

# КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА ЦЧР

**С.И. Тютюнов**, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук

**П.И. Солнцев**, кандидат сельскохозяйственных наук

**Ю.В. Хорошилова**, кандидат биологических наук

**М.В. Емец, Ж.Ю. Горохова, С.С. Веретенникова**

ФГБНУ «Белгородский федеральный аграрный научный центр

Российской академии наук»

e-mail: laboratoria.zashiti@yandex.ru

**Аннотация.** Исследования проводили в 2020–2021 гг. в стационарном полевом опыте лаборатории защиты растений ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН». Использование средств защиты растений (второй и третий уровни) обеспечивало высокое фитосанитарное состояние посевов ячменя за счет снижения засоренности. Эффективность действия гербицида составляла 85,5–95,4 %. Применяемые удобрения способствовали значительному росту урожайности – прибавка достигала 2,4 т/га, или 154 %. СЗР (второй и третий уровни) обеспечивали достоверную прибавку урожайности во всех вариантах опыта – 0,26–0,70 т/га. Наибольшее увеличение урожайности отмечалось при комплексном применении удобрений и СЗР: прибавка достигала 3,1 т/га (199 %). Окупаемость 1 кг НРК минеральных удобрений получаемой прибавкой урожая возрастала при совместном использовании удобрений и СЗР до 9,0–14,7 кг. Содержание НРК в зерне ячменя увеличивалось при применении удобрений и не зависело от уровней защиты растений.

**Ключевые слова:** удобрения, уровни защиты растений, комплексное применение, яровой ячмень, урожайность, содержание НРК в зерне.

**Введение.** Одна из главных задач современного земледелия состоит в снижении энергетических затрат и повышении окупаемости удобрений. В связи с этим остро встает вопрос о необходимости применения их оптимально обоснованных доз в сочетании со средствами защиты растений для обеспечения высоко-го фитосанитарного состояния посевов и получения максимального урожая.

Ячмень является важнейшей зерновой культурой, используемой в кормопроизводстве, а также для продовольственных и технических целей [2, 6]. Для увеличения его продуктивности необходимо применять

современные агротехнологии, предусматривающие рациональное использование средств интенсификации: систем удобрений, систем защиты посевов от сорняков, болезней и вредителей; возделывание новых высокоурожайных сортов. Для производства представляют интерес новые, эффективные приемы возделывания, обеспечивающие высокую продуктивность ярового ячменя [3, 4, 5].

Исследования проводили в 2020–2021 гг. в стационарном полевом опыте лаборатории защиты растений ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН».

Цель исследований заключалась в оценке комплексного применения удобрений, средств защиты растений на фитосанитарное состояние посевов, и продуктивность ярового ячменя.

**Условия, материалы и методы.** Комплексные исследования проводили в длительном стационарном полевом опыте в зернопаропропашном севообороте: черный пар – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень – кукуруза на зерно.

Почва опытного участка – чернозем типичный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса 4,5–5,0 %, суммой поглощенных оснований – 37–40 мг-экв/100 г, гидролитической кислотностью почвы – 1,6–1,8 мг-экв/100 г почвы, рН солевой вытяжки – 5,8–5,9. Содержание подвижного фосфора и обменного калия (по Чирикову) – соответственно 55–60 и 105–125 мг/кг почвы.

Опыт заложен в трехкратной повторности методом расщепленных делянок. Изучали действие и взаимодействие между собой различных сочетаний двух факторов технологических приемов, в том числе 6 систем удобрений и 3 системы защиты растений.

Основная обработка почвы: вспашка на глубину 20–22 см.

Система удобрений: 1. Контроль (без удобрений);

2. Навоз (40 т/га) второй год последействия – фон; 3. Фон +  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ; 4. Фон +  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ; 5.  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ; 6. Последействие  $N_{180}P_{180}K_{180}$ .

Система защиты растений включала 3 уровня:

1. Протравливание семян (Доспех 3, КС – 0,50 л/т + Табу, ВСК – 0,50 л/т семян);
2. То же, что 1 + гербициды (кущение) Балерина, СЭ – 0,50 л/га + фунгицид (трубкование) Колосаль Про, КМЭ – 0,40 л/га;
3. То же, что и 2 + инсектицид Борей, СК – 0,10 л/га + Новосил, ВЭ – 0,03 л/га.

Минеральные удобрения (азофоска 16:16:16) вносили по делянкам вручную, средства защиты растений – опрыскивателем ОП-2000.

Высевали районированный в регионе сорт ячменя Хаджибей. При закладке опытов на делянках предусматривали технологическую колею для прохода техники при проведении работ по защите растений.

Методической основой выполняемых исследований являлся полевой факториальный эксперимент [1]. При выполнении исследований руководствовались общепринятыми методиками, согласно которым были проведены следующие наблюдения и учеты:

– агрометеорологические показатели фиксировали на метеопосту, расположенном на территории опытного поля ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН» в соответствии с «Руководством для агрометеорологических постов»;

– в фазу полной спелости ячменя отбирали сноповые образцы для определения структуры урожая (высота растений; общее число стеблей; число продуктивных стеблей; масса зерна с одного колоса);

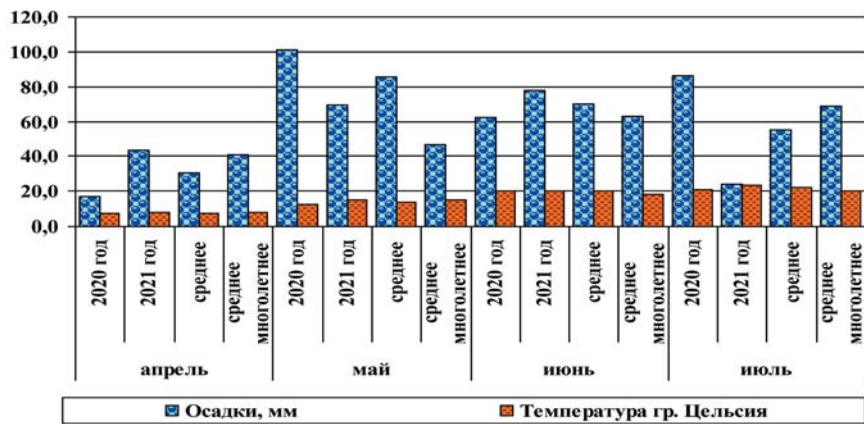


Рисунок 1. Средняя температура воздуха и суммы осадков по месяцам в периоды вегетации ячменя (2020–2021 гг.)

– учет урожая проводили при помощи комбайна Сампо-500, методом сплошной уборки учетной площади делянок опыта. Массу зерна с делянки взвешивали на весах с точностью  $\pm 05$  г. Полученную величину урожайности пересчитывали на 100 % чистоту и 14 % влажность;

– в зерне определяли содержание NPK; – статистическую обработку полученных данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием компьютерных программ (NIRSMAN, Microsoft Office Excel 2010) [1].

**Результаты и обсуждение.** В течение периода вегетации ячменя в 2020 г. температура воздуха в апреле и мае была ниже среднемноголетней на 0,4 и 2,1 °С, соответственно (рис. 1). В остальные месяцы вегетационного периода отмечалось превышение текущей температуры воздуха относительно среднемноголетней: в июне – на 2,5 °С; июле – на 0,8 °С. Осадки выпадали неравномерно. Так, в апреле выпало 41,7 %, мае – 215,3 %, июне – 98,7 %, июле – 124,6 % от среднемноголетнего количества. Гидротермический коэффициент (ГТК) за период вегетации составил 1,3 (130 % от среднемноголетнего по району проведения исследований).

Среднемесячная температура воздуха в течение вегетационного периода 2021 г. была выше среднемноголетних значений: в апреле – на 0,3 °С, июне – на 2,5 °С, июле – на 3,2 °С, августе – на 3,1 °С. В мае отклонений от среднемноголетних значений не наблюдалось. В течение вегетации отмечалось неравномерное выпадение осадков. Так, в апреле выпало 106,6 % от нормы, мае – 148,1 %, июне –

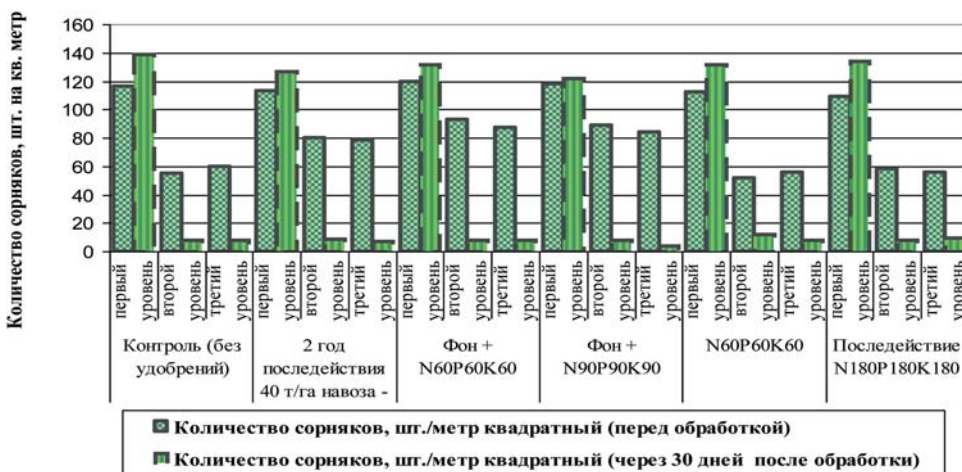


Рисунок 2. Влияние удобрений и средств защиты растений на засоренность посевов ярового ячменя ( $HCP_{05} = 12$  шт./м<sup>2</sup>)

Таблица. Влияние удобрений и средств защиты растений на урожайность ярового ячменя

Варианты опыта		Урожайность, т/га	Прибавка урожая от:						Окупаемость 1кг NPK прибав- кой урожая, кг
удобрения	уровни защиты растений*		удобрений		удобрений + пестицидов		пестицидов		
			т/га	%	т/га	%	т/га	%	
1. Контроль без удобрений	1	1,56	-	-	-	-	-	-	-
	2	1,82	-	-	-	-	0,26	16,7	-
	3	1,96	-	-	-	-	0,40	25,6	-
2. Навоз (40 т/га) 2 год последствия – фон	1	2,22	0,66	42,3	-	-	-	-	-
	2	2,52	-	-	1,0	61,5	0,30	13,5	-
	3	2,66	-	-	1,1	70,5	0,44	19,8	-
3. Фон + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	3,76	2,20	141,0	-	-	-	-	8,6
	2	4,17	-	-	2,6	167,3	0,41	10,9	10,8
	3	4,41	-	-	2,9	182,7	0,65	17,3	12,2
4. Фон + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	1	3,96	2,40	153,8	-	-	-	-	6,4
	2	4,49	-	-	2,9	187,8	0,53	13,4	8,4
	3	4,66	-	-	3,1	198,7	0,70	17,7	9,0
5. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	3,63	2,07	132,7	-	-	-	-	11,5
	2	4,03	-	-	2,5	158,3	0,40	11,0	13,7
	3	4,20	-	-	2,6	169,2	0,57	15,7	14,7
6. Последствие N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	1	3,34	1,78	114,1	-	-	-	-	-
	2	3,69			2,1	136,5	0,35	10,5	-
	3	3,82			2,3	144,9	0,48	14,4	-
НСР <sub>05</sub>			0,23						

\*Примечание: уровни защиты растений: 1 – протравливание семян; 2 – то же, что и 1 + гербициды + фунгициды; 3 – то же, что 2 + инсектициды + ростовые вещества.

123,0 %, июле – 34,8 %. Гидротермический коэффициент (ГТК) за период вегетации ячменя составил 0,9 (90 % от среднемноголетнего по району проведения исследований).

В посевах ячменя преобладали следующие виды сорняков: щирица, марь белая, виды горца, ярутка полевая, пастушья сумка. Из многолетних сорных растений встречался бодяк полевой.

Уровни защиты растений оказывали существенное влияние на засоренность посевов ячменя. Более высокий показатель отмечен при первом уровне защиты растений относительно второго и третьего уровней, независимо от применения удобрений (рис. 2).

В результате обработок посевов средствами защиты растений засоренность существенно снижалась. Эффективность действия гербицида составляла 85,5–95,4 %.

Анализ данных показал, что применяемые удобрения и средства защиты растений, особенно при комплексном использовании, оказывали значительное влияние на величину урожайности культуры (табл.).

В варианте без внесения удобрений при первом

уровне защиты растений (контроль) получено 1,56 т зерна с гектара; в варианте с последствием (второй год) 40 т/га навоза – 2,22 т/га, рост урожайности по отношению к контролю составил 42 %.

Применение минеральных удобрений в дозе N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> совместно с последствием (второй год) 40 т/га навоза и первым уровнем защиты растений увеличивало урожайность ячменя на 141 % относительно контрольного варианта, обеспечивая получение 3,76 т/га.

Наибольший рост урожайности культуры отмечался в варианте с внесением N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> совместно с использованием последствия навоза – 154 % при первом уровне защиты растений. Применение второго и третьего уровней защиты дополнительно увеличивало урожайность на 13 и 18 %, соответственно.

Внесение одних минеральных удобрений в дозах N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> и использование последствия минеральных удобрений в дозе N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub> вносимых под предшествующую культуру (сахарная свекла), с применением первого уровня защиты растений обеспечивало урожайность соответственно 3,63 и 3,34 т/га.

Рост урожайности ячменя в зависимости от применяемых уровней защиты растений в среднем по вариантам опыта составлял 10–26 %.

Наибольший рост урожайности обеспечивало комплексное применение удобрений и средств защиты растений. Величина получаемой прибавки от их совместного действия достигала 3,1 т/га, или 199 %.

Окупаемость минеральных удобрений полученной прибавкой урожая в варианте с внесением оптимальной дозы удобрений N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> совместно с последствием навоза при первом уровне защиты растений составляла 8,6 кг. Второй и третий уровни защиты способствовали росту окупаемости соответственно до 10,8–12,2 кг. Применение данной дозы в чистом виде обеспечивало получение наибольшей величины окупаемости, составлявшей в зависимости от уровней защиты 11,5–14,7 кг.

Содержание в зерне азота возрастало с увеличением дозы применяемых удобрений и составляло 1,38–2,09 % (рис. 3), а фосфора и калия в зависимости от

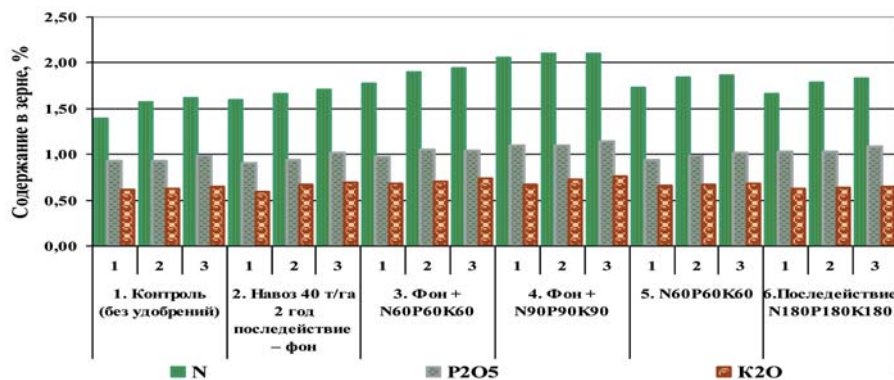


Рисунок 3. Влияние удобрений и уровней защиты растений на содержание NPK в зерне ячменя

применения удобрений – 0,92–1,14 и 0,61–0,76 % соответственно. Уровни защиты растений не оказывали существенного влияния на величину данных показателей.

Таким образом, содержание NPK в значительной степени зависело от применения удобрений и не изменялось существенно в зависимости от применяемых уровней защиты растений.

#### Выводы.

– Применение средств защиты растений (второй и третий уровни) обеспечивало снижение засоренности и создание высокого фитосанитарного состояния посевов ячменя. Эффективность действия гербицида составляла 85,5–95,4 %.

– Применяемые удобрения оказывали значительное влияние на величину урожайности ярового ячменя. Получаемая прибавка достигала 2,4 т/га, или 154 %.

– Средства защиты растений (второй и третий уровни) обеспечивали достоверную прибавку урожайности по отношению к первому уровню во всех вариантах опыта. Величина получаемой прибавки составляла 0,26–0,70 т/га.

– Наибольшее увеличение урожайности отмечалось при комплексном применении удобрений и средств защиты растений. Прибавка от их совместного действия достигала 3,1 т/га (199 %).

– Окупаемость 1 кг NPK минеральных удобрений получаемой прибавкой урожая составляла 6,4–11,5 кг и возрастала при комплексном применении удобрений и средств защиты растений до 9,0–14,7 кг.

– Содержание NPK в зерне ячменя увеличивалось при применении удобрений и не зависело от применяемых уровней защиты растений.

#### Список использованной литературы

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. - М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.
2. Жученко, А.А. Ресурсный потенциал производ-

ства зерна в России (теория и практика) / А.А. Жученко. - М.: ООО «Издательство Агрорус», 2004. - 1109 с.

3. Завалин, А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А.А. Завалин. - М.: Изд-во ВНИИА, 2005. - 302 с.

4. Сальникова, И.А. Биологическая урожайность зерна и интенсивность транспирации листьев различных сортов ярового ячменя / И.А. Сальникова, О.В. Мельникова, И.Д. Сазонова, Д.М. Мельников, А.А. Резунов // Сахарная свекла. - 2023. - № 2. - С. 41-43.

5. Тютюнов, С.И. Влияние агротехнологий на продуктивность севооборота в условиях юго-запада ЦЧР / С.И. Тютюнов, П.И. Солнцев, Ю.В. Хорошилова, М.В. Емец, Ж.Ю. Горохова, К.К. Горохова // Сахарная свекла. - 2022. - № 8. - С. 13-15.

6. Федотов, В.А. Растениеводство Центрально-Черноземного региона / В.А. Федотов, В.В. Коломейченко, Г.В. Коренев и др.; Под ред. В.А. Федотова, В.В. Коломейченко. - Воронеж: Центр духовного возрождения Черноземного края, 1998. - 464 с.

#### Comprehensive assessment of the use of fertilizers and plant protection means in the growing of spring barley in the South-West of the Central Black-Earth region

S.I. Tyutyunov, P.I. Solntsev, Yu.V. Khoroshilova, M.V. Yemets, J.Yu. Gorokhova, S.S. Veretennikova

**Summary.** The studies were carried out in 2020–2021 in a stationary field experiment of the plant protection laboratory of the Belgorod Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences. The use of plant protection products (second and third levels) ensured a high phytosanitary condition of barley crops by reducing weed infestation. The effectiveness of the herbicide was 85.5–95.4 %. The applied fertilizers contributed to a significant increase in the yield, the resulting increase reached 2.4 t/ha, or 154 %. Plant protection products (second and third levels) provided a significant increase in yield in all variants of the experiment – 0.26–0.70 t/ha. The greatest increase in the yield was noted with the complex use of fertilizers and plant protection products: the increase reached 3.1 t/ha (199 %). The payback of 1 kg of NPK mineral fertilizers by the resulting increase in yield increased with the complex use of fertilizers and plant protection products up to 9.0–14.7 kg. The content of NPK in barley grain increased with the application of fertilizers and did not depend on the applied levels of plant protection.

**Key words:** fertilizers, plant protection levels, complex application, spring barley, yield, NPK content in grain.