами со стрельчатыми лапами, проводилась 1 раз в посевах против двудольных сорняков. На варианте посева пшеницы сеялками с долотообразными сошниками приходилось обрабатывать почву истребительными гербицидами за 5-10 дней до посева. Опыты велись без применения минеральных удобрений.

## Результаты и обсуждение

Основная причина невысокой и неустойчивой продуктивности зерновых культур в степной части Алтайского края – засушливость климата ([Beljaev, 2015](#); [Beljaev et al., 2016a](#)). В течение всей вегетации зерновые культуры испытывают недостаток влаги. Напряженный водный режим усугубляется неравномерным выпадением осадков и малой их интенсивностью. Количество вегетационных осадков за 6-ти летний период в районах, где проводились исследования, составило в среднем 168 мм (80 % нормы) с колебаниями от 80 мм (2010 г.) до 208 мм (2006 г.).

Исключительным по засушливости был 2012 год. Так, во многих районах степи за апрель выпало всего 2-6 мм дождевых осадков, в мае 8-14 мм, в июне 12-38 мм, в июле 9-18 мм и в августе 21-27 мм. В целом в этот год в районах исследований за вегетацию зерновых культур выпало 83 мм (40 % нормы), что и определило параметры увлажнения почвы.

Водный режим почвы в годы со средней влагообеспеченностью благоприятнее складывался на вариантах с основной обработкой почвы, (1 и 2 варианты) после парового предшественника и гороха. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы были выше на 14–17 мм, чем по фонам с нулевой обработкой ([табл. 2](#)). В острозасушливый 2012 год прямой посев долотообразными сошниками по фонам с нулевой обработкой почвы (варианты 3 и 4) способствовал росту запасов влаги на 15–28 мм относительно контроля за счет лучшей их сохранности в весенний период. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом пшеницы в зависимости от предшественника, основной обработки почвы и типа высевающего аппарата приведены [в табл. 2](#).

Обеспеченность растений нитратным азотом в почве в большей степени зависела от предшественника. Содержание нитратного азота в 0-20 см почвы в зависимости от погодных условий конкретного года перед посевом пшеницы по пару колебалось в пределах 11,0 – 43,2 мг/кг, после гороха – 6,7 – 35,8 мг/кг, после пшеницы 6,2 – 18,3 мг/кг почвы. На фоне нулевой обработки накопление азота в почве к посеву пшеницы по вариантам опыта различий не имело.

**Таблица 2.** Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы весной, мм

Тип посевного агрегата	Умеренно засушливые 2006-2011 гг			Острозасушливый 2012 г		
	Предшественник			Предшественник		
	пар	горох	пшеница	пар	горох	пшеница
Однооперационные отечественные	123	118	76	42	44	28
Комбинированные отечественные	126	116	72	44	6	32
Сеялки прямого посева, зарубежн.	111	102	61	71	61	57
Комбинированные зарубежные	108	101	59	70	60	51

Известно, что при возделывании зерновых с использованием технологии прямого посева, гербициды являются неотъемлемым элементом технологии в борьбе с сорняками ([Brisson et al., 2010](#); [Cassman, 2012](#); [Connor, Mínguez, 2012](#); [Hochman et al., 2009](#)). Использование гербицидов в опытах позволило снизить засоренность посевов до низкого уровня (до 10% массы сорняков в общей массе снопа с 1 м<sup>2</sup>), хотя заметна тенденция увеличения засоренности посевов пшеницы, посеянной сеялкой долотообразными сошниками по стерне, где истребительные гербициды применялись

за 5–7 дней до посева. Сеялки со стреловидными сошниками в борьбе с сорняками имели преимущество т. к. они уничтожали сорные растения во время посева, а гербицидная обработка посевов в фазу всходы–кущение увеличивала эффективность борьбы с ними. Засоренность посевов по этим вариантам снижалась до 3,8–6,0 %.

Среди агротехнических приемов (предшественник, обработка почвы и др.) в получении полноценных всходов зерновых немаловажное значение имеет посев (Chen et al., 2010; Eberbach, Pala, 2005; Foulkes et al., 2011; Naresh et al., 2012). Задача посева состоит в получении дружных всходов посредством оптимального использования способа, срока посева, нормы высева, глубины заделки и распределении семян, ширины междурядий (Chen et al., 2010; Liang et al., 2011; Pandey et al., 2013; Shah et al., 2006). На полевую всхожесть семян заметное влияние оказывает глубина заделки. При посеве семян мельче 4 см гибель проростков в засушливые годы достигает 27,7%, а при размещении семян в слой 8–10 см полнота всходов снижается на 5–10%, поэтому их нужно высевать на глубину 5–7 см (Beljaev, 2012, 2015). При проведении опытов, сеялки с дисковыми сошниками не выдерживали заданных параметров глубины заделки семян и высевали их на меньшей глубине (46,9–48,1 мм) (табл. 3).

**Таблица 3.** Глубина заделки семян пшеницы в зависимости от предшественника и типа высевающих сошников, мм

Тип высевающих сошников	Предшественник		
	пар	горох	пшеница
Двухдисковый (СЗП – 3,6)	47,6	48,1	46,9
Стрельчатая лапа (СЗС – 2,1)	69,4	62,3	61,8
Долотообразный (Condor, DMC)	55,6	53,0	55,5
Стрельчатая лапа (Morris, Агромастер)	65,0	66,5	57,1
Среднее	59,4	57,4	55,3

Глубина заделки семян, высеянных стрельчатыми лапами, вписывалась в определенные параметры (57,1–69,4 мм) независимо от того, какими сеялками они высевались – отечественного или зарубежного производства. По обработанным фонам (пар, горох) глубина заделки семян была выше на 6,9–7,3 мм, чем посев по необработанным стерневым фонам. Стандартное отклонение глубины заделки семян в среднем по предшественникам колебалось в пределах 14,3–14,7 мм, коэффициент вариации – 22,7–23,6 %, что указывает на высокую неравномерность размещения семян по глубине их заделки. Лучшие показатели по перечисленным показателям прослеживаются при посеве сеялками с долотообразными высевающими сошниками. Глубина заделки семян, высеянных по разным предшественникам, в данном случае колебалась в пределах 51,0–55,6 мм, стандартное отклонение 11,8–12,2 мм, коэффициент вариации составил 19,9 – 20,0 %.

В обычные по увлажнению годы тип высевающего аппарата не оказал значительного влияния на различия в полевой всхожести семян пшеницы. Только в острозасушливый 2012 год она была выше на вариантах с посевом сеялками Condor и DMC с долотообразными сошниками. Различие полевой всхожести относительно других вариантов достигало 4,8 % после пара; 7,4 и 12,0 % – после пшеницы и гороха. Полевая всхожесть семян яровой пшеницы в зависимости от типа высевающего рабочего органа посевного агрегата и предшественника представлена в табл. 4.

**Таблица 4.** Полевая всхожесть семян яровой пшеницы, %

Тип высевающего сошника	2006 – 2011 гг.			Острозасушливый 2012 г.		
	пар	горох	пшеница	пар	горох	пшеница
Двухдисковый (СЗП-3,6)	67,6	70,8	69,1	57,2	55,9	53,3
Стрельчатая лапа (СЗС-2,1)	62,6	69,3	62,1	58,0	53,2	52,1
Долотообразный (Condor, DMC)	68,1	75,0	70,5	62,0	65,2	59,5
Стрельчатая лапа (Morris)	66,2	74,4	68,8	57,4	55,2	53,3
Средняя по предшественнику	66,1	72,3	67,6	58,6	57,3	54,5

Низкий уровень полевой всхожести объясняется влиянием гидротермического режима засушливых условий в период посев–всходы, а также поражением корневой гнилью, особенно по паровым предшественникам. В среднем по предшественникам пшеницы различия в полевой всхожести находились в пределах 6,2%. При этом, максимальная средняя полевая всхожесть получена на посевах, высаженных долотообразным сошником (71,2%), а минимальная – стрельчатой лапой (64,7%). Потенциал урожайности зерновых культур зависит от продуктивной кустистости растений, числа продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup>, количества зерен в колосе и массы 1000 зерен, что подтверждается рядом исследователей (Connor, Mínguez, 2012; Foulkes et al., 2011; Hochman et al., 2009; Malik et al., 2009; Sharma et al., 2007; Soltani, Hoogenboom, 2007; Zwart et al., 2010).

Анализ структуры урожая показал, что в обычные по увлажнению годы (2006–2011 гг.) в сухой степи сеялки с различными типами высевающих сошников существенно не влияют на составляющие ее элементы, преимущество долотообразных сошников отмечается лишь по числу продуктивных стеблей. В посевах пшеницы по пару число продуктивных стеблей было выше на 9,5%, по гороху – на 10,8%, а по пшенице – на 8,4%. В острозасушливый 2012 год положительное влияние долотообразных высевающих аппаратов сказалось на всех элементах структуры урожая по всем предшественникам. Так, количество продуктивных стеблей по названному варианту было выше на 55 шт./м<sup>2</sup> (188 и 242 шт./м<sup>2</sup> соответственно), чем на контроле с дисковыми сошниками; число зерен в колосе превышало контроль на 7,5 шт. (10,4 шт. и 17,9 шт. соответственно), а масса 1000 зерен – на 4,0 г.

Сошники в виде стрелчатой лапы занимали промежуточное положение по показателям структуры урожая снопа и не имели больших различий между посевными агрегатами отечественного производства. Урожайность яровой пшеницы в благоприятные по влагообеспеченности годы не имела существенных различий в зависимости от типа сошника высевающего аппарата и колебалась в пределах ошибки опыта по всем предшественникам. В большей степени она зависела от предшественника, чем от типа высевающего аппарата (табл. 5).

**Таблица 5.** Урожайность яровой пшеницы, т/га (2006–2012 гг.).

Тип высевающего сошника	2006 – 2011 г			2012 г		
	пар	горох	пшеница	пар	горох	пшеница
Двухдисковый (СЗП – 3,6)	2,42	1,72	1,58	0,64	0,59	0,25
Стрелчатая лапа (СЗС -2,1)	2,46	1,69	1,62	1,26	0,81	0,46
Долотообразный (Condor, DMC)	2,44	1,75	1,62	1,34	0,89	0,70
Стрелчатая лапа (Агромастер, Morris)	2,50	1,80	1,60	1,20	0,79	0,40
Средняя по предшественнику	2,45	1,74	1,60	1,11	0,77	0,45
НСР <sub>05</sub>	0,13	0,12	0,11	0,24	0,20	0,21

В острозасушливый 2012 год урожайность пшеницы на контрольном варианте (СЗП-3,6, двухдисковый сошник) была самой низкой и составила по пару 0,64 т/га, по гороху 0,59 т/га и по пшенице 0,25 т/га. В жестких погодных условиях высокая эффективность в выращивании пшеницы получена на вариантах посева долотообразными сошниками. Относительно контроля прибавка урожая по пару составила 0,70 т/га, по гороху 0,30 т/га, по пшенице 0,45 т/га.

Сеялки отечественного и зарубежного производства со стрелчатыми высевающими сошниками не имели существенных различий по урожайности пшеницы, но они превышали контроль на 0,59 т/га и 0,21 т/га по лучшим предшественникам (пар и горох соответственно), уступая на 0,27 т/га по урожайности пшенице, посеянной с использованием долотообразных сошников.

## Выводы

Водный режим почвы на посевах яровой пшеницы в умеренно засушливые годы в большей степени зависел от предшественника, чем от типа высевающих сошников. В острозасушливый год прямой посев сеялками с долотообразными сошниками способствовал повышению сохранности запасов продуктивной влаги (на 17–28 мм по отношению к контролю). Обеспеченность растений нитратным азотом в почве в большей степени зависела от предшественника. На фоне нулевой обработки, накопление азота в почве к посеву пшеницы по вариантам опыта различий не имело.

На фоне применения гербицидов средняя засоренность посевов пшеницы была низкой (до 10 %); на варианте с долотообразными сошниками она составляла 8,0–9,1 %. В этом случае сеялки со стреловидными сошниками имели максимальное преимущество, засоренность посевов по этим вариантам снижалась до 3,8–6,0 %. Долотообразные сошники обеспечивали более качественный посев семян пшеницы. При их использовании глубина заделки семян колебалась в пределах 51,0–55,6 мм (стандартное отклонение 11,8–12,2 мм, коэффициент вариации 19,9–20,0 %). Параметры посева стрелчатыми лапами сильно отличались по глубине заделки семян: 57,1–69,4 мм (стандартное отклонение 13,8–15,8 мм, коэффициент вариации 22,7–23,6 %).

Максимальная урожайность при возделывании пшеницы в засушливых условиях достигается при посеве ее сеялками с долотообразными высевающими сошниками. За счет увеличения полевой всхожести на 4,8–12% и улучшения показателей структуры урожая, урожайность яровой пшеницы в острозасушливый 2012 год составила: по пару 1,26 т/га, по гороху – 0,81 т/га, по пшенице – 0,46 т/га при урожайности на контроле (СЗП-3,6 с двухдисковыми сошниками), который составил 0,64, 0,59 и 0,25 т/га соответственно.

В благоприятные по влагообеспеченности годы урожайность пшеницы не имела существенных различий на вариантах со стрелчатыми высевающими сошниками независимо от отечественного или зарубежного производства, но в острозасушливый год эти варианты превосходили контроль на 0,21 – 0,59 т/га по разным предшественникам.

## References

- Beljaev, V.I. (2012). Osnovnye napravlenija tehniceskoi i tehnologicheskoi modernizacii proizvodstva zerna v Altajskom krae. Vestnik Altajskoj nauki, 3, 121–123 (in Russian).
- Beljaev, V.I. (2015). Racional'nye parametry tehnologii "No-Till" i prjamogo poseva pri vozdelevanii sel'skohozjajstvennyh kul'tur v Altajskom krae. Vestnik Altajskoj nauki, 1(23), 7–12 (in Russian).
- Beljaev, V.I., Vol'nov, V.V., Rudev, N.V., Sokolova, L.V. (2016a). Ocenka jeffektivnosti razlichnyh tipov vysevajushhijh sošnikov pri prjamom poseve jarovoj pshenicy. Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 8(142), 143–148 (in Russian).
- Beljaev, V.I., Sokolova, L.V., Bokarev, A.I. (2016b). Obosnovanie racional'noj tehnologii poseva jarovoj pshenicy s primeneniem posevnyh kompleksov JePPK-2.5 v stepnoj zone Altajskogo kraja. Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 9(143), 173–179 (in Russian).
- Brisson, N., Gate, P., Gouache, D., Charmet, G., Oury, F.X. & Huard, F. (2010). Why are wheat yields stagnating in Europe? A comprehensive data analysis for France. *Field Crops Res.* 119, 201–212, doi:10.1016/j.fcr.2010.07.012.

- Cassman, K.G. (2012). What do we need to know about global food security? *Global Food Security* 1, 81-82, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gfs.2012.12.001>.
- Chen, S., Zhang, X., Sun, H., Ren, T. and Wang, Y. (2010). Effects of winter wheat row spacing on evapotranspiration, grain yield and water use efficiency. *Agricultural Water Management*, 97, 1126-1132. doi:10.1016/j.agwat.2009.09.005
- Connor, D.J. & Mínguez, M.I. (2012). Evolution not revolution of farming systems will best feed and green the world. *Global Food Security* 1, 106-113, doi:10.1016/j.gfs.2012.10.004.
- Cossani, C.M., Savin, R. & Slafer, G.A. (2010). Co-limitation of nitrogen and water on yield and resource-use efficiencies of wheat and barley. *Crop Past. Sci.* 61, 844-851.
- Eberbach, P., Pala, M. (2005). Crop row spacing and its influence on the partitioning of evapotranspiration by winter-grown wheat in Northern Syria. *Plant Soil*, 268, 195-208. doi:10.1007/s11104-004-0271-y
- Foulkes, M.J., Slafer, G.A., Davies, W.J., Berry, P.M., Sylvester-Bradley, R., Martre, P., Calderini, D.F., Griffiths, S. & Reynolds, M.P. (2011). Raising yield potential of wheat. III. Optimizing partitioning to grain while maintaining lodging resistance. *J. Exp. Bot.* 62, 469-486, doi:10.1093/jxb/erq300.
- Grunwald, L.-Ch., Meinel, T., Fruhauf, M., Belyaev, V.I. (2015). Effekte der Schwarzbrache in verschiedenen Trocken-feldbauregionen der GUS. *Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften*, 37, 163-193.
- Hochman, Z., Holzworth, D. & Hunt, J.R. (2009). Potential to improve on-farm wheat yield and WUE in Australia. *Crop & Pasture Science* 60, 708-716, doi:10.1071/cp09064.
- Liang, W., Carberry, P., Wang, G., Lü, R., Lü, H. & Xia, A. (2011). Quantifying the yield gap in wheat-maize cropping systems of the Hebei Plain, China. *Field Crops Res.* 124, 180-185, doi:10.1016/j.fcr.2011.07.010.
- Licker, R., Johnston, M., Foley, J.A., Barford, C., Kucharik, C.J., Monfreda, C. & Ramankutty, N. (2010). Mind the gap: how do climate and agricultural management explain the 'yield gap' of croplands around the world? *Global Ecology and Biogeography* 19, 769-782, doi:10.1111/j.1466-8238.2010.00563.x.
- Lobell, D.B., Cassman, K.G. & Field, C.B. (2009). Crop yield gaps: their importance, magnitudes, and causes. *Ann. Rev. Environ. Res.* 34, 179-204, doi:10.1146/annurev.environ.041008.093740.
- Malik, A.U., Ahmad, M.H., Bukhsh, H.A., Hussain, I. (2009). Effect of seed rates sown on different dates on wheat under agroecological conditions of Dera Ghazi Khan. *The Journal of Animal & Plant Sciences* 19(3), 126-129
- Monfreda, C., Ramankutty, N. & Foley, J.A. (2008). Farming the planet: 2. Geographic distribution of crop areas, yields, physiological types, and net primary production in the year 2000. *Global Biogeochemical Cycles* 22, doi:10.1029/2007gb002947.
- Naresh, R.K., Tomar, S.S., Purushottam, S.P. Kumar, S.D., Pratap, B., Kumar, V., Nanher, A.H. (2012). Testing and evaluation of planting methods on wheat grain yield and yield contributing parameters in irrigated agro-ecosystem of western Uttar Pradesh, India. *African Journal of Agricultural Research*, 9(1), 176-182, doi: 10.5897/AJAR2012.0027
- Ortiz-Ferrara, G., Joshi, A.K., Chand, R., Bhatta, M.R., Mudwari, A., Thapa, D.B., Suwan, M.A., Saikia, T.P., Chatrath, R., Witcombe, J.R., Virk, D.S. and Sharma, R.C. (2007) Partnering with farmers to accelerate adoption of new technologies in South Asia to improve wheat productivity. *Euphytica*, 157, 399-407. doi:10.1007/s10681-007-9353-2
- Oyewole C.I., Attah, E.S. (2007). Effects of sowing method and pest infestation on the performance of two wheat (*Triticum aestivum* L) varieties in the Sudan savanna agro-ecological zone of Nigeria. *Savanna J. Sci. Agric*, 4, 28-35.
- Pandey, B.P., Basnet, K.B., Bhatta, M.R., Sah, S.K., Thapa, R.B., Kandel, T.P. (2013). Effect of row spacing and direction of sowing on yield and yield attributing characters of wheat cultivated in Western Chitwan, Nepal. *Agricultural Sciences*, 4(7), 309-316, <http://dx.doi.org/10.4236/as.2013.47044>
- Parry, M.A.J., Reynolds, M.P., Salvucci, M.E., Raines, C., Andralojc, P.J., Xin-Guang Zhu, Price, G.D., Condon, A.G. & Furbank, R.T. (2011). Raising yield potential of wheat. II. Increasing photosynthetic capacity and efficiency. *J. Exp. Bot.* 62, 453-467, doi:10.1093/jxb/erq304.
- Potgieter, A., Meinke, H., Doherty, A., Sadras, V.O., Hammer, G., Crimp, S. & Rodriguez, D. (2013). Spatial impact of projected changes in rainfall and temperature on wheat yields in Australia. *Climatic Change* 117, 163-179, doi:10.1007/s10584-012-0543-0.
- Sadras, V.O., Angus, J.F. (2006). Benchmarking water use efficiency of rainfed wheat in dry environments. *Aust. J. Agric. Res.* 57, 847-856.
- Shah, W.A., Bakht, J., Ullah, T., Khan, A.W., Zubair, M., Khakwani, A.A. (2006). Effect of sowing dates on the yield and yield components of different wheat varieties. *J. Agron.*, 5(1), 106-110
- Sharma, R.C., Ortiz-Ferrara, G., Crossa, J., Bhatta, M.R., Sufian, M.A., Shoran, J., Joshi, A.K., Chand, R., Singh, G., Ortiz, R. (2007) Wheat grain yield and stability assessed through regional trials in the Eastern Gangetic Plains of South Asia. *Euphytica*, 157, 457-464, doi:10.1007/s10681-007-9470-y
- Soltani, A., Hoogenboom, G. (2007). Assessing crop management options with crop simulation models based on generated weather data. *Field Crops Res.* 103, 198-207, doi:10.1016/j.fcr.2007.06.003.
- Steduto, P., Hsiao, T.C., Raes, D., Fereres, E. (2009). AquaCrop--The FAO Crop Model to Simulate Yield Response to Water: I. Concepts and Underlying Principles. *Agron. J.* 101, 426-437, doi:10.2134/agronj2008.0139s.
- Zwart, S.J., Bastiaanssen, W.G.M., de Fraiture, C., Molden, D.J. (2010). WATPRO: A remote sensing based model for mapping water productivity of wheat. *Agric Water Manag* 97, 1628-1636, doi:10.1016/j.agwat.2010.05.017.
- Zwart, S.J., Bastiaanssen, W.G.M. (2004). Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. *Agric Water Manage*, 69, 115-133

---

**Citation:**

Beljaev, V.I., Vol'nov, V.V., Sokolova, L.V., Kuznecov, V.N., Matsyura, A.V. (2017). Effect of sowing techniques on the agroecological parameters of cereal crops. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(2), 130-136.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0. License