

Выводы

1. Водный режим почвы в условиях сухой степи Тывы показал, что лучшие условия для накопления влаги складывались по чистому пару, что согласуется с данными других исследователей [5, 6]. Эффективность сидеральных паров зависела от гидротермических условий предыдущего вегетационного периода.

2. Динамика содержания нитратного азота определяется предшественниками и условиями года. Нитратный азот больше накапливался в сидеральных парах в засушливые годы. После влажных лет по всем видам пара содержание нитратного азота было пониженное.

3. Гидротермические условия вегетационного периода влияли на качественные показатели зерна, увеличивая в среднем по опыту в засушливые годы содержание белка на 14%, клейковины – на 24%. Применение сидеральных паров повышало в зерне пшеницы количество белка на 2,5%, клейковины – на 3,3%, в сравнении с чистым паром.

Библиографический список

1. Гончаров П.Л. Аграрная наука и ее вклад в устойчивое развитие растениеводства в Республике Тыва // Сб. матер. науч.-практ. конф. (8-9 августа 2009 г.). – Кызыл, 2009. – С. 11-20.
 2. Жуланова В.Н., Натпит-оол А.К. Агробиологические и биологические свойства каштановых почв Тувы // Сб. матер. V Междуар. науч.-практ. конф. – Кызыл, 2015. – С. 406-409.
 3. Жарова Т.Ф. Влияние предшественников на агрохимические свойства темно-каштановых почв

и урожайность яровой пшеницы // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2015. – № 3. – С. 102-105.

4. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Новосибирск, 2004. – 163 с.

5. Манторова Г.Ф. Влага – главный лимитирующий фактор плодородия почв Южного Урала // Сб. науч. тр. – Челябинск, 2003. – С. 100-103.

6. Бессонова А.С., Бэц М.А., Ванькович Г.Н. и др. Изменение свойств карбонатного чернозема в агроценозах // Почвоведение. – 1989. – № 3. – С. 90-98.

References

1. Goncharov P.L. Agrarnaya nauka i ee vklad v ustoychivoe razvitie rastenievodstva v Respublike Tyva // Sb. materialov nauch.-prakt. konf. (8-9 avg. 2009.). – Kyzyl, 2009. – S. 11-20.
 2. Zhulanova V.N., Natpit-ool A.K. Agrokhimicheskie i biologicheskie svoystva kashtanovykh pochv Tuvy // Sb. materialov V mezhd. nauch.-prakt.konf. – Kyzyl, 2015. – S. 406-409.
 3. Zharova T.F. Vliyanie predshestvennikov na agrokhimicheskie svoystva temno-kashtanovykh pochv i urozhaynost yarovoy pshenitsy // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2015. – № 3. – S. 102-105.
 4. Sorokin O.D. Prikladnaya statistika na kompyutere. – Novosibirsk, 2004. – 163 s.
 5. Mantorova G.F. Vlaga – glavnyy limitiruyushchiy faktor plodorodiya pochv Yuzhnogo Urala // Sb. nauch. tr. – Chelyabinsk, 2003. – S. 100-103.
 6. Bessonova A.S., Bets M.A., Vankovich G.N. i dr. Izmenenie svoystv karbonatnogo chernozema v agrotsenozakh // Pochvovedenie. – 1989. – № 3. – S. 90-98.



УДК 633.853.494. «321»:631.559:631.847.21(571.15)

В.С. Курсакова, Т.В. Симакова
 V.S. Kursakova, T.V. Simakova

**ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ КАРТОФЕЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ БИОПРЕПАРАТОВ
 В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННО ЗАСУШЛИВОЙ КОЛОЧНОЙ СТЕПИ
 АЛЕЙСКОГО РАЙОНА АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

**THE FORMATION OF POTATO CROP WITH THE APPLICATION OF BIOLOGICAL PREPARATIONS
 IN THE TEMPERATE ARID FOREST-OUTLIER STEPPE OF THE ALEYSKIY DISTRICT OF THE ALTAI REGION**

Ключевые слова: картофель, биопрепараты, ассоциативные азотфиксаторы, инокуляция, урожай, биометрические показатели, структура урожая.

Keywords: potato, biological preparations, associative nitrogen-fixing bacteria, inoculation, crop, biometric indices, yield formula.

В условиях степной зоны Алейского района Алтайского края изучали влияние препаратов ассоциативных азотфиксирующих бактерий на формирование урожайности картофеля наиболее ценных сортов, возделываемых в крае, их оценку по количественным и качественным признакам и сортовым особенностям. В результате установлено, что применение препаратов ассоциативных азотфиксирующих бактерий оказывает положительное влияние на рост и развитие культуры картофеля. У всех изученных сортов наблюдалось более раннее и дружное появление всходов, ускоренное наступление фаз развития по сравнению с контролем, увеличение высоты стеблей и их количества в кусте, лучшее развитие листового аппарата. Это позволило получить больший выход клубней с куста, особенно продовольственной фракции, и урожайность картофеля. Прибавки урожая составили от 14,7 до 80,2%. Наибольшей эффективностью на испытанных сортах картофеля отличаются два препарата – «Мизорин» и «Флавобактерин». Урожайность картофеля на варианте Флавобактерина была максимальной и составила от 45,9 т/га у сорта Розара до 84,5 т/га у сорта Гала.

The effect of associative nitrogen-fixing bacterial preparations on the yield formation of the most valuable potato varieties was studied in the steppe zone of the Aleyskiy District of the Altai Region; their quantitative and qualitative features and varietal characteristics were evaluated. It was found that the application of the associative nitrogen-fixing bacterial preparations exerted positive effect on the growth and development of potato crops. All the varieties under study revealed earlier and even sprouts, earlier passage through the development stages as compared to the control, higher stems and more stems per plant along with better development of the leaf apparatus. This made it possible to obtain greater yield of tubers per plant, particularly food grade tubers, and greater potato yield. The yield gained ranged from 14.7 to 80.2%. Two biological preparations Flavobakterin and Mizorin were the most efficient on the studied potato varieties. The maximum potato yield was obtained in the trial with Flavobakterin and ranged from 45.9 t ha for the variety Rosara to 84.5 t ha for the variety Gala.

Курсакова Валентина Сергеевна, д.с.-х.н., проф., каф. ботаники, физиологии растений и кормопроизводства, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 20-30-92. E-mail: kursakova-v@mail.ru.

Симакова Татьяна Владимировна, аспирант кафедры ботаники, физиологии растений и кормопроизводства. E-mail: tatyana.arsentyeva@mail.ru.

Kursakova Valentina Sergeyevna, Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Botany, Plant Physiology and Forage Production, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 20-30-92. E-mail: kursakova-v@mail.ru.

Simakova Tatyana Vladimirovna, post-graduate student, Chair of Botany, Plant Physiology and Forage Production, Altai State Agricultural University. E-mail: tatyana.arsentyeva@mail.ru.

Картофель в народе часто называют «вторым хлебом». И это вполне заслуженно. Клубни картофеля – важнейший продукт питания. Это обусловлено оптимальным соотношением в них органических и минеральных веществ, необходимых человеку. Они содержат в среднем 75-80% воды и до 25% сухих веществ, из них 14-22% приходится на крахмал, 1,4-3,0% – на легкоусвояемые белки, 0,2-0,3% – на жиры [1].

Клубни картофеля в больших объёмах заготавливаются для технической переработки, поскольку они являются ценным сырьём для спиртовой, крахмалопаточной, декстриновой, глюкозной, каучуковой и других отраслей промышленности. Большое значение имеет использование культуры на кормовые цели, особенно для молочного скота, свиней и птицы. На корм идут не только клубни, но и ботва и побочные продукты, получаемые при промышленной переработке (барда, мезга).

В последние годы возделывание картофеля в нашей стране, по ряду причин, значительно сни-

зилось. Однако потребность в этом уникальном клубне не уменьшилась, что повлияло на увеличение его импортирования из других стран. Но, как известно, из-за политических неурядиц за последние три года Россия не раз подвергалась введению санкций со стороны многих государств. В перечень запрещенных продовольственных товаров попал и картофель. В связи с программой импортозамещения особо остро стоит вопрос о разработке и внедрении новых интенсивных технологий, которые позволят выращивать данную культуру в необходимых количествах самостоятельно.

Для этих целей в современной земледелии наиболее экономически выгодно использовать бактериальные удобрения, позволяющие регулировать питание растений и получать экологически чистую продукцию более высокого качества, чем на основе агрохимикатов, что особенно важно для детского питания [2, 3].

Микробиологические препараты известны давно, однако зачастую их эффективность оказыва-

лась нестабильной, отчего они не могли играть значимой роли в сельскохозяйственном производстве. Однако накопленные фундаментальные знания в этой области на рубеже XX и XXI столетий позволили преодолеть имеющиеся недостатки и предложить принципиально новые подходы к оптимизации микробно-растительного взаимодействия, основанные на открытии феномена интеграции генетических систем микроорганизмов и растений [4]. Это дало возможность с успехом использовать бактериальные препараты на самых разных культурах и получать продукцию высокого качества, лишенную нитратов и других токсических веществ, и значительно экономить энергетические ресурсы [5].

Целью исследований было изучение влияния препаратов ассоциативных азотфиксирующих бактерий на формирование урожайности картофеля наиболее ценных сортов, возделываемых в крае, их оценку по количественным и качественным признакам и характерным сортовым особенностям в условиях Приалейской степи Алтайского края.

Объекты, условия и методы исследований

Исследования проводили в 2017 г. в условиях умеренно засушливой колочной степи Алейского района, характеризующегося резко континентальным климатом с частыми засухами и небольшим количеством осадков в летний период. Погодные условия вегетационного периода 2017 г. отличались высокими температурами и достаточным количеством влаги, что способствовало существенному нарастанию вегетативной массы и клубней картофеля.

Почвенный покров участка представлен черноземом обыкновенным среднесуглинистым. Почва характеризуется низким содержанием гумуса около 4,5%, обеспеченность доступным азотом низкая, остальными макро- и микроэлементами высокая.

Исследования проводили в мелкоделяночном опыте в трехкратной повторности, площадь одной деланки равна 5 м², расположение деланок рендомизированное. Объектами исследования служили сорта раннеспелого картофеля – Коломбо, Ред-Скарлет, Розара; среднеспелого – Тулеевский, Гала. В опыте применяли биопрепараты: Агрофил (*Agrobacterium radiobacter*, штамм 10), Мизорин (*Artrobacter mysorens*, штамм 7), Флаво-

бактерин (*Flavobacterium sp.*, штамм 130), содержащие ризосферные ассоциативные азотфиксирующие бактерии. Микроорганизмы в составе препаратов обеспечивают растения минеральным азотом, стимулируют рост и развитие, защищают от различных заболеваний, помогают всасывать воду, поглощать фосфор, калий и другие питательные вещества из почвы [5, 6].

В опыт включены варианты монопрепаратов по схеме посадки 30х70 см на глубину 10 см при норме 42000 клубней на 1 га. Семена инокулировали препаратами непосредственно перед высадкой в грунт из расчета 2500 г/га [7]. Учет урожая и структурный анализ проводили в период уборки в трехкратной повторности по методике Госсортоиспытания [8], математическую обработку – с применением однофакторного дисперсионного анализа [9].

Результаты исследований

Посадку картофеля всех сортов провели 23 мая. Первые всходы появились на вариантах, обработанных препаратом «Флавобактерин», через 14-18 сут. после посадки, полностью они всошли еще спустя 5-8 сут. Позднее всего всходы появились на вариантах, обработанных препаратом «Агрофил», как и на контрольных вариантах.

Фаза бутонизации у раннеспелых сортов на всех обработанных препаратами вариантах наступила на 2-3 сут. раньше контроля, у среднеспелых сортов – на 2-4 сут. Фаза начала цветения также наступила быстрее на инокулированных вариантах: у раннеспелых сортов – на 3-5 сут. у среднеспелых – на 4-6 сут. раньше контроля. Ускоренное развитие картофеля обусловлено гормональным действием препаратов, что в конечном итоге приводит к сокращению периода вегетации культуры.

Благоприятные погодные условия вегетационного периода 2017 г. оказали дополнительное стимулирующее действие на микроорганизмы в препаратах, что привело к улучшению биометрических показателей сортовых особенностей картофеля по сравнению контролем (табл. 1).

Максимальная высота растений наблюдается на вариантах с применением препаратов «Мизорин» и «Флавобактерин». Флавобактерин также способствовал большему формированию количества стеблей и листьев на одном кусте. Особенно

значительный прирост от препаратов получен по количеству листьев на одно растение у всех сортов картофеля, но наибольший эффект также был обеспечен препаратом «Флавобактерин».

Структура урожая и урожайность клубней картофеля представлены в таблице 2. Среди клубней выделяли фракции: менее 50 г – мелкая, 50-80 г – средняя и более 80 г – крупная. Из них средняя фракция считается семенной, а крупная – продовольственной [8].

Количество клубней в кусте на инокулированных вариантах увеличилось у каждого сорта по сравнению с контролем. Лучшими показателями отличались варианты, инокулированные Мизорином и Флавобактерином. На вариантах с Мизори-

ном средняя прибавка составила 2,6 шт/куст, с Флавобактерином – 3,7 шт/куст.

Все сорта картофеля отличались высокой урожайностью, что обусловлено благоприятными условиями тепла и влагообеспеченности вегетационного периода. В то же время были получены существенные прибавки урожая клубней на всех инокулированных вариантах. Особенно высокие прибавки получены у сортов Коломбо, Ред Скарлет и Гала – 32,7-66,4; 35,2-60,5 и 46,0-80,2% соответственно. Эффективность препаратов на сорте Тулеевский оказалась менее высокой. Прибавки от препаратов на всех сортах составили: Агрофил – 22,6-46,0% (8,3-21,6 т/га), Мизорин – 14,7-64,0% (5,4-30,0 т/га), Флавобактерин – 33,8-80,2% (11,6-37,6 т/га).

Таблица 1

Биометрические показатели растений картофеля

Вариант	Высота, м	Отклонение от контроля	Кол-во стеблей, шт/куст	Отклонение от контроля	Кол-во листьев, шт/куст	Отклонение от контроля
Коломбо						
Контроль	0,62	-	2,3	-	27,0	-
Агрофил	0,64	+0,02	3,7	+1,4	37,9	+10,9
Мизорин	0,67	+0,05	4,4	+2,1	41,7	+14,7
Флавобактерин	0,67	+0,05	4,7	+2,4	46,6	+19,6
Ред Скарлет						
Контроль	0,57	-	2,6	-	25,9	-
Агрофил	0,61	+0,04	3,6	+1,0	37,8	+11,9
Мизорин	0,61	+0,04	3,6	+1,0	35,5	+9,6
Флавобактерин	0,63	+0,06	4,3	+1,7	47,7	+21,8
Розара						
Контроль	0,59	-	3,0	-	27,9	-
Агрофил	0,60	+0,01	3,6	+0,6	41	+13,1
Мизорин	0,63	+0,04	4,4	+1,4	42,2	+14,3
Флавобактерин	0,61	+0,02	4,7	+1,7	49,8	+21,9
Тулеевский						
Контроль	0,75	-	3,2	-	29,5	-
Агрофил	0,79	+0,04	4,4	+1,2	40,3	+10,8
Мизорин	0,81	+0,06	4,3	+1,1	43,2	+13,7
Флавобактерин	0,81	+0,06	4,4	+1,2	48,5	+19,0
Гала						
Контроль	0,84	-	4,1	-	40,8	-
Агрофил	0,90	+0,06	4,8	+0,7	50,3	+9,5
Мизорин	0,93	+0,09	4,0	-0,1	44,7	+3,9
Флавобактерин	0,96	+0,12	4,6	+0,5	53,0	+12,2

Структура урожая и урожайность картофеля

Вариант	Масса клубней кг/куст	Кол-во клубней, шт/куст	Фракции клубней, %		Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
			50-80 г	>80 г		т/га	%
Коломбо							
Контроль	0,801	7,0	11	81	33,6	-	-
Агрофил	1,061	8,6	11	89	44,6	11,0	32,7
Мизорин	1,155	9,2	10	88	48,5	14,9	44,3
Флавобактерин	1,330	11,9	12	84	55,9	22,3	66,4
НСР ₀₅						5,1	
Ред Скарлет							
Контроль	0,724	5,0	4	92	30,4	-	-
Агрофил	0,978	6,0	3	95	41,1	10,7	35,2
Мизорин	1,051	6,1	2	98	44,1	13,7	45,0
Флавобактерин	1,163	5,6	2	98	48,8	18,4	60,5
НСР ₀₅						4,7	
Розара							
Контроль	0,816	8,1	13	77	34,3	-	-
Агрофил	1,081	6,8	5	94	45,4	11,1	32,4
Мизорин	1,110	9,1	11	84	46,6	12,3	35,9
Флавобактерин	1,094	10,2	13	80	45,9	11,6	33,8
НСР ₀₅						3,7	
Тулеевский							
Контроль	0,877	8,3	14	76	36,8	-	-
Агрофил	1,074	11,3	15	77	45,1	8,3	22,6
Мизорин	1,004	10,2	7	89	42,2	5,4	14,7
Флавобактерин	1,256	9,9	6	94	52,7	15,9	43,2
НСР ₀₅						3,3	
Гала							
Контроль	1,117	14,9	31	56	46,9	-	-
Агрофил	1,631	20,1	28	60	68,5	21,6	46,0
Мизорин	1,831	21,6	22	67	76,9	30,0	64,0
Флавобактерин	2,011	24,0	26	66	84,5	37,6	80,2
НСР ₀₅						9,9	

Таким образом, наибольшей эффективностью на испытанных сортах картофеля отличаются два препарата – «Мизорин» и «Флавобактерин», особенно «Флавобактерин», урожайность картофеля на этом варианте была максимальной – от 45,9 т/га у сорта Розара до 84,5 т/га у сорта Гала. В структуре урожая картофеля преобладала крупная продовольственная фракция, инокуляция

биопрепаратами несколько увеличивала выход именно этой фракции.

После уборки урожая был проведен осмотр клубней для определения наличия поражения грибковыми заболеваниями. Результат показал отсутствие на картофеле каких-либо видимых заболеваний.

Заключение

Таким образом, на основании проведенных исследований в зоне Алейской степи Алтайского края установлено, что применение препаратов ассоциативных азотфиксирующих бактерий оказывает положительное влияние на рост и развитие культуры картофеля. У всех изученных сортов наблюдалось более раннее и дружное появление всходов, ускоренное наступление фаз развития по сравнению с контролем, увеличение высоты стеблей и их количества в кусте, лучшее развитие листового аппарата. Это позволило получить больший выход клубней с куста, особенно продовольственной фракции, и урожайность картофеля. Прибавки урожая составили от 14,7 до 80,2%. Наибольшей эффективностью на испытанных сортах картофеля отличаются два препарата – «Мизорин» и «Флавобактерин». Урожайность картофеля на варианте Флавобактерина была максимальной – от 45,9 т/га у сорта Розара до 84,5 т/га у сорта Гала.

Библиографический список

1. Карманов С.Н., Серебренников В.С. Картофель. – М.: Росагропромиздат, 1991. – 64 с.
2. Наплекова Н.Н., Нерсесян М.С. Бак-Сиб – микробиологические препараты нового поколения, ЭМ-Биотехнология природного земледелия. – Новосибирск: Изд-во ЭМ-Биотех, 2005. – 32 с.
3. Okon Y., Kapulnik Y. (1986) Development and function of *Azospirillum*-inoculated roots. In: Skinner F.A., Uomala P. (eds) Nitrogen Fixation with Non-Legumes. Developments in Plant and Soil Sciences, vol. 21. Springer, Dordrecht.
4. Тихонович И.А., Борисов А.Ю. и др. Интеграция генетических систем растений и микроорганизмов при симбиозе // Успехи современной биологии. – 2005. – № 3. – С. 227-238.
5. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.
6. Оценка Эффективности микробных препаратов в земледелии / под ред. А.А. Завалина. – М.: Россельхозакадемия, 2000. – 82 с.

7. Биопрепараты в сельском хозяйстве // Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве. – М., 2005. – 154 с.

8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып.4. Картофель, овощные и бахчевые культуры. – М., 2015. – 61 с.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

References

1. Karmanov S.N., Serebrennikov V.S. Kartoffel. – M.: Rosagropromizdat, 1991. – 64 s.
2. Naplekova N.N., Nersesyan M.S. Bak-Sib – mikrobiologicheskie preparaty novogo pokoleniya, EM-Biotekhnologiya prirodnogo zemledeliya. – Novosibirsk: Izd-vo EM-Biotekh, 2005. – 32 s.
3. Okon Y., Kapulnik Y. (1986) Development and function of *Azospirillum*-inoculated roots. In: Skinner F.A., Uomala P. (eds) Nitrogen Fixation with Non-Legumes. Developments in Plant and Soil Sciences, vol. 21. Springer, Dordrecht.
4. Tikhonovich I.A., Borisov A.Yu. i dr. Integratsiya geneticheskikh sistem rastenij i mikroorganizmov pri simbioze // Uspekhi sovremennoj biologii. – 2005. – № 3. – S. 227-238.
5. Zavalin A.A. Biopreparaty, udobreniya i urozhaj. – M.: Izd-vo VNIIA, 2005. – 302 s.
6. Otsenka Effektivnosti mikrobnykh preparatov v zemledelii // pod red. A.A. Zavalina. – M.: Rosselkhozakademiya, 2000. – 82 s.
7. Biopreparaty v selskom khozyajstve // Metodologiya i praktika primeneniya mikroorganizmov v rastenievodstve i kormoproizvodstve. – M., 2005. – 154 s.
8. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyajstvennykh kultur. Vyp.4. Kartoffel, ovoshhnye i bakhchevye kultury. – M., 2015. – 61 s.
9. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

