



ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Т.П. Сабирова (фото)

к.с.-х.н., доцент, заведующая кафедрой агрономии

Р.А. Сабиров

к.с.-х.н., доцент, доцент кафедры агрономии

ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, г. Ярославль

*Биопрепараты, овёс,
ячмень, яровая пшеница,
картофель, кукуруза,
минеральные удобрения*

*Biologies, oats, barley,
spring wheat, potatoes,
corn, mineral fertilizers*

При возделывании сельскохозяйственных культур по интенсивной технологии для получения высокой урожайности, например, зерновых (5–6 т/га), картофеля (40–50 т/га), зелёной массы кукурузы (50–65 т/га), передовые хозяйства вносят большие дозы минеральных удобрений, которые экологически небезопасны. Часть минеральных удобрений, в частности азотные, быстро не усваиваются растениями и вымываются в грунтовые воды и в близлежащие водоёмы. С другой стороны, с резким сокращением поголовья животных уменьшилось производство органических удобрений. В свою очередь, уменьшилось внесение и минеральных удобрений из-за сокращения их производства для нужд сельского хозяйства. Поэтому необходимо искать новые решения для ведения экологически более безопасных технологий возделывания культур, а при нехватке минеральных и органических удобрений – с целью обеспечения растений питательными элементами [1]. Для повышения эффективности сельскохозяйственного производства за счёт увеличения урожайности и качества выращенной продукции в последние годы получили развитие технологии с использованием биопрепаратов [2, 3]. К основным механизмам полезного на растения действия микроорганизмов относятся: улучшение питания растений (повышение коэффициентов использования питательных элементов из удобрений и почвы); оптимизация фосфорного питания растений; фиксация атмосферного азота (улучшение азотного питания); стимуляция роста и развития растений (более быстрое развитие растений и созревание урожая); подавление развития фитопатогенов (контроль за развитием болезней и снижение поражённости ими растений, улучшение хранения продукции); повышение устойчивости растений к стрессовым условиям (возможность повышения продуктивности растений на фоне водного дефицита, неблагоприятных температур, повышенной кислотности, засоления или загрязнения почвы) [4]. В отличие от химических препаратов биопрепараты обладают более ярко выраженной избирательностью действия, они признаны также безвредными для человека и животных, быстро разлагаются в почве. Актуальность подобной проблемы не исчезает даже при достаточном потреблении и доступности минеральных удобрений. Более того, оптимальное использование удобрений возможно лишь при их рациональном сочетании с комплексом биологических препаратов и технологий [4].

В России на протяжении нескольких десятков лет проводилась попытка внедрения микробиологических препаратов в сельское хозяйство, но широкого использования в производстве данные препараты не нашли [5].

Поэтому целью наших исследований было выявить влияние применения биопрепаратов на урожайность и качество сельскохозяйственных культур.

Условия и методы исследований

Исследовательская работа с применением биопрепаратов проводилась в 2011–2014 гг. на опытном поле ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. Почва опытного участка дерново-подзолистая, по гранулометрическому составу среднесуглинистая, мощность пахотного слоя 22 см. В почве содержалось 2,75 % гумуса, P_2O_5 – 290 мг/кг почвы, K_2O – 132 мг/кг почвы, легкогидролизуемого азота – 80 мг/кг почвы, рН солевой вытяжки – 5,8.

В 2011 г. объектом исследования служили зерновые культуры: овёс Скакун, яровая пшеница Мисс, яровой ячмень Аннабель. Перед посевом семена инокулировали биопрепаратами Флавобактерин, Ризоагрин и 17-1 в дозе 400 г на гектарную норму семян. Агротехника в опыте общепринятая для Ярославской области.

В 2014 г. исследования проводились на картофеле сортов Ред Скарлетт и Скарб. Семена перед посадкой обрабатывались биопрепаратами Мезорин и Флавобактерин в дозе 400 г на гектарную норму семян при внесении удобрений $N_{160}P_{70}K_{210}$. Удобрения, вносимые под картофель, рассчитывались балансовым методом. Фосфорные, калийные и часть азотных удобрений вносили под основную обработку в виде азофоски (10:10:10) и хлористого калия (60%). Остальная доза азотных удобрений вносилась перед нарезкой гребней в виде аммиачной селитры (34%). Посадка проводилась по схеме 70х30.

В 2017 г. исследования проводились на кукурузе сорта Каскад 195 на опытном поле Ярославского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства – филиале ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса» в семипольном севообороте. Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая с содержанием гумуса – 1,87%; P_2O_5 – 278 мг на кг почвы; K_2O – 128 мг/кг почвы; рН – 5,8.

В опыте изучались обработка биопрепаратами Биовайс и Валент 2 по вегетирующим растениям кукурузы в фазе трёх листьев и вторая

обработка через две недели на фоне удобрений $N_{50}P_{50}K_{60}$ и $N_{100}P_{100}K_{120}$.

Результаты исследований

В 2011 г. вегетационный период был жаркий и сухой, но запас влаги наблюдался достаточный для развития растений.

В ходе исследования выявлено, что на вариантах, где проводилась инокуляция семян, всхожесть у ячменя была выше на 8,0–11,6%, у овса – на 8,2–8,6%, у яровой пшеницы – на 5,2% по сравнению с контролем. Инокуляция семян перед посевом повлияла на высоту растений, увеличив её у овса на 2,5–9,0 см, у яровой пшеницы – на 8,5–11,6 см, у ячменя – на 2,0–6,7 см.

Обработка семян биопрепаратами привела к увеличению урожайности на всех культурах (табл. 1). Так, урожайность зерна яровой пшеницы без обработки семян составила 29,2 ц/га, а наибольшего значения она достигла при обработке Флавобактерином – 33,3 ц/га. Урожайность овса без обработки семян составила 25,9 ц/га, а при обработке Флавобактерином и Ризоагрином – на 10 ц/га больше. При обработке семян ячменя препаратом 17-1 была получена максимальная урожайность – 43,5 ц/га, что на 7 ц/га выше, чем в контроле. Обработка семян биопрепаратами способствовала увеличению сухого вещества у пшеницы, у других культур содержание его колебалось незначительно. Инокуляция семян привела к повышению содержания клетчатки у плёночных культур, овса и ячменя, примерно на 1%, повышению содержания жира у ячменя и пшеницы.

В 2014 г. метеорологические условия несколько отличались от многолетних данных, температура воздуха была выше, а осадков выпало меньше по сравнению с многолетними данными. Это неудовлетворительно повлияло на рост и развитие картофеля.

После обработки семенных клубней биопрепаратами полевая всхожесть картофеля увеличилась у обоих сортов на 3,7–4,9%, число стеблей в кусте возросло с 4,1 шт. на контрольном варианте до 5,1 шт. при инокуляции. В результате обработки семенных клубней Мизорином максимальная площадь листьев увеличилась у сорта Ред Скарлетт на 2,9 тыс. м²/га и составила 36,2 тыс. м²/га, а после обработки Флавобактерином максимальная площадь листьев увеличилась на 6,8 тыс. м²/га и составила 40,1 тыс. м²/га. У сорта Скарб при формировании площади листьев наблюдалась такая же закономерность: в результа-

Таблица 1 – Урожайность и химический состав зерна яровых зерновых культур в зависимости от инокуляции биопрепаратами

Культура	Вариант	Урожайность, т/га	Сухое вещество, %	Сырая клетчатка в СВ, %	Сырой жир в СВ, %	Сырая зола в СВ, %
Ячмень	Без обработки	3,65	91,14	4,64	0,89	3,42
	Флавобактерин	3,77	89,72	5,38	1,56	3,11
	Ризоагрин	3,73	90,86	5,31	1,21	2,66
	17-1	4,35	90,92	4,19	1,27	2,77
Овёс	Без обработки	2,59	90,99	12,62	3,26	4,51
	Флавобактерин	3,60	90,62	12,07	3,01	3,47
	Ризоагрин	3,68	90,68	13,11	3,01	3,45
	17-1	3,24	91,98	13,57	2,94	3,82
Яровая пшеница	Без обработки	2,92	87,98	3,27	0,82	1,96
	Флавобактерин	3,33	88,20	2,53	1,00	1,97
	Ризоагрин	3,12	88,07	3,02	1,19	2,14
	17-1	3,12	89,93	2,65	1,31	1,89
НСР ₀₅ А		1,5				
НСР ₀₅ В		0,8	х	х	х	х

те применения при обработке семенных клубней биопрепарата Мизорин максимальная площадь листьев увеличилась на 1,1 тыс. м²/га и составила 39,2 тыс. м²/га, а в случае применения Флавобактерина максимальная площадь листьев увеличилась на 5,3 тыс. м²/га и составила 43,4 тыс. м²/га.

Обработка семенных клубней биопрепаратами при совместном внесении удобрений повлияла на качество клубней и их урожайность (табл. 2).

Обработка семенных клубней биопрепаратами привела к увеличению содержания крахмала в клубнях на 0,8–1,0% у сорта Ред Скарлетт и

Таблица 2 – Урожайность и качество картофеля в зависимости от обработки семенных клубней биопрепаратами и удобрений

Сорт	Удобрения	Обработка препаратами	Содержание крахмала, %	Товарность, %	Урожайность, т/га
Ред Скарлетт	Без удобрений	Без обработки	13,4	71,3	8,1
		Мизорин	14,2	73,4	10,6
		Флавобактерин	14,4	75,3	13,8
	N ₁₆₀ P ₇₀ K ₂₁₀	Без обработки	12,9	76,9	17,4
		Мизорин	13,8	77,0	20,4
		Флавобактерин	13,8	78,6	22,5
Скарб	Без удобрений	Без обработки	15,9	74,0	12,1
		Мизорин	16,5	89,6	13,1
		Флавобактерин	16,8	84,8	16,6
	N ₁₆₀ P ₇₀ K ₂₁₀	Без обработки	15,5	83,7	21,1
		Мизорин	16,0	71,2	28,1
		Флавобактерин	16,3	74,9	22,5
НСР ₀₅ А (сорта)					
НСР ₀₅ В (удобрения)			х	х	F _{ср А} < F ₀₅
НСР ₀₅ С (биопрепарата)					4,785 2,986

у сорта Скарб – на 0,6–0,9%, увеличению товарности на 2,1–4,0% – у сорта Ред Скарлетт и на 14,8–15,6% – у сорта Скарб. Существенно более высокая урожайность была получена при обработке семенных клубней Флавобактерином, она составила у сорта Ред Скарлетт 13,8 т/га, что на 5,7 т/га (на 70%) больше по сравнению с контролем, и у сорта Скарб – 16,6 т/га, что на 4,5 т/га (на 37,2%) больше по сравнению с контролем. При внесении удобрений совместно с обработкой семенных клубней биопрепаратами наблюдается такая же закономерность: увеличивается содержание крахмала в клубнях, товарность и повышается урожайность. Наибольшие показатели урожайности, товарности и содержания крахмала были достигнуты у сортов картофеля Ред Скарлетт и Скарб при совместном действии минеральных удобрений и биопрепаратов.

Агрометеорологические условия в 2017 г. в первый период вегетации кукурузы были неблагоприятными для роста и развития растений. Так, температура воздуха была на 0,4–2,0°C ниже климатической нормы и составила в среднем в июне 13,6°C, а в июле – 17,3°C. Осадков в июне выпало на 41% и в июле на 16% больше по сравнению со средними многолетними данными. Поэтому в первые два месяца лета сложились холодные и сырые условия, что сказалось на развитии растений. Период с активными температурами, то есть выше 15°C, был всего 45 дней (с 11 июля по 25 августа).

В ходе наших исследований было выявлено, что обработка растений Биовайс и Валент 2

привело к увеличению высоты растений на 5,0–27,5 см, при этом растения имели более интенсивную зелёную окраску и лучше развивались. Обработка растений биопрепаратами способствовала увеличению содержания сырого протеина на 1,16–1,42% в сухом веществе.

При анализе продуктивности кукурузы было выявлено, что обработка биопрепаратами способствовала увеличению урожайности зелёной массы кукурузы на 1,1–1,6 т/га, или на 7,7–11,2%, количества сухого вещества на 1,5–10,5 ц/га, или на 7,4–51,7%, обменной энергии на 2,2–10,7 ГДж/га, или на 10,0–48,8%, кормовых единиц на 0,3–0,9 тыс./га, или на 15,8–47,4%, сырого протеина на 0,4–1,1 ц/га, или на 28,6–78,6% (табл. 3).

Применение удобрений привело к увеличению всех показателей продуктивности кукурузы. На варианте при совместном применении удобрений ($N_{100}P_{100}K_{120}$) и биопрепаратов была получена наибольшая урожайность зелёной массы – 53,5–54,1 т/га, обменной энергии – 102,2–103,2 ГДж/га, кормовых единиц – 8,8 тыс./га, сырого протеина – 8,6–9,4 ц/га, а также собрано наибольшее количество сухого вещества – 95,8–98,0 ц/га.

Выводы

Обработка семян биопрепаратами привела к увеличению урожайности изучаемых культур: яровой пшеницы, ячменя, овса, картофеля и кукурузы. При этом отмечалось повышение полевой всхожести, высоты растений, листовой поверхности у растений. Обработка семян биопрепарата-

Таблица 3 – Продуктивность кукурузы в зависимости от удобрений и обработок биопрепаратами

Варианты		Урожайность, т/га	Сбор с 1 га			
удобрения	обработка препаратами		СВ, ц	ОЭ, ГДж	к.ед. тыс.	сырой протеин, ц
Контроль	Без обработки	14,3	20,3	21,9	1,9	1,4
	Валент 2,0	15,4	21,8	24,1	2,2	1,8
	Биовайс	15,9	30,8	32,6	2,8	2,5
$N_{50}P_{50}K_{60}$	Без обработки	33,1	53,1	57,2	5,0	4,5
	Валент 2,0	37,3	67,9	74,35	6,6	5,3
	Биовайс	38,9	50,3	55,9	5,6	5,0
$N_{100}P_{100}K_{120}$	Без обработки	52,9	91,1	99,0	8,8	9,6
	Валент 2,0	53,5	98,0	103,2	8,8	8,6
	Биовайс	54,1	95,8	102,2	8,8	9,4
НСР ₀₅ А		22,3				
НСР ₀₅ В		1,8	х	х	х	х

ми способствовала увеличению сухого вещества у культур, повышению содержания жира у ячменя и пшеницы, привела к увеличению содержания крахмала в клубнях и увеличению товарности картофеля, у кукурузы – повышению обменной

энергии, кормовых единиц, сырого протеина. На более высокие показатели качества продукции и урожайности были получены при совместном применении минеральных удобрений и биопрепаратов.

Литература

1. Степанова, Л.П. Влияние биопрепаратов и микроудобрения на продукционный процесс яровой пшеницы [Текст] / Л.П. Степанова, В.Н. Стародубцев, Е.А. Коренькова, Е.И. Степанова, И.М. Тихойкина // Вестник Орел ГАУ. – 2013. – № 1 (40). – С. 17–23.
2. Курсакова, В.С. Формирование продуктивности посевов кукурузы в зависимости от препаратов азотфиксирующих бактерий, микоризы и уровня азотного питания в условиях степной зоны Алтайского Приобья [Текст] / В.С. Курсакова, Н.В. Чернецова, М.А. Гаенко // Вестник Алтайского аграрного университета. – 2015. – № 4 (126). – С. 10–16.
3. Курсакова, В.С. Влияние азотфиксирующих бактерий и минеральных удобрений на фотосинтетическую деятельность и продуктивность яровой пшеницы [Текст] / В.С. Курсакова, Т.Г. Хижникова, Л.А. Новикова // Вестник Алтайского аграрного университета. – 2014. – № 2 (112). – С. 23–27.
4. Завалин, А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай [Текст] / А.А. Завалин. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.
5. Сабирова, Т.П. Урожайность и качество картофеля при использовании биопрепаратов [Текст] / Т.П. Сабирова, Р.А. Сабиров, А.Н. Иванов // Ресурсосберегающие технологии в земледелии: сб. науч. тр. по материалам Международ. очно-заочной науч.-практ. конф. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2016. – С. 50–55.

References

1. Stepanova, L.P. Vliyanie biopreparatov i mikroudobrenija na produkcijnyj process jarovoj pshenicy [Tekst] / L.P. Stepanova, V.N. Starodubtsev, E.A. Koren'kova, E.I. Stepanova, I.M. Tikhojkina // Vestnik Orel GAU. – 2013. – № 1 (40). – S. 17–23.
2. Kursakova, V.S. Formirovanie produktivnosti posevov kukuruzy v zavisimosti ot preparatov azotfiksirujushih bakterij, mikorizy i urovnja azotnogo pitaniya v uslovijah stepnoj zony Altajskogo Priob'ja [Tekst] / V.S. Kursakova, N.V. Chernetsova, M.A. Gaenko // Vestnik Altajskogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 4 (126). – S. 10–16.
3. Kursakova, V.S. Vliyanie azotfiksirujushih bakterij i mineral'nyh udobrenij na fotosinteticheskuyu dejatel'nost' i produktivnost' jarovoj pshenicy [Tekst] / V.S. Kursakova, T.G. Khizhnikova, L.A. Novikova // Vestnik Altajskogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 2 (112). – S. 23–27.
4. Zavalin, A.A. Biopreparaty, udobrenija i urozhaj [Tekst] / A.A. Zavalin. – M.: Izd-vo VNIIA, 2005. – 302 s.
5. Sabirova, T.P. Urozhajnost' i kachestvo kartofelja pri ispol'zovanii biopreparatov [Tekst] / T.P. Sabirova, R.A. Sabirov, A.N. Ivanov // Resursosberegajushhie tehnologii v zemledelii: sb. nauch. tr. po materialam Mezhdunarod. ochno-zaочноj nauch.-prakt. konf. – Jaroslavl': Izd-vo FGBOU VO Jaroslavskaja GSHA, 2016. – S. 50–55.