



# ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИФИКАЦИИ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ И ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР В ЗЕРНОПАРОПРОПАШНОМ СЕВОБОРОТЕ

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

Солнцев П.И., кандидат сельскохозяйственных наук

Хорошилова Ю.В., кандидат биологических наук

Емец М.В., Горохова Ж.Ю., Сопова Е.П.

ФГБНУ «Белгородский федеральный аграрный научный центр Российской академии наук»

e-mail: laboratoria.zashiti@yandex.ru

**Аннотация.** Показано влияние различных доз минеральных удобрений, органических удобрений, уровней интенсивности применения средств защиты растений и их комплексного использования на урожайность культур зернопаропропашного севооборота. Наибольший рост урожайности наблюдался при комплексном применении удобрений и средств защиты растений. Прибавка по отношению к контролю (без удобрений) составляла: у озимой пшеницы – 60–117 %, сахарной свеклы – 139–431 %, ячменя – 62–199 %, кукурузы на зерно – 99–413 %, в среднем по севообороту – 94–289 %.

**Ключевые слова:** удобрения, уровни защиты растений, интенсивность применения, урожайность, культуры севооборота.

Разработка приемов повышения продуктивности возделываемых культур за счет высокоэффективного использования средств химизации является актуальной задачей, так как позволяет полнее реализовать потенциал современных высокоурожайных сортов и гибридов при надежной защите окружающей среды [1, 2, 3]. Большое научное и практическое значение представляет разработка научных принципов комплексного применения средств химизации при возделывании сельскохозяйственных культур. Для производства особенно важны новые, экономически выгодные приемы возделывания, обеспечивающие высокую продуктивность севооборотов [4, 5, 6, 7].

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

**Цель исследований** заключалась в оценке влияния интенсификации применяемых систем удобрений и защиты растений на урожайность культур в зернопаропропашном севообороте.

Почва опытного участка – чернозем типичный тяжелосуглинистый слабосмытый малогумусный; pH

солевой вытяжки – 5,8–6,0; со средним и повышенным содержанием подвижного фосфора и обменного калия (по Чирикову) соответственно.

Исследования проводили в севообороте черный пар–озимая пшеница–сахарная свекла–ячмень–кукуруза на зерно.

Основная обработка почвы: вспашка на глубину 20–22 см – под озимую пшеницу и ячмень, 25–27 см – под кукурузу и 30–32 см – под сахарную свеклу.

## Системы удобрений

Из органических удобрений применяли полуперепревший навоз КРС, который вносили в дозе 40 т/га после уборки кукурузы на зерно под озимую пшеницу. Остальные культуры севооборота использовали его последствие (в расчете 8 т/га севооборотной площади). Минеральные удобрения использовали в дозах  $N_{60}P_{60}K_{60}$  и  $N_{90}P_{90}K_{90}$  под озимую пшеницу и ячмень;  $N_{60}P_{60}K_{60}$  и  $N_{120}P_{120}K_{120}$  – под кукурузу на зерно;  $N_{120}P_{120}K_{120}$  и  $N_{180}P_{180}K_{180}$  – под сахарную свеклу. Действие перечисленных доз минеральных удобрений изучали как совместно с последствием навоза, так и в чистом виде (табл. 1).

## Системы защиты растений

Озимая пшеница и ячмень:

1. Протравливание семян (Доспех 3, КС – 0,5 л/т + Табу, ВСК – 0,5 л/т семян).

2. То же, что 1 + гербицид (кушение) Астэрикс, СЭ – 0,6 л/га + фунгицид (трубкование) Алькор Супер, КЭ – 0,50 л/га.

3. То же, что и 2 + инсектицид Клонрин, КЭ – 0,20 л/га + Новосил, ВЭ – 0,03 л/га.

Сахарная свекла:

1. Протравливание семян (Круйзер, КС + ТМТД, ВСК + Тачигарен, СП) + почвенный гербицид Дифилайн, КЭ – 1,5 л/га.

2. То же, что и 1 вариант + гербициды по вегетации (Флуорон, ВДГ – 0,03 кг/га + Галактик Супер, КЭ –

Таблица 1. Системы удобрений культур севооборота

Варианты опыта	Культуры севооборота				В среднем за севооборот
	черный пар + озимая пшеница	сахарная свекла	ячмень	кукуруза на зерно	
1. Контроль	-	-	-	-	-
2. Навоз	40 т/га	1 год последствия навоза	2 год последствия навоза	3 год последствия навоза	8 т/га
3. Навоз + N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	40 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1 год последствия навоза + N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	2 год последствия навоза + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3 год последствия навоза + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	8 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>
4. Навоз + N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	40 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	1 год последствия навоза + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	2 год последствия навоза + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	3 год последствия навоза + N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	8т/га + N <sub>96</sub> P <sub>96</sub> K <sub>96</sub>
5. N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>
6. N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	последствие N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	N <sub>78</sub> P <sub>78</sub> K <sub>78</sub>

1 л/га) по 1-й волне сорняков + Ди-68, КЭ – 0,8 л/га.

3. То же, что 2 вариант + гербициды по вегетации (Флуорон, ВДГ – 0,03 кг/га + Галактик Супер, КЭ – 1 л/га + Бис-300, ВР – 0,3 л/га) по второй волне сорняков + Фалькон, КЭ – 0,6 л/га + Новосил, ВЭ – 0,03 л/га.

Кукуруза на зерно:

1. Протравливание семян (Максим XL, КС – 1 л/т).

2. То же, что и 1 вариант + почвенный гербицид Дифилайн, КЭ – 1,5 л/га.

3. То же, что 2 вариант + гербициды по вегетации (Приоритет, КС – 1,0 л/га + Дианат, ВР – 0,6 л/га) + инсектицид Каратэ Зеон, МКС – 0,3 л/га + Новосил, ВЭ – 0,03 л/га.

В стационарном опыте повторность – трехкратная.

Площадь делянок по изучению средств защиты соста-

Таблица 2. Урожайность культур севооборота в зависимости от интенсификации систем удобрений и защиты растений, 2020–2021 гг.

Варианты опыта		Урожайность, т/га з.е.				В среднем, т/га	Прибавка урожая от:				Окупаемость 1кг NPK прибавкой, кг
		озимая пшеница	сахарная свекла	ячмень	кукуруза на зерно		удобрений + пестицидов		Пестицидов		
удобрения	уровни защиты* растений					т/га	%	т/га	%		
Контроль без удобрений	1	2,93	3,09	1,56	1,70	1,86	-	-	-	-	-
	2	3,26	3,91	1,82	2,28	2,25	-	-	0,39	21,0	-
	3	3,41	4,54	1,96	3,57	2,70	-	-	0,84	45,2	-
Навоз 8 т/га (фон)	1	3,85	5,09	2,22	2,42	2,72	-	-	-	-	-
	2	4,70	7,39	2,52	3,39	3,60	1,74	93,5	0,88	32,4	-
	3	4,89	8,68	2,66	5,08	4,26	2,40	129,0	1,54	56,6	-
Фон + N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1	5,08	7,27	3,76	3,18	3,86	-	-	-	-	6,3
	2	5,69	12,11	4,17	4,69	5,33	3,47	186,6	1,47	38,1	14,5
	3	5,93	14,14	4,41	7,15	6,33	4,47	240,3	2,47	64,0	20,1
Фон + N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	1	5,32	8,44	3,96	3,73	4,29	-	-	-	-	5,5
	2	6,18	14,53	4,49	6,01	6,24	4,38	235,5	1,95	45,5	12,2
	3	6,37	16,42	4,66	8,72	7,23	5,37	288,7	2,94	68,5	15,7
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1	4,60	6,52	3,63	3,00	3,55	-	-	-	-	9,4
	2	5,18	11,04	4,03	4,43	4,94	3,08	165,6	1,39	39,2	17,1
	3	5,37	13,17	4,20	6,83	5,91	4,05	217,7	2,36	66,5	22,5
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	1	5,06	7,57	3,34	3,65	3,92	-	-	-	-	8,8
	2	5,65	13,66	3,69	5,79	5,76	3,90	209,7	1,84	46,9	16,7
	3	5,85	15,62	3,82	8,54	6,77	4,91	264,0	2,85	72,7	21,0
HCP <sub>05</sub>		0,25	0,48	0,23	0,35	0,30	-	-	-	-	-



вила 100 м<sup>2</sup>, удобрений – 300 м<sup>2</sup>, обработки почвы – 1800 м<sup>2</sup>.

В опыте высевали: сорт озимой пшеницы Синтетик; гибрид сахарной свеклы Конкурс; сорт ячменя Хаджибей; гибрид кукурузы на зерно Эффектный СВ.

Методической основой выполняемых исследований являлся полевой факториальный эксперимент [8]. Согласно общепринятым методикам проводили запланированные наблюдения и учеты. Агротехника опыта – общепринятая в зоне и области. Учет урожая осуществлялся методом сплошной уборки учетной площади.

### Метеорологические условия в годы проведения исследований

**Результаты и обсуждение.** В течение вегетационного периода 2020 г. среднемесячная температура воздуха в апреле и мае была ниже среднемноголетней на 0,4 и 2,1 °С соответственно. В остальные месяцы вегетации отмечался рост текущей температуры воздуха относительно среднемноголетней: в июне – на 2,5 °С; июле – на 0,8 °С; августе – на 0,2 °С; сентябре – на 3,2 °С. Осадки выпадали неравномерно. Так, в апреле выпало 41,7 %, мае – 215,3 %, июне – 98,7 %, июле – 124,6 %, августе – 27,7 % осадков от среднемноголетнего количества. В сентябре осадков не наблюдалось (рис.).

Среднемесячная температура за вегетационный период 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 показателей не наблюдалось, в сентябре среднемесячная температура воздуха была ниже на 2,3 °С. Осадки при этом выпадали следующим образом: в апреле – 106,6 %, мае – 148,1 %, июне – 123,0 %, июле – 34,8 %, августе – 92,5 %, сентябре – 65,5 % от среднемноголетнего количества.

Гидротермический коэффициент (ГТК) за периоды вегетации сахарной свеклы в годы исследований составлял 0,9 (90 % от среднемноголетнего по району проведения исследований).

Анализ данных урожайности культур севооборота показал высокую зависимость величины показателя от интенсивности применения удобрений и средств защиты растений, особенно от их совместного действия при комплексном применении. В среднем за 2 года урожайность в контрольном варианте (без удобрений) при первом уровне защиты растений составляла в зерновых единицах: у озимой пшеницы – 2,93 т/га, у сахарной свеклы – 3,09 т/га, у ячменя – 1,56 т/га, у кукурузы на зерно – 1,70 т/га, в среднем по севообороту – 1,86 т/га (табл. 2). Применяемые в кон-

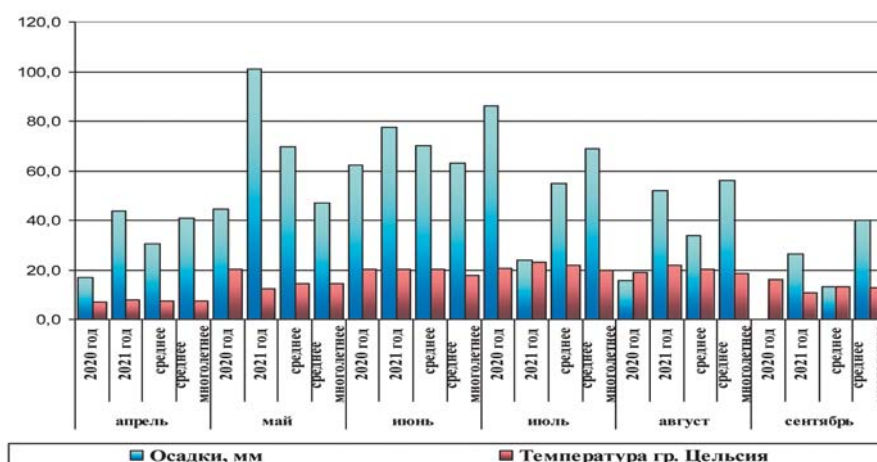


Рисунок. Метеорологические условия в периоды вегетации культур севооборота в 2020–2021 гг. и среднемноголетние данные (по данным метеопоста ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН»)

троле средства защиты растений (2 и 3 уровни) повышали урожайность озимой пшеницы на 11–16 %, сахарной свеклы – на 27–47 %, ячменя – на 17–26 %, кукурузы на зерно – на 34–110 %, в среднем по севообороту – на 21–45 %.

Внесение 40 т/га навоза в звене севооборота «черный пар–озимая пшеница» (в расчете 8 т/га севооборотной площади) обеспечивало получение 3,85 т/га з.е. озимой пшеницы; 5,09 т/га з.е. сахарной свеклы; 2,22 т/га з.е. ячменя; 2,42 т/га з.е. кукурузы на зерно. При этом в среднем по севообороту сбор зерновых единиц составлял 2,72 т/га. Применяемые СЗР дополнительно увеличивали урожайность на 32–57 %.

Наибольшее влияние на урожайность культур севооборота оказывало совместное действие навоза, минеральных удобрений и средств защиты растений. Комплексное применение навоза (в расчете 8 т/га севооборотной площади), минеральных удобрений в дозе N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub> и средств защиты растений (первый уровень) обеспечивало получение 5,08 т/га з.е. озимой пшеницы; 7,27 т/га з.е. сахарной свеклы; 3,76 т/га з.е. ячменя; 3,18 т/га з.е. кукурузы на зерно, в среднем по севообороту урожайность составила 3,86 т/га з.е. Применение второго и третьего уровней защиты растений способствовало росту урожайности в среднем по севообороту на 38 и 64 % соответственно.

При внесении на 1 гектар севооборотной площади 8 т навоза и минеральных удобрений в дозе N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> при первом уровне защиты растений получено в среднем по севообороту 4,29 т/га з.е. Урожайность озимой пшеницы при этом составила 5,32 т/га, сахарной свеклы – 8,44 т/га з.е., ячменя – 3,96 т/га, кукурузы на зерно – 3,73 т/га з.е. При применении второго и третьего уровней защиты растений урожайность возрастала на 46–69 %.

При применении минеральных удобрений в дозе N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub> и первого уровня защиты растений у озимой





пшеницы установлена урожайность 4,60 т/га, сахарной свеклы – 6,52 т/га з.е., ячменя – 3,63 т/га, кукурузы на зерно – 3,0 т/га з.е., в среднем по севообороту – 3,55 т/га з.е. СЗР (второй и третий уровни) дополнительно увеличивали ее у озимой пшеницы на 13–17 %, сахарной свеклы – на 69–102 %, ячменя – на 11–16 %, кукурузы на зерно – на 48–128 %, в среднем по севообороту – на 39–67 %.

Доза минеральных удобрений  $N_2P_2K_2$  способствовала дальнейшему росту урожайности относительно дозы  $N_1P_1K_1$ . В зависимости от уровня внесения средств защиты растений она составляла у озимой пшеницы 5,06–5,85 т/га, сахарной свеклы – 7,57–15,62 т/га з.е., у ячменя – 3,34–3,82 т/га, кукурузы на зерно – 3,65–8,54 т/га з.е., в среднем по севообороту – 3,92–6,77 т/га з.е.

Окупаемость 1 кг NPK прибавкой урожая в среднем по севообороту составляла 5,5–22,5 кг з.е. Наибольшая ее величина (22,5 кг з.е.) получена при внесении минеральных удобрений в дозе  $N_1P_1K_1$  на гектар севооборотной площади, совместно с применением средств защиты растений (третий уровень).

**Выводы.** Применение удобрений положительно влияло на урожайность культур севооборота. Ее рост составлял у озимой пшеницы 31–82 %, сахарной свеклы – 65–173 %, ячменя – 42–154 %, кукурузы на зерно – 42–119 %, в среднем по севообороту – 46–131 %.

Использованные средства защиты растений дополнительно увеличивали урожайность: у озимой пшеницы на 11–27 %, сахарной свеклы – на 27–106 %, ячменя – на 17–26 %, кукурузы на зерно – на 34–134 %, в среднем по севообороту – на 21–73 %.

Наибольший рост урожайности наблюдался при комплексном применении удобрений и СЗР. Прибавка по отношению к контролю (без удобрений) составляла: у озимой пшеницы – 60–117 %, сахарной свеклы – 139–431 %, ячменя – 62–199 %, кукурузы на зерно – 99–413 %, в среднем по севообороту – 94–289 %.

Окупаемость 1 кг NPK прибавкой урожая возрастала при комплексном применении удобрений и средств защиты растений и составляла по озимой пшенице 5,4–13,6 кг; по сахарной свекле – 6,1–28,0 кг (з.е.); по ячменю – 6,4–14,7 кг и по кукурузе на зерно – 3,6–28,5 кг (з.е.).

#### Список использованной литературы

1. Завалин, А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А.А. Завалин. - М.: Изд-во ВНИИА, 2005. - 302 с.
2. 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. doi.org:10.25802/SB.2022.28.75.001.
3. Доманов, Н.М. Технологии возделывания сельскохозяйственных культур различной степени интенсификации / Н.М. Доманов, К.Б. Ибадуллаев, П.И. Солнцев. - Белгород: Отчий край, 2010. - 220 с.
4. Тютюнов, С.И. Интенсификация земледелия при ком-

плексном применении средств химизации на посевах сельскохозяйственных растений / С.И. Тютюнов, П.И. Солнцев // Владимирский земледелец. - 2016. - № 4. - С. 12-15.

5. Минакова, О.А. Оценка динамики урожайности культур и продуктивности зерносвекловичного севооборота при краткосрочном и длительном использовании удобрений в ЦЧР / О.А. Минакова // Сахарная свекла. - 2023. - № 6. - С. 19-22.

6. Пасечник, Н.М. Оценка эффективности разных способов и сроков применения микроудобрений в технологии возделывания ярового ячменя / Н.М. Пасечник, В.М. Никифоров, М.И. Никифоров, И.Д. Сазонова, О.А. Зайцева // Сахарная свекла. - 2023. - № 3. - С. 24-27

7. Ладонин, В.Ф. Комплексное применение гербицидов и удобрений в интенсивном земледелии / В.Ф. Ладонин, А.М. Алиев. - М.: Агропромиздат, 1991. - 272 с.

8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. - М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.

#### **Influence of the intensification of fertilizer systems and plant protection on crop yields in grain crop rotation**

**Tyutyunov S.I., Solntsev P.I., Khoroshilova Yu.V., Yemets M.V., Gorokhova Zh.Yu., Sopova E.P.**

**Summary.** *The influence of various doses of mineral fertilizers, organic fertilizers, levels of intensity of application of plant protection products and their complex use on the yield of crops of grain-fallow crop rotation is shown. The greatest increase in yield was observed with the combined use of fertilizers and plant protection products. The increase in relation to the control (without fertilizers) was: winter wheat – 60–117 %, sugar beet – 139–431 %, barley – 62–199 %, corn for grain – 99–413 %, average for crop rotation – 94–289 %.*

**Keywords:** *fertilizers, plant protection levels, intensity of application, yield, crop rotation crops.*

#### **ИНФОРМАЦИЯ**

##### **ЕАЭС: уборка и переработка сахарной свеклы урожая 2024 года**

По данным Евразийской сахарной ассоциации, на 14 октября 2024 г. в странах ЕАЭС уборка сахарной свеклы проведена на 830,1 тыс. га, накопано более 31,8 млн тонн корнеплодов.

В Республике Беларусь темпы уборки сахарной свеклы практически соответствуют показателям прошлого года. Убрано 56,2 тыс. га (+3 % к 2023 г.) с урожайностью 46,0 т/га.

В Республике Казахстан убрано 8,7 тыс. га, что на 45 % выше прошлогоднего результата. Текущая урожайность сахарной свеклы составила 45,0 т/га.

В Кыргызской Республике культура убрана с площади 35,5 тыс. га (-27 % к 2023 году) с урожайностью 60,0 т/га.

В Российской Федерации текущие темпы уборки сахарной свеклы на 11,2 % выше прошлогодних. Убрано 759,7 тыс. га с урожайностью 37,2 т/га.

В странах ЕАЭС переработка сахарной свеклы ведется на 73 сахарных заводах. С начала сезона 2024/2025 переработано 20 млн тонн, из которых произведено 2,85 млн тонн сахара, что на 140 тыс. тонн больше, чем в 2023 году.

В Российской Федерации на текущую дату произведено 2620 тыс. тонн (+110 тыс. тонн к 2023 году), в Республике Беларусь – 198,3 тыс. тонн (+23,9 тыс. тонн), в Республике Казахстан – 9,3 тыс. тонн (+4,2 тыс. тонн), в Кыргызской Республике – 12,2 тыс. тонн сахара (+1,25 тыс. тонн).

*Евразийская сахарная ассоциация*