

## Effect of sowing aggregates on sowing quality of spring soft wheat (the case of moderate dry-forest steppe, Altai region)

V.I. Belyaev<sup>1</sup>, L.V. Sokolova<sup>1</sup>, V.N. Kuznetsov<sup>1</sup>, A.V. Matsyura<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Altai State Agrarian University*

*Barnaul, Krasnoarmeyskiy Prospekt, 98*

*E-mail: [prof-Belyaev@yandex.ru](mailto:prof-Belyaev@yandex.ru), [l.v.sokol@mail.ru](mailto:l.v.sokol@mail.ru), [kusnezow2508@gmail.com](mailto:kusnezow2508@gmail.com)*

<sup>2</sup>*Altai State University*

*Barnaul, Lenin St., 61*

*E-mail: [amatsyura@gmail.com](mailto:amatsyura@gmail.com)*

*Submitted: 12.08.2017. Accepted: 28.09.2017*

In this article, we proposed a rationale for choosing the seeding aggregates to improve the quality of ordinary spring wheat sowing in the moderate arid steppe of the Altai Territory. We determined the actual values and variability of spring wheat sowing quality indicators when different sowing units were used. A comparative evaluation of sowing aggregates was made on the basis of a generalized parameter that characterizes the quality of sowing taking into account their equalization. The study compared the following technologies and seeding machines: direct seeding with the use of the EPPK-2.5 complex; zero technology (No-Till) with sowing complex Condor; traditional technology of cultivation of crops with autumn processing with PG-3-5 gun, presowing processing of APK-7.2 and sowing of SZP-3.6A. The compared variants were randomly located, the sowing was carried out in the third decade of May, the rate of sowing was 5 million virgin grains per hectare, spring soft wheat "Altai 70". Determination of quality parameters of sowing (depth of seeding, the number of plants, plant height and their statistics) were conducted in the 2nd decade of June. During 2013-2016, SZP-3.6A crops had the advantage from the number of shoot and it was 346.1 pcs / m<sup>2</sup>, which is by 1.84 and 2.34 times was higher than Condor and EPPK-2.5 respectively. The height of plants also had an advantage of SZP-3,6A – 282.6 mm, which was higher by 25.4 mm and 71.2 mm than in Condor and EPPK-2.5 respectively. Each indicator of the quality of sowing was characterized by fluctuated magnitude. High coefficient of variation indicated low quality of sowing. We calculated the equalization coefficient for each parameter to assess the uniformity of crops performed by each machine. The SZP-3,6A seeder exceeded the compared seeding complexes for all three parameters, which indicated higher seed uniformity than Condor and EPPK-2.5. Comparative evaluation of the seeding machines Condor and EPPK-2.5 was ambiguous. At the seeding unit EPPK-2.5, the leveling factor was 12.3% higher than in Condor, the seeding rate was 17.8% lower in comparison with Condor, and the plant height was insignificantly (by 2.1%) lower than Condor.

We suggested a generalized leveling factor to evaluate the sowing aggregates in terms of the quality of sowing, i.e. radius vector drawn up to point A, characterized by the coordinates A (depth of embankment, number of sprouts, and plant height). A better seeding was obtained with the SZP-3.6 A seeding unit (84.2%). The lowest quality parameters for sowing were obtained from the seeding complex EPPK-2.5 (75.9%). Crops with this complex were characterized by the greatest uneven quality of sowing, which requires a correct justification for both the sowing rate, the method of sowing and the width of the rows of cultivated crops according to the technology applied to specific conditions.

**Key words:** moderate arid forest steppe; sowing aggregates; spring soft wheat; quality parameters of sowing; coefficient of equalization

---

## Сравнительная оценка посевных агрегатов по качеству посева яровой мягкой пшеницы в условиях умеренно засушливой колочной степи Алтайского края

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

<sup>1</sup>Алтайский государственный аграрный университет

г. Барнаул, пр-т Красноармейский 98

E-mail: [prof-Belyaev@yandex.ru](mailto:prof-Belyaev@yandex.ru), [l.v.sokol@mail.ru](mailto:l.v.sokol@mail.ru), [kusnezow2508@gmail.com](mailto:kusnezow2508@gmail.com)

<sup>2</sup>Алтайский государственный университет,

г. Барнаул, Ленина, 61, E-mail: [amatsyura@gmail.com](mailto:amatsyura@gmail.com)

В данной статье нами предложено обоснование выбора посевных агрегатов для повышения качества рядового посева яровой пшеницы в условиях умеренно засушливой колочной степи Алтайского края. Нами были определены фактические значения и величины разброса показателей качества посева яровой пшеницы при применении различных посевных агрегатов; проведена сравнительная оценка посевных агрегатов на основе обобщенного параметра, характеризующего качество посева с учетом их выравненности. В исследовании сравнивались следующие технологии и посевные машины: прямой посев с применением комплекса ЭППК-2,5; нулевая технология (No-Till) с посевом комплексом Condor; традиционная технология возделывания культур с осенней обработкой орудием ПГ-3-5, предпосевной обработкой АПК-7,2 и посевом СЗП-3,6А. Расположение сравниваемых вариантов в опыте осуществлялось согласно рандомизации. Посев проводился в третьей декаде мая, норма высева 5 млн. всхожих зерен на гектар, сорт яровой мягкой пшеницы «Алтайская 70». Определение показателей качества посева (глубины заделки семян, количества растений, высоты растений и их статистик) проводили во 2 декаде июня. В среднем за 2013-2016 гг. по количеству всходов преимущество имели посевы СЗП-3,6А – 346,1 шт/м<sup>2</sup>, что в 1,84 и 2,34 раза выше, чем на посевах Condor и ЭППК-2,5 соответственно. По высоте растений преимущество также имели посевы СЗП-3,6А – 282,6 мм, что выше на 25,4 мм и 71,2 мм, чем на посевах Condor и ЭППК-2,5 соответственно. Каждый показатель качества посева характеризуется разбросом своей величины. Высокое значение коэффициента вариации указывает на низкое качество посева. Для оценки однородности посевов, выполненных каждой машиной, был рассчитан коэффициент выравненности по каждому параметру. Сеялка СЗП-3,6А превосходит сравниваемые посевные комплексы по всем трем показателям, что указывает на более высокую равномерность посева, чем у Condor и ЭППК-2,5. Сравнительная оценка посевных машин Condor и ЭППК-2,5 неоднозначна. У посевного агрегата ЭППК-2,5 по глубине заделки коэффициент выравненности на 12,3 % выше, чем у Condor, по количеству всходов на 17,8 % ниже, чем у Condor, а по высоте растений незначительно (на 2,1 %) ниже, чем у Condor.

Для оценки посевных агрегатов по параметрам качества посева предложен обобщенный коэффициент выравненности  $B^{обш}$ , представляющий собой радиус-вектор, проведенный до точки А, характеризуемой координатами А (глубина заделки; количество всходов; высота растений). Более качественный посев получен при использовании посевного агрегата СЗП-3,6 А ( $B^{обш} = 84,2$  %). Самые низкие показатели качества посева были получены у посевного комплекса ЭППК-2,5 ( $B^{обш} = 75,9$  %). Посевы этим комплексом характеризуются наибольшей неравномерностью качества посева, что требует правильного обоснования как нормы высева, так способа посева и ширины междурядий возделываемых культур по данной технологии применительно к конкретным условиям.

**Ключевые слова:** умеренно засушливая колочная степь; яровая мягкая пшеница; посевные агрегаты; параметры качества посева; коэффициент выравненности

## Введение

Современные условия развития сельскохозяйственного производства требуют изыскивать новые резервы повышения эффективности возделывания сельскохозяйственных культур. В настоящее время в Алтайском крае активно ведется техническое и технологическое перевооружение хозяйств. Приобретаются новейшие образцы отечественной и зарубежной почвообрабатывающей и посевной техники (Belyaev, 2013; Belyaev et al., 2017). В результате возникает необходимость совершенствования технологий возделывания культур и рационального использования машинно-тракторных агрегатов (МТА) не только с точки зрения повышения производительности и снижения погектарного расхода топлива, но и с учетом технологических, экономических и экологических факторов (Belyaev et al., 2014). Проведение сравнительных экспериментальных исследований позволит обосновать наиболее эффективные технологии возделывания культур и наборы машин для их реализации, которые в значительной мере повысят эффективность использования имеющихся резервов в растениеводстве (Grebennikova et al., 2016; Kindig, 2017)).

**Цель исследования:** обосновать выбор посевных агрегатов для повышения качества рядового посева яровой пшеницы в условиях умеренно засушливой колочной степи Алтайского края.

### Задачи:

1. Провести закладку полевого опыта по сравнительной оценке различных вариантов агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте.
2. Определить фактические значения и величины разброса показателей качества посева яровой пшеницы при применении различных посевных агрегатов.
3. Провести сравнительную оценку посевных агрегатов на основе обобщенного параметра, характеризующего качество посева с учетом их выравненности.

## Материалы и методы

Объектом исследования является технологический процесс рядового посева яровой пшеницы различными рабочими органами посевных машин.

В рамках международного проекта «Кулунда» с 2013 по 2015 гг. проводился опыт по сравнительной оценке различных вариантов технологий возделывания сельскохозяйственных культур в виде блочных планов. Исследования проводились на поле ФГУП ПЗ «Комсомольский» Павловского района Алтайского края. Все варианты агротехнологий сравнивались в севообороте пшеница-горох-пшеница-рапс.

Схема закладки полевых опытов и распределение опытных делянок на поле приведены на рис. 1.

4	БДТ-7+СЗП-3,6А				Condor				АПК-7,2+СЗП-3,6А				ЭППК-2,5						
	405	408	406	407	401	402	404	403	410	413	414	411	412	409	Пш.	Г.	Пш.	Р.	
	1	4	2	3	1	2	4	3	6	9	10	7	8	5	рядк.	рядк.	рядк.	рядк.	
	Пш по Р	Р по Пш	Г по Пш	Пш по Г	Пш по Р	Г по Пш	Р по Пш	Пш по Г	Пш по Пх	Пч	Пч	Пш по Пч	Пш по Пх	Пш по Пч					
	10	314	313	310	311	312	309	304	302	301	303	305	308	307	306	Р.	Пш.	Г.	Пш.
3	АПК-7,2+СЗП-3,6А				Condor				БДТ-7+СЗП-3,6А				ЭППК-2,5						
	10	314	313	310	311	312	309	304	302	301	303	305	308	307	306	Р.	Пш.	Г.	Пш.
	Пч	Пч	Пш по Пх	Пш по Пч	Пш по Пх	Пш по Пч	Р по Пш	Г по Пш	Пш по Р	Пш по Г	Пш по Р	Р по Пш	Пш по Г	Г по Пш	2	Полос.	Полос.	Полос.	Полос.
	205	208	206	207	211	212	209	210	214	213	203	204	201	202	Пш.	Р.	Пш.	Г.	
	1	4	2	3	7	8	5	6	10	9	3	4	1	2	Разб.	Разб.	Разб.	Разб.	
2	БДТ-7+СЗП-3,6А				АПК-7,2+СЗП-3,6А				Condor				ЭППК-2,5						
	205	208	206	207	211	212	209	210	214	213	203	204	201	202	Пш.	Р.	Пш.	Г.	
	1	4	2	3	7	8	5	6	10	9	3	4	1	2	Разб.	Разб.	Разб.	Разб.	
	Пш по Р	Р по Пш	Г по Пш	Пш по Г	Пш по Пч	Пш по Пх	Пш по Пч	Пш по Пх	Пч	Пч	Пш по Г	Р по Пш	Пш по Р	Г по Пш					
	103	104	102	101	107	106	108	105	111	112	114	109	110	113	Г.	Пш.	Р.	Пш.	
1	Condor				БДТ-7+СЗП-3,6А				АПК-7,2+СЗП-3,6А				ЭППК-2,5						
	103	104	102	101	107	106	108	105	111	112	114	109	110	113	Г.	Пш.	Р.	Пш.	
	3	4	2	1	3	2	4	1	7	8	10	5	6	9	Рядк.	Рядк.	Рядк.	Рядк.	
	Пш по Г	Р по Пш	Г по Пш	Пш по Р	Пш по Г	Г по Пш	Р по Пш	Пш по Р	Пш по Пч	Пш по Пх	Пч	Пш по Пч	Пш по Пх	Пч					
	005	008	003	011	012	002	009	010	001	013	014	004	007	006	Пш.	Г.	Пш.	Р.	
0	БДТ-7+СЗП-3,6А				Condor				АПК-7,2+СЗП-3,6А				ЭППК-2,5						
	005	008	003	011	012	002	009	010	001	013	014	004	007	006	Пш.	Г.	Пш.	Р.	
	1	4	3	7	8	2	5	6	1	9	10	4	3	2	Полос.	Полос.	Полос.	Полос.	
	Пш по Р	Р по Пш	Пш по Г	Пш по Пч	Пш по Пх	Г по Пш	Пш по Пч	Пш по Пх	Пш по Р	Пч	Пч	Р по Пш	Пш по Г	Г по Пш					
	005	008	003	011	012	002	009	010	001	013	014	004	007	006	Пш.	Г.	Пш.	Р.	

Рис. 1. Схема закладки полевого опыта

В исследовании сравнивались следующие технологии и посевные машины: прямой посев с применением комплекса ЭППК-2,5; нулевая технология (No-Till) с посевом комплексом Condor; традиционная технология возделывания культур с осенней обработкой орудием ПГ-3-5, предпосевной обработкой АПК-7,2 и посевом СЗП-3,6А; усовершенствованная технология с осенней обработкой КПШ-9, предпосевной обработкой БДТ-7,0 и посевом СЗП-3,6А. Применяемые в исследовании посевные комплексы приведены на рис. 2.



Рис. 2. Посевные машины: а – посевной комплекс ЭППК-2,5; б – посевной комплекс Condor; в – сеялка СЗП-3,6А

Почвообрабатывающий посевной комплекс ЭППК-2,5 имеет рабочую ширину захвата 2,5 м. Комплекс оборудован сошниками с горизонтальными сферическим дисками (рис. 3а), расстояние между сошниками 41 см. За счет конструкции делителя сошника возможно изменять способ посева культур от рядового до разбросного. Опытный образец посевного комплекса Condor компании «Amazon» предназначен для рядового посева сельскохозяйственных культур по технологии «No-Till». Ширина захвата 3,0 м, тип сошника – анкерный копирующий с междурядьем 25 см (рис. 3б). Сеялка СЗП-3,6А предназначена для рядового посева семян зерновых в предварительно обработанную почву. Ширина захвата 3,6 м, междурядье – 15 см, тип сошника – двухдисковый (рис. 3в) (Belyaev et al., 2014, 2017).

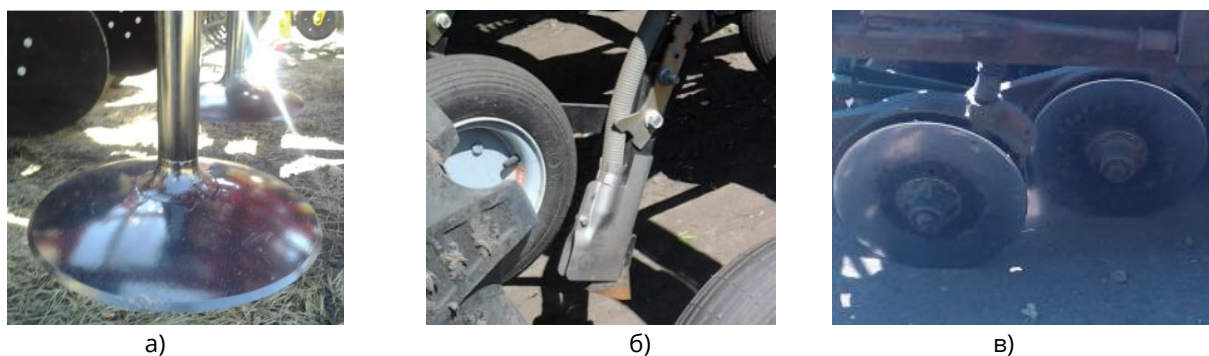


Рис. 3. Рабочие органы посевных машин: а –ЭППК-2,5; б –Condor; в – СЗП-3,6А

Расположение сравниваемых вариантов в опыте осуществлялось согласно рандомизации. Посев яровой пшеницы проводился в агротехнические сроки, сорт «Алтайская 70». Определение показателей качества посева (глубины заделки семян, количества растений, высоты растений и их статистик) проводили во 2 декаде июня. Отбор образцов и обработку результатов осуществляли в полном соответствии с «Методикой полевого опыта» Б.А. Доспехова (1979). Достоверность полученных данных базируется на применении современных методов математической обработки и статистического анализа многофакторного эксперимента, пакетов прикладных программ *Statistica 6.0, Matlab*.

## Результаты и их обсуждение

Рассмотрим варианты рядового посева яровой пшеницы представленными выше рабочими органами посевных машин.

В результате проведенных экспериментальных исследований по различным посевным агрегатам определены средние значения показателей качества посева: глубины заделки семян, количества всходов на 1 м<sup>2</sup> и высоты растений. Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1. Средние значения показателей качества посева пшеницы по различным посевным агрегатам

Посевной агрегат	Глубина заделки семян, мм	Параметр качества посева	
		Количество всходов, шт./м <sup>2</sup>	Высота растения, мм
СЗП-3,6А	39,5	346,1	282,6
Condor	44,9	188,2	257,2
ЭППК-2,5	42,1	147,7	211,4

В среднем за 2013-2015 гг. по количеству всходов преимущество имели посевы СЗП-3,6А – 346,1 шт./м<sup>2</sup>, что в 1,84 и 2,34 раза выше, чем на посевах Condor и ЭППК-2,5 соответственно.

По высоте растений преимущество также имели посевы СЗП-3,6А – 282,6 мм, что выше на 25,4 мм и 71,2 мм, чем на посевах Condor и ЭППК-2,5 соответственно.

Каждый показатель качества посева характеризуется разбросом своей величины. Высокое значение коэффициента вариации указывает на низкое качество посева.

Для оценки однородности посевов, выполненных каждой машиной, рассчитан коэффициент выравненности по каждому параметру:

$$B = 100 - \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где  $\sigma$  – среднее квадратичное отклонение;  $\bar{x}$  – среднее значение показателя.

Результаты расчета коэффициента выравненности по каждому показателю приведены в табл. 2.

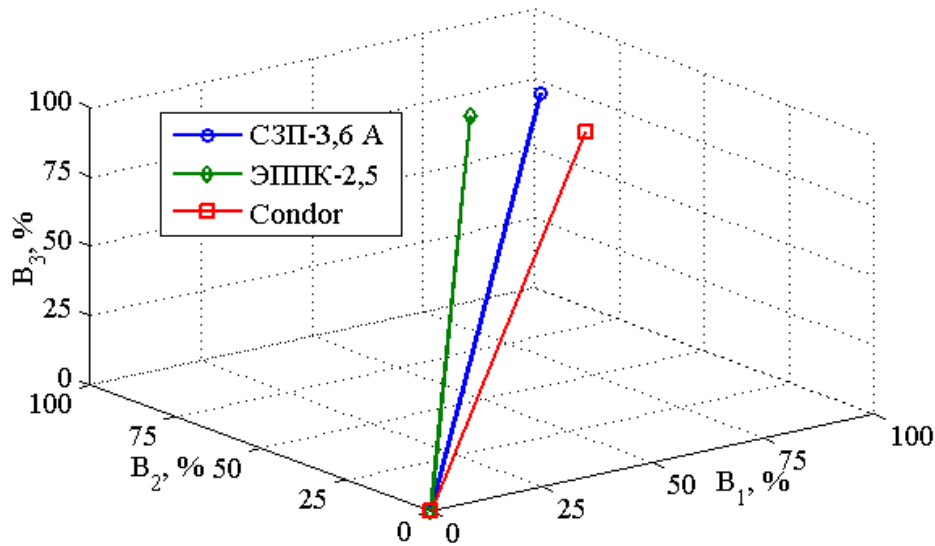
Таблица 2. Средние значения коэффициентов выравненности по различным посевным агрегатам, %

Посевной агрегат	Показатель качества посева		
	Глубина заделки семян	Количество всходов	Высота растения
СЗП-3,6А	87,9	82,2	82,4
Condor	72,0	82,2	79,8
ЭППК-2,5	84,3	64,4	77,7

Как показывает анализ, сеялка СЗП-3,6А превосходит сравниваемые посевные комплексы по всем трем показателям, что указывает на более высокую равномерность посева, чем у Condor и ЭППК-2,5. Сравнительная оценка посевных

машин Condor и ЭПК-2,5 неоднозначна. У посевного агрегата ЭПК-2,5 по глубине заделки коэффициент выравнивания на 12,3 % выше, чем у Condor, по количеству всходов на 17,8 % ниже, чем у Condor, а по высоте растений незначительно (на 2,1 %) ниже, чем у Condor.

Для оценки посевных агрегатов по параметрам качества посева предложен обобщенный коэффициент выравнивания  $B^{общ}$ , представляющий собой радиус-вектор, проведенный до точки  $A$ , характеризуемой координатами  $A$  (глубина заделки; количество всходов; высота растений). В расчетах сделано допущение, что значимость каждого показателя качества посева одинакова. Геометрическая интерпретация обобщенного коэффициента выравнивания показана на рис. 3.



**Рисунок 4.** Геометрическая интерпретация обобщенного коэффициента выравнивания качества посева

Величина коэффициента  $B^{общ}$  характеризуется длиной радиус-вектора, вычисляемой в декартовых координатах по выражению:

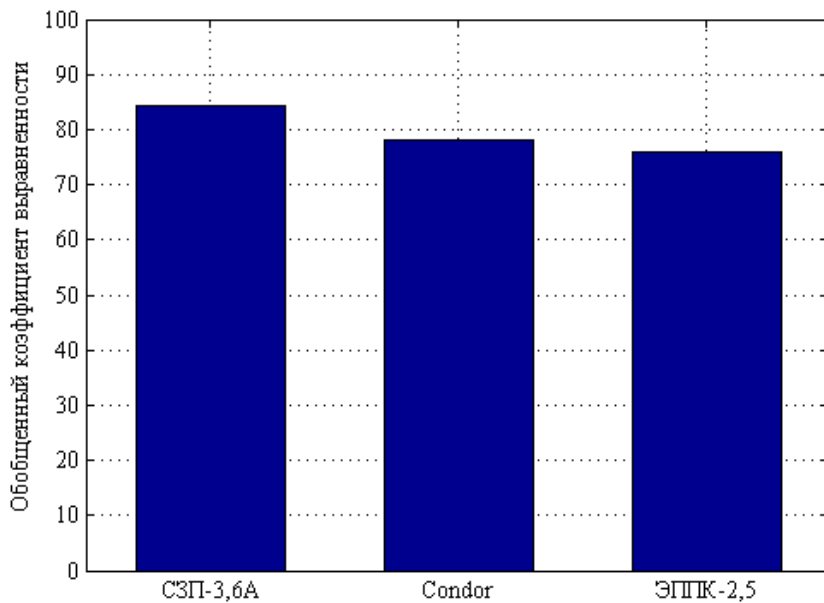
$$B^{общ} = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + B_3^2}, \tag{2}$$

где  $B_1, B_2, B_3$  - соответственно значения коэффициента выравнивания по глубине заделки, количеству всходов и высоте растений.

Приведем максимально возможный коэффициент к 100 %:

$$B_{прив}^{общ} = \frac{B^{общ}}{\sqrt{3}} \cdot 100 \%, \tag{3}$$

Результаты расчета обобщенного коэффициента выравнивания показаны на рис. 5.



**Рисунок 5.** Значение обобщенного коэффициента выравнивания по различным посевным агрегатам

Результаты исследования показывают, что более качественный посев получен при использовании посевного агрегата СЗП-3,6 А ( $B^{общ} = 84,2 \%$ ). Самые низкие показатели качества посева были получены у посевного комплекса ЭПК-2,5



( $B^{\text{общ}}=75,9\%$ ). Посевы этим комплексом характеризуются наибольшей неравномерностью качества посева, что требует правильного обоснования как нормы высева, так способа посева и ширины междурядий возделываемых культур по данной технологии применительно к конкретным условиям.

## Выводы

Сравнение посевных машин по средним показателям глубины заделки семян, количества всходов и высоты растений, а также их выравнимости не дает однозначного представления о преимуществах того или иного комплекса в целом. Предложенный обобщенный коэффициент выравнимости посевов позволил сравнить количественно посевные машины по качеству посева. Так посевы СЗП-3,6А обладают наибольшей выравнимостью (84,2 %), что указывает на его преимущество перед посевными комплексами Condor (78,1 %) и ЭППК-2,5 (75,9 %) в условиях умеренно засушливой колочной степи Алтайского края. Окончательный вывод о преимуществах какого-либо варианта посева можно сделать только после комплексного анализа сравниваемых технологий возделывания культур в севообороте на основе затрат и выхода конечной продукции.

## Referenes

Belyaev, V.I. (2013). Technical and technological support of resource-saving technologies of grain production in the Altai Territory. Actual statistics of Siberia. Information and Statistical Journal, 1, 72-81 (in Russian).

Belyaev, V.I., Minel, T., Kozhanov, S.A., Thyssen, R., Belyaev, V.V., Kozhanov, N.A. (2014). International project "Kulunda": justification of innovative complexes of machines and technologies for cultivating crops for the steppe zone of the Altai Territory. Agrarian Science - Agriculture. IX International Scientific and Practical Conference. Barnaul: RIO of the Altai State University, 2014

Belyaev, V.I. Volnov, V.V., Sokolova, L.V., Kuznetsov, V.N., Matsyura, A.V. (2017). Influence of seeding technologies on agroecological parameters of grain crops. Ukrainian Journal of Ecology, 2017, 7(2), 130-136. DOI: 10.15421/2017\_30

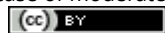
Grebennikova, N., Schaarschmidt, F., Heinicke, S., Guggenberger, G. (2016). Land-use change under different climatic conditions: Consequences for organic matter and microbial communities in the Siberian steppe soils., Agriculture, Ecosystems & Environment, 235, 253-264. DOI: 10.1016/j.agee.2016.10.022

Kindig, W. The benefits of No-till. Retrieved from: <http://www.yorkccd.org/agricultural-programs/no-tillcover-crops-articles/> Accessed on 29.09.2017.

---

### Citation:

Belyaev, V.I., Sokolova, L.V., Kuznetsov, V.N., Matsyura, A.V. (2017). Effect of sowing aggregates on sowing quality of spring soft wheat (the case of moderate dry-forest steppe, Altai region). *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(3), 258-263.



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

---