

## АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ И РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

V.V. Keler, S.V. Khizhnyak

## THE ASPECTS OF PRODUCTIVITY AND PROFITABILITY INCREASING IN SPRING WHEAT GRAIN PRODUCTION IN KRASNOYARSK REGION

**Келер В.В.** – канд. с.-х. наук, доц. каф. растениеводства и плодовоовощеводства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.

E-mail: vica\_kel@mail.ru

**Хижняк С.В.** – д-р биол. наук, проф. каф. экологии и естествознания Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.

E-mail: skhizhnyak@yandex.ru

**Keler V.V.** – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Plant Growing and Fruit-and-Vegetable Growing, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.

E-mail: vica\_kel@mail.ru

**Khizhnyak S.V.** – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Ecology and Natural Sciences, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.

E-mail: skhizhnyak@yandex.ru

Цель исследования – изучение влияния различных фонов возделывания на урожайность зерна мягкой яровой пшеницы. Задачи: определить влияние интенсификации элементов технологии возделывания на продуктивность зерна яровой пшеницы, изучить варьирование урожайности культуры в зависимости от применяемых предшественников, минеральных удобрений и полного перечня современных средств защиты растений (СЗР), а также установить фон возделывания, обеспечивающий наибольшую рентабельность и наименьшую экологическую нагрузку на агрофитоценоз. Для выявления влияния предшественников, комплекса современных средств защиты и удобрений на продуктивность районированного сорта мягкой яровой пшеницы Новосибирская 31 в 2016–2017 годах в Красноярской лесостепи был заложен полевой опыт. Предшественники – чистый пар и зерновые (яровая пшеница). В качестве фонов использовали удобренные зерновые, удобренный пар, пар с СЗР, зерновые с СЗР, удобренные зерновые с СЗР, удобренный пар с СЗР. В качестве удобрения на программируемую урожайность 50 ц/га применили аммиачную селитру (34,4 %). Комплекс СЗР из фунгицидов, гербицидов и инсектицидов был представлен следующими препаратами: Виал Траст; Паллас 45, Зенон Аэро, Цунами, а также Ультромаг Профи для

снижения стресса у растений в ходе обработки пестицидами. Математическую обработку результатов проводили с помощью пакета StatSoft® STATISTICA 6.0. Было установлено, что урожайность в основном зависит от предшественников и пестицидов, тогда как удобрение продемонстрировало относительно небольшое влияние в год, благоприятный для роста пшеницы, и отсутствие эффекта в год, неблагоприятный для роста пшеницы. Максимальная сила влияния на урожайность отмечена для фактора «Предшественник» (показатель силы влияния равен 70,9 %), минимальная – для фактора «Удобрение» (показатель силы влияния равен 4,5 %). На основании полученных данных сделан вывод, что наиболее экологически безопасным элементом технологии возделывания в зоне рискованного земледелия СФО, дающим при этом экономический эффект рентабельности в 20 %, является чистый пар.

**Ключевые слова:** пшеница, сорт, урожайность, продуктивность, себестоимость, азот, фосфор, калий, рентабельность, предшественники, удобрения, пестициды, агрофитоценоз.

The aim of the research was to study the effect of different cultivation elements on the grain yield of soft spring wheat. The tasks were set: to determine

*the intensification effect of cultivation technology elements on the productivity of spring wheat grain, to study the variation of crop yield depending on applied predecessors, mineral fertilizers and a complete list of modern plant protection products and to establish a background of previous cultures, cultivation that has the highest profitability and the lowest environmental burden on agrophytocenosis. For the identification of the role of predecessors, a complex of modern means of protection and fertilizers on the efficiency of zoned variety of soft spring-sown wheat Novosibirskaya 31 in 2016–2017 in Krasnoyarsk forest-steppe the field experiment was put. The predecessors were bare fallow and cereals (spring wheat). As backgrounds fertilized crops, fertilized bare fallow with means of plant protection, bare fallow with means of plant protection, crops with means of plant protection, fertilized crops with means of plant protection and fertilized bare fallow were used. As fertilizer on programmable productivity ammonium nitrate was used to obtain the yield of 5 t/hectare. The complex of plant protecting products from fungicides, herbicides and insecticides was presented by the following preparations: Vial Trust; Pallas 45, Zenon Aero, Tsunami and also Ultromag Profy for the decrease in plants stress during processing by pesticides. Growth stimulant Ultromag Profy was used to reduce the stress in plants during pesticide treatment. Mathematical processing of the results was performed using Stat Soft STATISTICA 6.0 package. It was found out that the yield mainly depended on previous cultures and pesticides, while the fertilizer showed a relatively small impact in the year, favorable for wheat growth, and the lack of effect in the year unfavorable for wheat growth. The maximum power of influence on the productivity was marked for the factor "Previous cultures" (the power of influence figure is equal to 70.9 %), the minimum – for the factor "Fertilizer" (the power of influence figure was equal to 4.5 %). On the basis of the obtained data it was concluded that bare fallow is the most environmentally safe element of cultivation technology in the zone of risky agriculture of Siberian Federal Region giving economic effect of profitability in 20 %.*

**Keywords:** *wheat, variety, yield, productivity, cost, nitrogen, phosphorus, potassium, profitability, predecessors, fertilizers, pesticides, agrophytocenosis.*

**Введение.** В условиях интенсификации земледелия, с ростом применения средств химизации открываются перспективы более полной реализации потенциальных возможностей яровой пшеницы по формированию высоких урожаев и улучшению качества зерна. Увеличение производства зерна в Красноярском крае возможно при использовании в технологии возделывания пшеницы трех факторов интенсификации – интенсивного сорта, повышенных доз удобрений и интенсивной защиты. Но широкое применение химических средств защиты растений (СЗР) в настоящее время ведет к загрязнению и значительному изменению окружающей среды [1, 2]. Вместе с тем очевидно, что отказ от средств интенсификации сельскохозяйственного производства невозможен. Поэтому разработка оптимальных систем комплексного применения средств химизации, а также поиск биологических препаратов, которые позволят уменьшить нормы расхода удобрений, фунгицидов, пестицидов и гербицидов при сохранении их биологической эффективности на том же уровне, является весьма актуальной задачей.

**Цель исследования.** Изучение влияния различных уровней интенсификации возделывания на урожайность зерна мягкой яровой пшеницы.

**Задачи:** определить влияние интенсификации элементов технологии возделывания на продуктивность зерна яровой пшеницы; изучить варьирование урожайности культуры в зависимости от применяемых предшественников, минеральных удобрений и полного перечня современных средств защиты растений; установить фон возделывания, оказывающий наибольшую рентабельность и наименьшую экологическую нагрузку на агрофитоценоз.

**Объекты и методы исследования.** Опыт заложен по методике конкурсного сортоиспытания в 2016–2017 гг. на базе учебного хозяйства «Миндерлинское» в зоне лесостепи Красноярского края [3, 4]. Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным средне-мощным среднегумусным, тяжелосуглинистым. Обработка почвы осуществлялась согласно требованию зональных систем земледелия и общепринятых рекомендаций для Красноярской лесостепи. В работе использован сорт современного сортимента «Государственного реестра

селекционных достижений, допущенных к использованию» на территории Красноярского края Новосибирская 31, который является наиболее востребованным у современных товаропроизводителей и занимает наибольшие площади возделывания в крае. Предшественники – чистый пар и зерновые (яровая пшеница). После предварительно проведенного анализа почвы на обеспеченность питательными элементами во вторую декаду мая был проведен посев зерновой сеялкой ССНП-16 с нормой высева 5,0 млн всх. з/га, способ сева – рядовой, глубина 4 см. Общая площадь делянки 12 м<sup>2</sup>, учетная 10 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная, способ размещения делянок системный. В качестве фонов использовали: удобренные зерновые, удобренный пар, пар с СЗР, зерновые с СЗР, удобренные зерновые с СЗР, удобренный пар с СЗР.

Почвенный анализ на NPK показал очень высокое и высокое содержание Р и К и очень низкое содержание N как по пару, так и по зерновому предшественнику, в связи с этим в качестве удоб-

рения применили аммиачную селитру (34,4 %) на программируемую урожайность 50 ц/га.

В качестве СЗР применяли фунгициды, гербициды и инсектициды Виал Траст, ВС 0,4 л/т; Паллас 45, МД 0,5 л/га; Зенон Аэро, КЭ 1 л/га; Цунами, КЭ 0,15 л/га, а также в баковую смесь был добавлен препарат Ультромаг Профи 2 л/га для снижения стресса у растений в ходе обработки пестицидами.

Математическую обработку результатов проводили с помощью пакета StatSoft® STATISTICA 6.0 [5].

**Результаты исследования и их обсуждение.** Многофакторный дисперсионный анализ показал, что в 2016 г. статистически значимое влияние на урожайность оказали все исследуемые факторы: предшественник, удобрения и СЗР. Максимальная сила влияния отмечена для фактора «Предшественник» (показатель силы влияния равен 70,9 %), минимальная – для фактора «Удобрение» (показатель силы влияния равен 4,5 %). Кроме этого, наблюдался статистически значимый эффект взаимодействия факторов «Предшественник · Удобрение» (табл. 1).

Таблица 1

#### Результаты дисперсионного анализа влияния исследуемых факторов на урожайность

Фактор	Значимость фактора, p		Показатель силы влияния, %	
	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.
Предшественник	<0,001	<0,001	70,9	32,1
Удобрение	<0,01	Нет	4,5	0,7
СЗР	<0,001	<0,001	14,0	51,6
Предшественник · Удобрение	<0,05	Нет	2,6	0,3
Предшественник · СЗР	Нет	<0,001	0,2	5,7
Удобрение · СЗР	Нет	Нет	0,6	0,4
Предшественник · Удобрение · СЗР	Нет	<0,01	0,5	3,7

Средняя урожайность в 2016 году при использовании в качестве предшественника пара была на 26,1 ц/га (или на 103,2 %) выше, чем при использовании зернового предшественника (51,4 против 25,3 ц/га). При использовании средств защиты растений продуктивность сорта

Новосибирская 31 была больше на 11,6 ц/га, или на 35,6 %, чем без СЗР (44,2 ц/га против 32,6 ц/га), а при использовании удобрения – на 6,5 ц/га соответственно, или на 18,5 % (41,6 против 35,1 ц/га) (рис. 1).

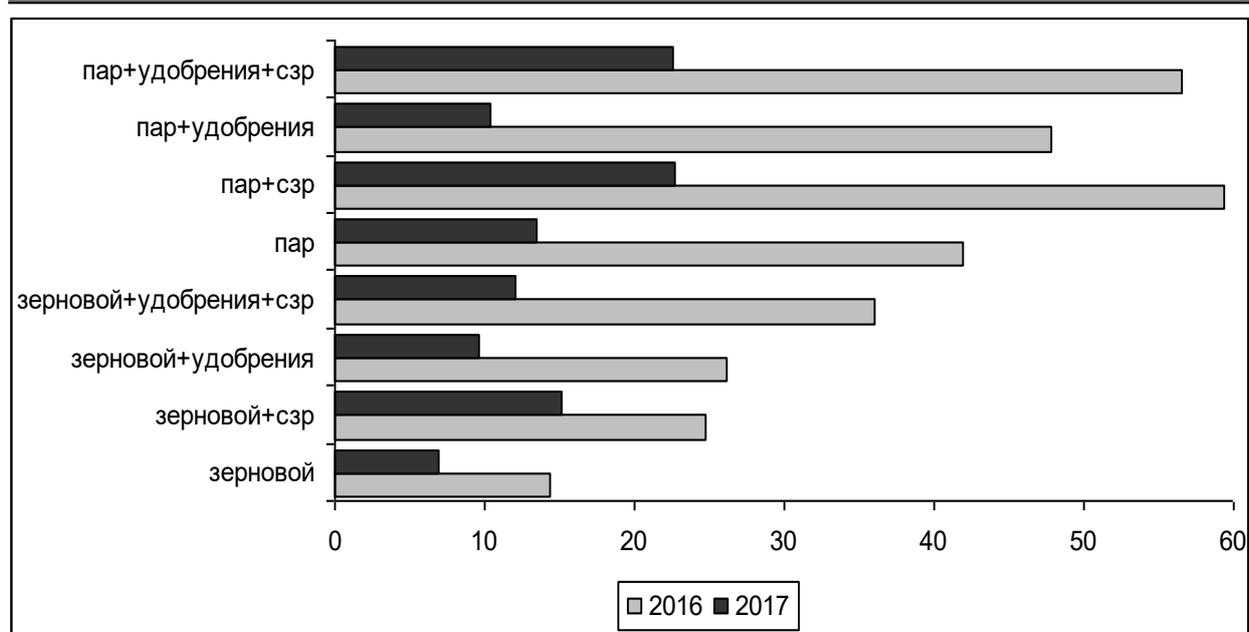


Рис. 1. Урожайность в разных вариантах в 2016 и 2017 гг., ц/га

Взаимодействие факторов «Предшественник · Удобрение» проявилось в том, что на фоне пара применение аммиачной селитры дало лишь незначительную (3,1 %) прибавку урожая (52,2 против 50,6 ц/га). В то же время на фоне зернового предшественника прибавка от приме-

нения удобрения составила 58,9 % (31,1 против 19,6 ц/га) (рис. 2).

Эффект СЗР практически не зависел ни от предшественника, ни от наличия удобрения (рис. 3).

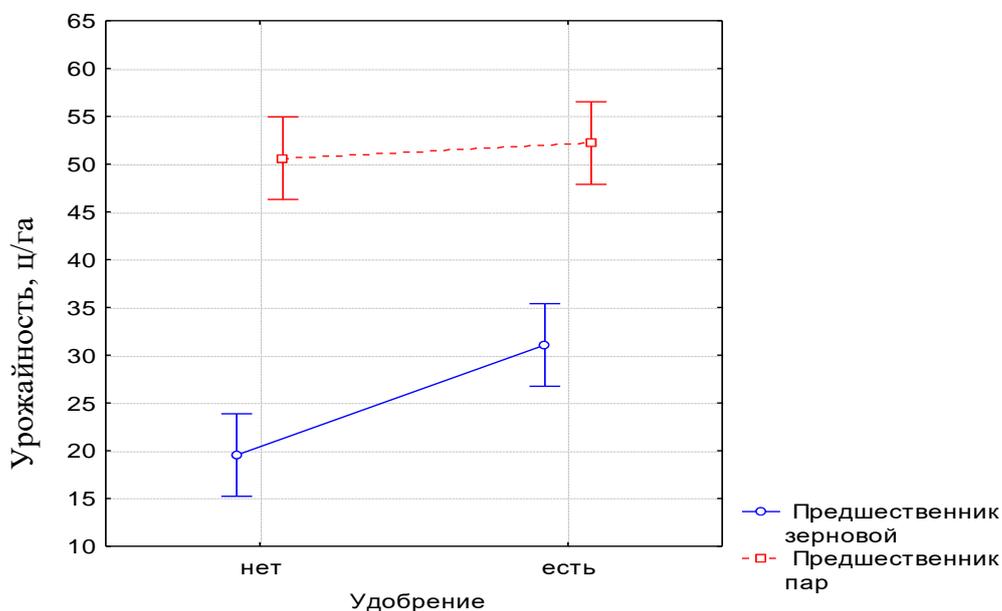


Рис. 2. Эффект взаимодействия факторов «Предшественник» и «Удобрение» в 2016 г.

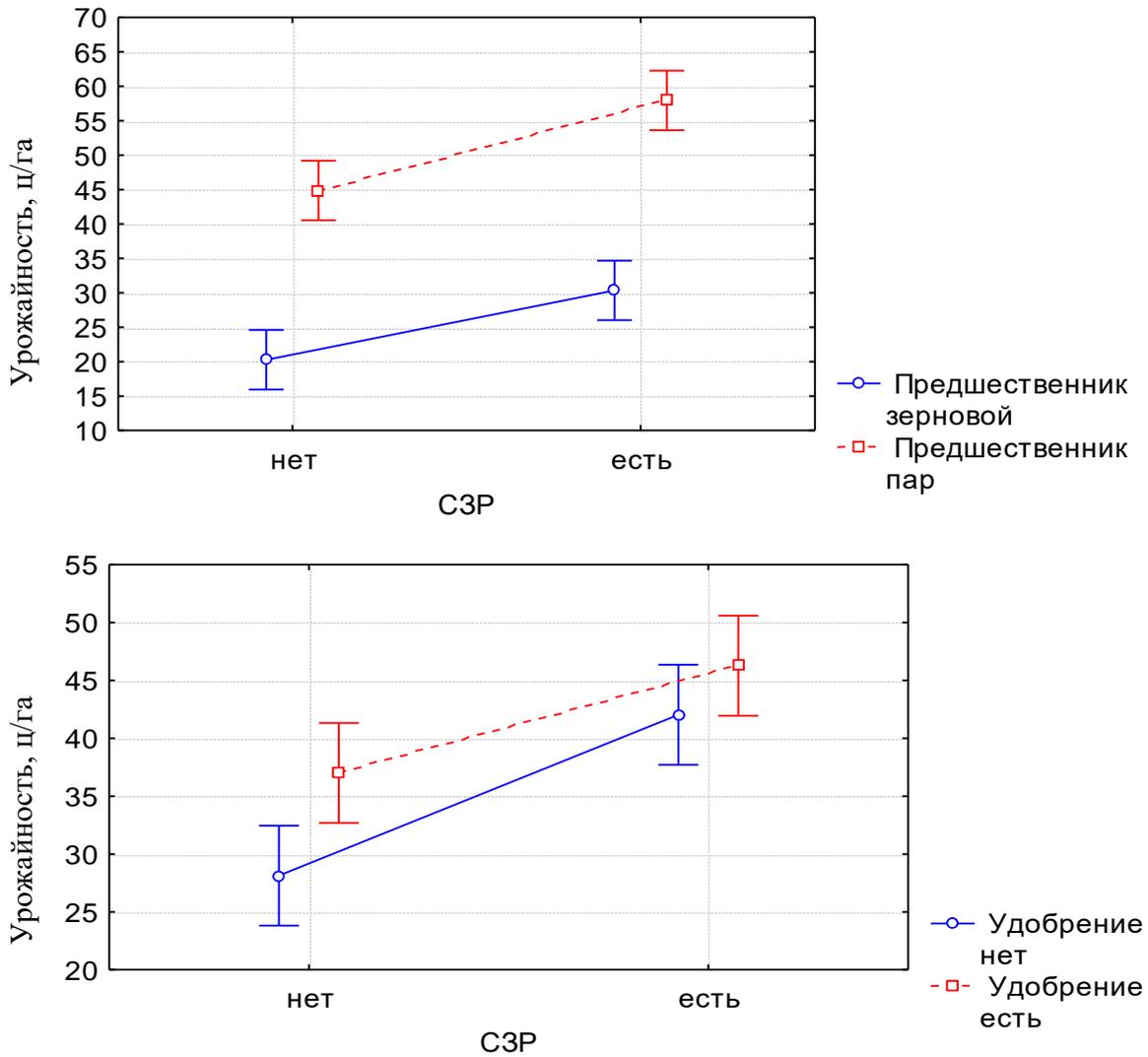


Рис. 3. Эффект C3P в зависимости от предшественника и от наличия удобрения в 2016 г.

В связи с сильной засухой первой половины вегетации 2017 года, когда закладываются элементы структуры урожая, продуктивность районированного сорта мягкой яровой пшеницы Новосибирская 31 была в среднем по вариантам в 2,8 раз ниже, чем в 2016 г. Максимальное снижение урожайности в сравнении с 2016 г. наблюдалось в вариантах с паром (в среднем в 3,2 раза), минимальное – в вариантах с зерновым предшественником (в среднем в 2,4 раза) (см. рис. 1).

В отличие от 2016 г., удобрение в 2017 г. не оказало статистически значимого влияния на урожайность. Статистически значимые эффекты отмечены для факторов «Предшественник», «C3P», а также для взаимодействий «Предшественник · C3P» и «Предшественник · Удобрение · C3P».

Сила влияния фактора «C3P» существенно возросла (показатель силы влияния равен 51,6 против 14,0 % в 2016 г.), а сила влияния фактора «Предшественник», напротив, упала (показатель силы влияния 32,1 против 70,9 % в 2016 г.) (см. табл. 1).

Средняя урожайность при использовании в качестве предшественника пара в 2017 г. была на 6,4 ц/га (или на 58,7 %) выше, чем при использовании зернового предшественника (17,3 против 10,9 ц/га). Количество зерна при использовании средств защиты растений было выше на 8 ц/га (или на 79,2 %), чем без C3P (18,1 против 10,1 ц/га).

Взаимодействие факторов «Предшественник · C3P» проявилось в том, что на фоне пара применение пестицидов увеличило урожай в

1,9 раза (22,6 против 11,9 ц/га). В то же время на фоне зернового предшественника применение полного комплекса современных средств

защиты увеличило урожай в 1,6 раза (13,6 против 8,3 ц/га) (рис. 4).

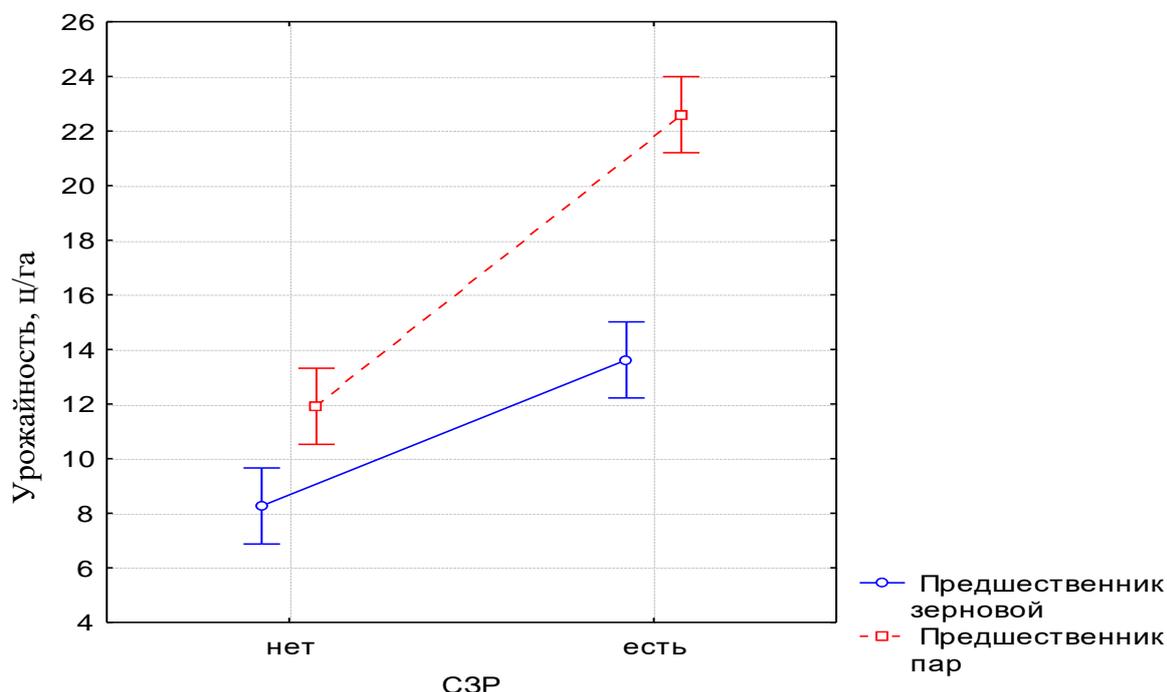


Рис. 4. Эффект взаимодействия факторов «Предшественник» и «СЗР» в 2017 г.

Тройное взаимодействие факторов «Предшественник · Удобрение · СЗР» проявилось в том, что на зерновом предшественнике максимальный эффект от применения СЗР наблю-

дался без удобрений, а при использовании пара в качестве предшественника максимальный эффект СЗР наблюдался на фоне удобрений (табл. 2, рис. 5).

Таблица 2

Прибавка урожая за счёт применения СЗР в зависимости от предшественника и удобрения в 2017 г.

Предшественник	Удобрение	Эффект СЗР (прибавка урожая в сравнении с вариантом без СЗР, раз)
Зерновой	Нет	2,18
Зерновой	Есть	1,26
Пар	Нет	1,69
Пар	Есть	2,16

Анализ значимости различий между отдельными вариантами опыта с использованием теста Дункана показал, что в 2016 г. почти все варианты с зерновым предшественником статистически значимо уступали варианту «пар без удобрений и без СЗР». Исключение составил вариант «зерновой + удобрения + СЗР», кото-

рый, хотя и показал менее высокую урожайность в сравнении с паром (36,0 против 41,9 ц/га), но эти различия оказались статистически незначимыми. В 2017 г. не уступали «пару» варианты «зерновой + СЗР» и «зерновой + удобрения + СЗР».

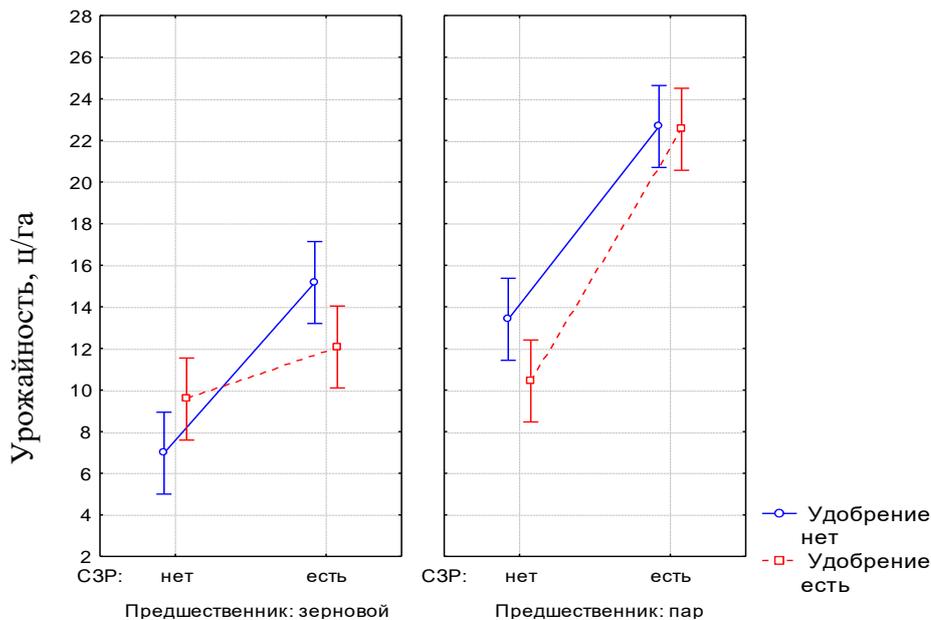


Рис. 5. Эффект взаимодействия факторов «Предшественник · Удобрение · СЗР» в 2017 г.

### Выводы

1. Урожайность пшеницы в зоне лесостепи Красноярского края в основном зависит от предшественников и пестицидов, тогда как удобрение продемонстрировало относительно небольшое влияние в год, благоприятный для роста пшеницы, и отсутствие эффекта в год, неблагоприятный для роста пшеницы.

2. Максимальная сила влияния на урожайность отмечена для фактора «Предшественник» (показатель силы влияния равен 70,9 %), минимальная – для фактора «Удобрение» (показатель силы влияния равен 4,5 %).

3. На основании полученных данных сделан вывод, что наиболее экологически безопасным элементом технологии возделывания в зоне рискованного земледелия СФО, дающим при этом экономический эффект рентабельности в 20 %, является чистый пар.

### Литература

1. Демиденко Г.А., Фомина Н.В. Мониторинг окружающей среды: учеб. пособие / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2013. – 154 с.
2. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. – М.: Агрорус, 2004. – 1108 с.
3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (общая часть). – М.: Колос, 1985. – Вып. 1. – 269 с.

4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / ред. А.И. Григорьева. – М.: Колос, 1989. – 194 с.
5. Снедекор Дж.У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. – М.: Изд-во с.-х. лит., 1961. – 503 с.

### Literatura

1. Demidenko G.A., Fomina N.V. Monitoring okruzhajushhej sredy: ucheb. posobie / Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2013. – 154 s.
2. Zhuchenko A.A. Resursnyj potencial proizvodstva zerna v Rossii. – M.: Agrorus, 2004. – 1108 s.
3. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skhozajstvennyh kul'tur (obshhaja chast'). – M.: Kolos, 1985. – Vyp. 1. – 269 s.
4. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skhozajstvennyh kul'tur. Vyp. 2. Zernovye, krupjanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury / red. A.I. Grigor'eva. – M.: Kolos, 1989. – 194 s.
5. Snedekor Dzh.U. Statisticheskie metody v primenenii k issledovanijam v sel'skom hozjajstve i biologii. – M.: Izd-vo s.-h. lit., 1961. – 503 s.