

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ НА ЧЕРНОЗЁМЕ ОБЫКНОВЕННОМ

Е.В. Агафонов, д.с.-х.н., Н.П. Каменский, С.А. Гужвин, к.с.-х.н., Донской ГАУ

Установлены оптимальные уровни содержания $N-NO_3$ и подвижного фосфора перед посадкой картофеля на черноземе обыкновенном при орошении. Применение $N_{60}P_{60}K_{40}$ обеспечило увеличение урожайности и выхода крахмала. Выявлено положительное влияние на урожайность картофеля биопрепарата со штаммом бактерий 18-5. Максимальный эффект достигается при его использовании в сочетании с минеральными удобрениями.

Ключевые слова: картофель, чернозём обыкновенный, орошение, минеральные удобрения, бактериальные препараты.

Картофель – ценная продовольственная, кормовая и техническая культура. Его по праву называют вторым хлебом. В Ростовской области площади посадок картофеля в 2006–2011 гг. стабилизировались и составили 34–37 тыс. га, а урожайность изменялась от 7,8 до 10,8 т/га и в среднем составила 9,3 т/га [4]. Один из главных факторов увеличения урожайности – применение удобрений. В последнее десятилетие в области наметилась тенденция к повышению уровня применения минеральных удобрений. В 2011 г. в целом их было внесено 54 кг д.в./га посевов [5]. Однако органических удобрений по-прежнему применяется очень мало – менее 300 кг/га, что обусловлено резким сокращением поголовья животных [4].

В системе питания сельскохозяйственных культур недостаточно используют биологический азот. Положительное влияние бактериальных препаратов (БП) установлено в этом регионе не только на бобовых, но и на других культурах [1, 2]. Они обеспечивают как увеличение урожайности и качества продукции, так и значительную экономию азота минеральных удобрений. На картофеле подобного опыта нет, поэтому и в существующих рекомендациях [3] этот вопрос не освещается.

Цель исследований – изучить влияние на урожайность картофеля бактериальных препаратов со штаммами ассоциативных микроорганизмов флавобактерин 30 и 18-5 в сравнении с действием минеральных удобрений и в сочетании с ними.

Методика. Полевые опыты были проведены в 2010–2012 гг. в хозяйстве ИП «Каменская» Усть-Донецкого района Ростовской области при орошении. Схема опыта приведена в таблицах 2, 3. Использовали препараты, изготовленные во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии. Аммофос ($N - 12\%$, $P_2O_5 - 50\%$) и хлористый калий ($K_2O - 57\%$) вносили осенью под вспашку, аммиачную селитру ($N - 34,4\%$) – весной под предпосадочную культивацию. Обработку посадочного материала бактериальными препаратами осуществляли вручную. С помощью проведения влагозарядкового и вегетационных поливов влажность почвы поддерживали на уровне не менее 70 % НВ. Повторность опытов 4-кратная, площадь делянок 22 м². Сорт картофеля – Розара. Определение нитратного азота в почве проводили по ГОСТу – 26951-86, подвижных фосфора и калия – по ГОСТу 26205-91 (метод Мачигина). Закладка опытов, наблюдения и учеты в течение вегетации картофеля выполнены в соответствии с методикой полевых опытов с удобрениями [6].

Почва опытных участков – чернозем обыкновенный, pH 7,3-7,4, содержание гумуса 3,3-3,6 %. К моменту посадки картофеля запас нитратного азота в слое почвы 0-60 см в разные годы составлял 81,8-97,1, а в среднем – 91,0 кг/га (табл. 1). Содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-20 см изменялось от 42,6 до 45,0, подвижного калия – от 530 до 580 мг/кг почвы. Среднее значение подвижного фосфора за 2010 – 2012 гг. 43,6, калия – 560 мг/кг почвы. Для картофеля

это средняя обеспеченность почвы азотом и фосфором и повышенная – калием.

1. Содержание доступных форм NPK в почве перед посадкой картофеля (среднее за 2010–2012 гг.)

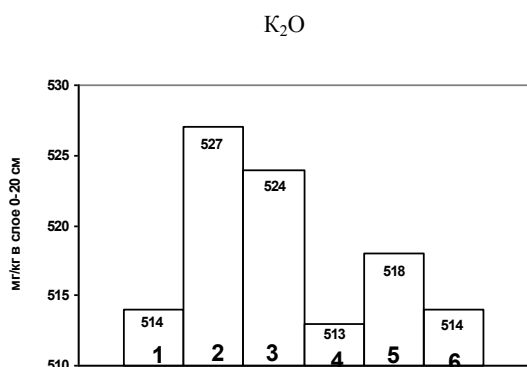
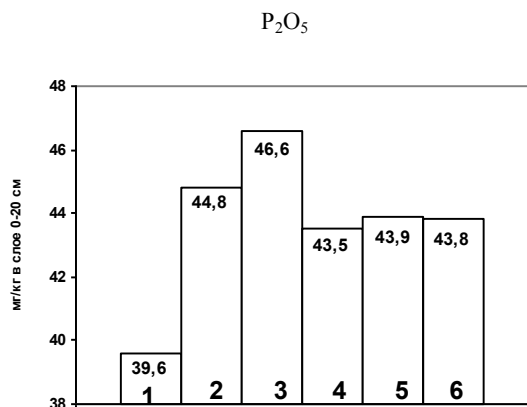
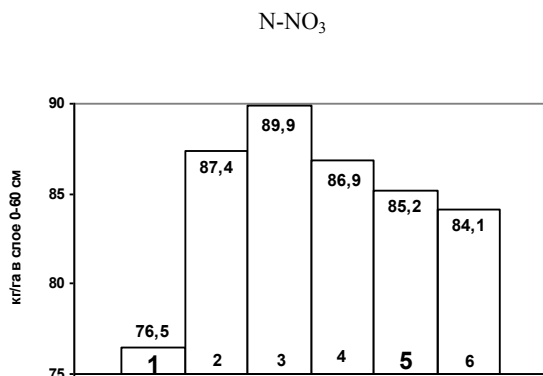
Вариант опыта	N – NO ₃ в слое 0-60 см, кг/га	Подвижные формы в слое 0-20 см, мг/кг почвы	
		P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль (б/у)	91,0	43,6	560
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	130,5	48,8	578
N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	145,6	51,4	579

Результаты и их обсуждение. Несмотря на различные погодные условия во время проведения исследований, благодаря орошению влажность почвы поддерживалась на достаточно высоком уровне. Содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы в разные годы уменьшалось от момента посадки картофеля до уборки урожая со 142-169 до 111-116 мм. На фоне высокой влажности почвы в 2010 г. во второй и третьей декадах июня при полном отсутствии осадков и резком повышении температуры воздуха наблюдалась воздушная засуха, вызвавшая временное увядание растений. Это стало причиной недобора урожая, который составил в этом году на контроле 10,5, а в последующие – 13,0 и 13,7 т/га (табл. 2).

2. Влияние минеральных удобрений и бактериальных препаратов на урожайность картофеля, т/га

Вариант опыта	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Среднее за 3 года		
				урожайность	прибавка к контролю	
					т/га	%
Контроль (б/у)	10,5	13,0	13,7	12,4	-	-
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	10,9	14,1	14,2	13,1	0,7	5,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	11,1	14,7	15,0	13,6	1,2	9,7
N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	11,2	15,0	15,5	13,9	1,5	12,1
БП 30	11,5	13,3	14,6	13,1	0,7	5,7
БП 30 + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	11,6	14,6	15,4	13,9	1,5	12,1
БП 18-5	11,9	14,2	14,5	13,5	1,1	8,9
БП 18-5+ N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	12,5	16,5	15,9	15,0	2,6	21,0
БП 18-5+ N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	12,5	15,0	15,1	14,2	1,8	14,5
HCP _{0,95} , т/га	0,7	1,2	1,3	-	-	-

В течение вегетации картофеля уже с фазы бутонизации отмечалось существенное снижение содержания в почве доступных форм элементов питания. К уборке запас нитратного азота в различных вариантах уменьшился до 57-64 кг/га, подвижного фосфора – до 34-36, калия – до 460-480 мг/кг почвы. Этот процесс был значительно более интенсивным в вариантах с применением минеральных удобрений. Но в целом за вегетацию картофеля (среднее за период посадка-бутонизация-цветение-уборка) отмечено преимущество по сравнению с контролем по всем элементам питания (рис.).



1 – контроль; 2 – $N_{60}P_{60}K_{60}$; 3 – $N_{90}P_{90}K_{60}$; 4 – $N_{60}P_{60}K_{60}$ + БП 18-5;
5 – $N_{30}P_{60}K_{60}$ БП 18-5; 6 – $N_{60}P_{60}K_{60}$ + БП 30

Рис. Содержание питательных веществ в почве под картофелем в целом за вегетацию (среднее за 2010-2012 гг.)

В вариантах с применением бактериальных препаратов минеральных удобрений характерна общая тенденция к уменьшению количества N , P_2O_5 и K_2O в почве по сравнению с фоном, но проявлялась она по-разному. При использовании штамма бактерий 18-5 в сочетании с $N_{60}P_{60}K_{60}$ содержание нитратного азота снизилось всего на 0,5 кг/га. Можно предположить что азот, утилизированный ассоциативными микроорганизмами, полностью компенсировал дополнительные затраты этого элемента на формирование большей массы ботвы и клубней картофеля. Азотфиксирующая способность бактерий штамма 30, по-видимому, меньше, поэтому почвенный азот использовался в большей степени. Уменьшилось содержание $N-NO_3$ в почве и при меньшей дозе азота в удобрениях. Ниже, чем на фоне NPK, было также содержание в почве подвижных форм

фосфора и калия, особенно при использовании штамма 18-5, что связано с повышением выноса этих элементов.

Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов способствовало увеличению урожайности картофеля, но их эффективность существенно различалась. Удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ повысили урожайность на 1,2 т/га, или на 9,7 %. При увеличении дозы азота и фосфора до 90 кг/га она незначительно изменилась. Внесение при посадке клубней препарата с флавобактериями штамма 30 вызвало увеличение урожайности на 5,7%. Прибавка урожайности во все годы недостоверна. Действие штамма 18-5 сильнее, эффект близок к действию NPK в дозе 60 кг/га.

Применение бактериального препарата 30 в сочетании с $N_{60}P_{60}K_{60}$ незначительно усилило влияние минеральных удобрений – всего на 2,4%. Наиболее высокий результат получен от сочетания NPK с препаратом 18-5, урожайность картофеля повысилась на 21 %. Это выше суммы прибавок урожайности от применения каждого из компонентов в отдельности. По-видимому, бактерии штамма 18-5 способствуют не только более равномерному азотному питанию растений картофеля в течение вегетации, но и усилению использования ими других элементов питания из удобрений и почвы, а концентрация почвенного раствора, создаваемая дозой NPK по 60 кг/га, не вызывает угнетения жизнедеятельности микроорганизмов.

Содержание крахмала в клубнях картофеля в среднем за 3 года на контроле составило 19,2 % (табл. 3). Применение $N_{60}P_{60}K_{60}$ повысило его на 0,6 %. В варианте $N_{90}P_{90}K_{60}$ содержание крахмала снизилось до уровня контроля, вероятнее всего из-за избытка азота. Бактериальные препараты оказали слабое влияние на крахмалистость клубней, она осталась почти на уровне контроля или фона NPK, на котором они были внесены.

Тем не менее, изменение содержания крахмала на 0,5–0,7 % в вариантах с минеральными удобрениями и их сочетаниями с бактериальными заметно увеличило сбор крахмала с 1 га. Относительная прибавка сбора крахмала при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$ составила 13,9 % – это больше, чем увеличение урожайности. С повышением дозы удобрений она снизилась. Наибольший сбор крахмала получен при внесении штамма бактерий 18-5 на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$. Относительный прирост здесь также выше, чем их действие на урожайность. Прибавка по сравнению с фоном NPK – 9,6, а с бактериальным препаратом в чистом виде – 13,0%. Действие БП 30 и на этот показатель значительно слабее.

Таким образом, при выращивании картофеля на чернозёме обыкновенном при орошении оптимальное содержание нитратного азота в слое почвы 0-60 см перед посадкой около 130 кг/га, при исходном уровне 90 кг/га, оно достигалось внесением $N_{60}P_{60}K_{40}$, что обеспечило повышение урожайности на 9,7%, а выхода крахмала на 13,9%. При этом содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-20 см составляло 48-50 мг/кг почвы, что также можно считать оптимальным.

3. Содержание и выход крахмала в клубнях (среднее за 2010–2012 гг.)

Вариант опыта	Содержание крахмала	Прибавка к контролю	Выход крахмала, т/га	Прибавка к контролю	
	%	%		т/га	%
Контроль	19,2	-	2,38	-	-
$N_{30}P_{60}K_{60}$	19,5	0,3	2,54	0,16	6,7
$N_{60}P_{60}K_{60}$	19,8	0,6	2,71	0,33	13,9
$N_{60}P_{90}K_{60}$	19,3	0,1	2,70	0,32	13,5
БП 30	19,3	0,1	2,53	0,15	6,3
БП 30 + $N_{60}P_{60}K_{60}$	19,9	0,7	2,77	0,39	16,4
БП 18-5	19,4	0,2	2,63	0,25	10,5
БП 18-5+ $N_{60}P_{60}K_{60}$	19,7	0,5	2,94	0,56	23,5
БП 18-5+ $N_{30}P_{60}K_{60}$	19,7	0,5	2,80	0,42	17,6

НСР _{0,95}	0,44	-	0,21	-	-
---------------------	------	---	------	---	---

Существенное положительное влияние оказала обработка клубней перед посадкой препаратом со штаммом ассоциативных азотфиксирующих бактерий 18-5: урожайность увеличилась на 8,9, а выход крахмала на 10,5%. Максимальный эффект достигнут при использовании биопрепарата 18-5 в сочетании с N₆₀P₆₀K₄₀. Прибавка урожайности – 21,0%, а повышение выхода крахмала – 23,5%. Действие биопрепарата 30 значительно слабее.

Литература

1. Агафонов, Е.В. Удобрение баклажана на черноземе обыкновенном / Е.В. Агафонов, А.Н. Богачёв, А.Я. Чернов, Б.С. Фарский // *Агрохимия*. - 2008. - №1. - С. 36-45.
2. Агафонов, Е.В. Удобрение арбуза при орошении с максимальным использованием биологического азота / Е.В. Агафонов, В.С. Барыкин, С.А. Гужвин, А.Я. Чернов. – пос. Персиановский, ДонГАУ, 2010. – 140 с.
3. *Картофель* на орошении: Рекомендации / В.А. Кульгин, Г.Т. Балакай, А.Н. Бабичев, М.В. Евтухов. - Новочеркасск: ООО «Гелион», 2007. – 16 с.
4. *Ростовская область в цифрах 2011*. – Ростов-н/Д: Ростовстат, 2012. – С. 523-527.
5. Чекмарёв, П.А. Состояние плодородия почв и мероприятия по его повышению в 2012 г. / П.А. Чекмарев // *Агрохимический вестник*. - 2012. - №1. - С. 2-4.
6. Юдин, Ф.А. Методика агрохимических исследований / Ф.А. Юдин. – М.: Колос, 1980. – 366 с.

**EFFECT OF FERTILIZERS AND BACTERIAL PREPARATIONS ON THE YIELD AND QUALITY OF POTATO TUBERS
ON ORDINARY CHERNOZEM**

***E.V. Agafonov, N.P. Kamensky, S.A. Guzhvin, Don State Agrarian University,
Persianovskii, Oktyabr'skii raion, Rostov oblast, 364493 Russia, E-mail: sgujvin@rambler.ru***

The optimum levels of N-NO₃ and available phosphorus in the soil before potato planting on an irrigated ordinary chernozem have been established. The application of N₆₀P₆₀K₄₀ ensured an increase in crop yield by 9.7% and starch output by 13.9%. A positive effect of a preparation with bacterial strain 18-5 on the yield of potatoes has been revealed. The maximum effect has been achieved with its application in combination with mineral fertilizers. The crop yield increased by 21%, and the output of starch by 23.5%.

Keywords: potato, ordinary chernozem, irrigation, mineral fertilizers, bacterial preparations.