

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ АДАПТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ УСКОРЕННОГО СЕМЕНОВОДСТВА БЕЗВИРУСНОГО КАРТОФЕЛЯ В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ

Р. Р. Галеев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
М. С. Шульга, аспирант
Новосибирский государственный аграрный университет
E-mail: rastniev@mail.ru

Ключевые слова: картофель, сорт, семеноводство, апикальная меристема, ускоренное размножение, зеленое черенкование, энергетическая эффективность

Реферат. Цель работы – разработка и обоснование элементов энергоресурсосберегающей технологии ускоренного семеноводства безвирусного картофеля в условиях северной лесостепи Приобья. Экспериментальные данные получены на выщелоченных черноземах Новосибирского района Новосибирской области в 2012–2014 гг. Проводилось оздоровление посадочного материала 18 сортов картофеля разных групп спелости. Установлено, что потенциальные возможности зеленого черенкования обеспечивают увеличение коэффициента размножения при воздействии регуляторов роста на исходный клубень до 1:16. При влиянии физиологически активных веществ на апикальные меристемы при прорастании клубня коэффициент размножения достигает 1:27. Установлено, что применение гидропонных установок в осенне-зимний период позволяет в 2,8 раза повысить семенную продуктивность оздоровленного картофеля в сравнении с выращиванием безвирусных мини-клубней в рулонах и теплицах. В весенне-летний период наиболее эффективным способом размножения является пересадка меристемных растений в рулоны с механизированной посадкой на изолированные участки открытого грунта. Показано, что технология производства оздоровленного семенного картофеля должна предусматривать приемы, ускоряющие рост и развитие картофеля: проращивание семенного материала, посадка в ранние сроки, сбалансированное минеральное питание, создание высокообъемных гребней, интегрированная экологически обоснованная защита от вредных организмов. Использование ускоренного семеноводства новых районированных и перспективных сортов картофеля позволяет значительно (в 2–2,5 раза) повысить урожайность товарного картофеля при хорошем качестве и сохранности продукции, обеспечить сортовой потенциал при высокой энергетической и экономической эффективности производства его продукции.

Картофель является важной продовольственной сельскохозяйственной культурой. В современном картофелеводстве для повышения урожайности и улучшения качества клубней актуальной остается проблема ускоренного внедрения в производство новых перспективных сортов с более высокой продуктивностью и комплексной устойчивостью к наиболее вредоносным патогенам [1–4]. Изучение и усовершенствование сортовой агротехники дает возможность достижения более высоких урожаев картофеля, приближенных к потенциальным возможностям разных сортов [5, 6]. Однако с учетом преимущественного размещения посадок данной культуры у населения роста урожайности в Западной Сибири практически не наблюдается. Одна из причин – низкое качество семенного картофеля, который вследствие биологических особенностей в значительной степени

подвержен вирусным, виroidным и микоплазменным заболеваниям. Показано, что из-за поражения наиболее распространенными вирусами X, S, M, Y, L урожайность снижается до 35–45 % [7–9].

В Новосибирском государственном аграрном университете оздоровление картофеля методом апикальной меристемы осуществляется с 1987 г. Функционирует лаборатория безвирусного картофеля. Использовались 4 пленочно-марлевые теплицы и с 1993 г. обеспечивается круглогодичное выращивание безвирусных мини-клубней на гидропонной установке «Картофельное дерево 10» [10]. Разработка эффективных приемов безвирусного семеноводства представляет большой интерес для промышленного и любительского картофелеводства Западной Сибири.

Целью наших исследований явились разработка и обоснование элементов энергоресурсо-

сберегающей технологии ускоренного семеноводства безвирусного картофеля в условиях северной лесостепи Приобья.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальные данные получены в 2012–2014 гг. на выщелоченном черноземе опытных участков базового хозяйства ФГБОУ ВПО «Новосибирский ГАУ», ООО К(Ф)Х «Квант» и ОАО племзавод «Тулинский» Новосибирского района Новосибирской области.

Чернозёмы опытных участков являются среднемощными. Мощность гумусового горизонта колеблется от 32 до 58 см, иногда достигает 70 см. На наиболее однородный горизонт А приходится 30–35 см. Опытные участки характеризуются плотностью почвы от 1,12 до 1,35 г/см³, суммой поглощенных оснований в пахотном слое 37,24 мг-экв./100 г, гидролитической кислотностью 2,1 мг-экв., рН водной вытяжки 7,26, в гумусовом горизонте реакция слабощелочная при значении рН 7,36. Влажность завядания выщелоченного чернозёма 7,9–8,2%, а наименьшая влагоёмкость – 22–24% от массы почвы.

Опытные участки ООО К(Ф)Х «Квант» содержали гумуса 5,26–6,75% (среднегумусные чернозёмы), валового азота – 0,16–0,22, фосфора – 0,19–0,25 и калия – 1,06–1,18%. Содержание легкогидролизуемого азота колебалось в пределах 8,32–12,8, подвижного фосфора – 17,4–23,9 и обменного калия – 10,2–15,1 мг/100 г почвы, рН солевой вытяжки – 5,95.

Почвы опытных участков в ОАО племзавод «Тулинский» содержали 5,62–6,87% гумуса, 0,18–0,29 – валового азота, 0,20–0,28 – фосфора и 0,96–1,12% калия при 9,12–13,4 мг/100 г легкогидролизуемого азота, 16,2–21,3 – подвижного фосфора и 13,8–10,6 мг/100 г обменного калия, рН солевой вытяжки – 5,89.

Метеорологические условия в период проведения исследований были различные, что позволило дать объективную оценку изучаемому материалу. По температуре и влажности наиболее благоприятные условия были в 2009 г. (сумма осадков за вегетацию – 332 мм), более засушливые – в 2012 г. (86 мм).

Фенологические фазы картофеля изучали по методике Госсортсети, динамику роста площади листьев устанавливали в возрасте 20, 40, 50 суток от массовых всходов и перед уборкой на 10

растениях каждого варианта. Площадь листьев рассчитывали по формулам регрессии на основе методики Н. Ф. Коняева [11]. Фотосинтетический потенциал посадок картофеля устанавливали на основе методик по определению показателей фотосинтетической деятельности растений.

Поражённость растений болезнями, сохранность клубней в период длительного хранения устанавливали по методике ВНИИК [12]. Энергетическую эффективность технологии рассчитывали по методическим рекомендациям ВАСХНИЛ. Химический состав товарных клубней устанавливали в аналитической лаборатории университета по следующим методикам: сухое вещество – высушиванием, крахмал – полярографически по Эверсу, сахар – по Бертрану, витамин С – по Мурри, нитраты – ионселективным методом.

Данные опытов обрабатывали методом дисперсии, корреляции и регрессии по Б. А. Доспехову.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В опытах 2012–2014 гг. выявлено, что при использовании гидропонной установки «Картофельное дерево 10» для выращивания оздоровленного семенного картофеля эффективно применять традиционную смесь макро- и микроэлементов с добавлением в жидкую питательную среду регуляторов роста: 0,001%-го квартазина и 0,001%-го препарата лайма и их смеси, способствующих повышению приживаемости меристемных пробирочных растений на 18%, формированию развитой листовой поверхности с уровнем фотосинтетического потенциала до 3 000 тыс. м² · сут/га и получению за один оборот до 32 мини-клубней с одного растения. Наибольшая эффективность применения изучаемых регуляторов роста при их добавлении в стандартную питательную среду на гидропонной установке «Картофельное дерево-10» отмечена у ранних сортов: Пушкинец, Ароза, Любава, Антонина; среднеранних: Зекура, Невский, Свитанок киевский и Танай; среднеспелых: Тулеевский и Хозяюшка.

В вегетационных оборотах изучены особенности роста и развития разных сортов картофеля на гидропонной установке «Картофельное дерево 10» (табл. 1).

В условиях гидропоники оздоровленные растения картофеля отличаются ускоренным ростом и развитием: на 90-е сутки от посадки высота растений в среднем превысила параметры 30-суточ-

Таблица 1

Динамика нарастания высоты растений и площади листьев, ФСП картофеля, оздоровленного методом апикальной меристемы (среднее за 2012–2014 гг.)

Сорт	Высота растения, см	Площадь листьев, тыс. м ² /га		ФСП, тыс. м ² · сут/га	Продуктивность м ² · сут/га по	
		максимальная	средняя		ФСП	средней площади листьев
30 суток от посадки						
Пушкинец (стандарт)	38,5	14,6	10,3	468	12,3	13,3
Ароза	35,2	15,3	11,2	493	12,8	13,7
Любава	39,4	17,4	12,6	517	13,4	14,0
60 суток от посадки						
Пушкинец (стандарт)	64,3	24,3	16,7	868	15,4	15,8
Ароза	65,6	27,8	17,8	913	15,7	16,0
Любава	72,5	30,2	19,6	942	16,8	16,9
90 суток от посадки						
Пушкинец (стандарт)	93,4	38,7	24,5	2187	17,2	17,6
Ароза	87,6	37,1	23,2	2267	17,8	17,5
Любава	119,5	47,2	27,8	2358	22,6	23,8
НСР ₀₅	1,15	0,47	0,63	15,6	0,37	0,45

ных растений в 3 раза. Нами установлена площадь листьев для районированных в регионе сортов картофеля ранней группы спелости. Формула для подсчета площади листьев изменялась в зависимости от возраста растений, начиная от массовых всходов, и составила у сорта Пушкинец в возрасте 20–30 суток: $y = (-4,25 + 0,302x) n$; 31–50 суток: $y = (11,56 + 0,082x) n$; 51–70 суток: $y = (-2,14 + 0,813x) n$; у сорта Ароза – $y = (12,17 + 0,125x) n$; $y = (17,26 + 0,428x) n$; $y = (15,52 + 0,305x) n$ соответственно. У сорта Любава получены следующие формулы площади листьев: 20–30 суток – $y = (-8,75 + 0,476x) n$; 31–50 суток – $y = (20,2 + 0,376x) n$; 51–70 суток – $y = (0,262 + 0,416x) n$.

Максимальная площадь листьев отмечена у раннего сорта Любава – 47,2 тыс. м²/га при 38,7 у стандарта Пушкинец. Показатели ФСП на 90-е сутки от посадки выше в 4,2–4,7 раза, чем на 30-е.

В меристемной лаборатории проведено изучение эффективности разных способов ускоренного размножения районированных и перспективных сортов картофеля (табл. 2). Показано, что при выращивании пробирочных растений на гидропонной установке число клубней у разных сортов (ранние, среднеранние) в 3 раза выше, чем при посадке в теплицу или рулонным способом на изолированные участки открытого грунта. Причем в условиях изоляции на открытом грунте с системой интегрированной защиты посадок зараженность вирусами была несколько ниже по сравнению с теплицей, что связано с большим наличием вредных организмов в условиях замкнутых систем выращивания безвирусного картофеля.

В наших исследованиях показано, что путем зеленого черенкования с использованием регуляторов роста 0,001 %-го квартазина, 0,001 %-го препарата лайма увеличивался коэффициент размножения до 1 : 16. Под действием физиологически активных веществ (α -эмистин, β -кентоксин) на апикальные меристемы при прорастании клубня коэффициент размножения достигает 1 : 25–27.

Отмечено, что для ускоренного размножения безвирусных мини-клубней более эффективны в пленочно-марлевых теплицах загущенные посадки пробирочных растений по схеме 30 x 15 см. Общий выход мини-клубней составляет в среднем 106 шт./м² (сорта Невский, Свитанок киевский, Лина). На изолированных участках открытого грунта в сочетании с интегрированной защитой более эффективна посадка рассады безвирусных растений по схеме 70 x 20 см (71,4 тыс./га). Общий выход мини-клубней в зависимости от сорта и возраста рассады колеблется в пределах 386–662 тыс. шт./га, в том числе массой свыше 10 г – 276–428 тыс. шт./га.

Выявлено, что оздоровленная от вирусов супер-суперэлита сортов картофеля имеет высокие показатели урожайности и выхода семенной фракции. Максимальная урожайность семенного картофеля среди ранних сортов получена у Ред Скарлет – 36,7 и Любава – 36,0 т/га; среднеранних – у стандарта Невский – 36,8 и Свитанок киевский – 32,8; среднеспелых – у сорта Тулеевский – 34 т/га (табл. 3).

По выходу семенной фракции выделяется среди ранних сорт Ред Скарлет (91 %), среднеранних –

Таблица 2

Количество клубней с одного меристемного растения за одну вегетацию при разных способах размножения (среднее за 2012–2013 гг.)

Способы ускоренного размножения	Число клубней с 1 растения					
	Пушкинец	Ароза	Любава	Невский	Свитанок киевский	Лина
Пересадка меристемных растений из пробирок в теплицы (контроль)	7	6	8	10	14	9
Пересадка меристемных растений из пробирок в гидропонную установку «Картофельное дерево 10»	18	15	23	28	32	24
Пересадка меристемных растений в рулоны с последующей посадкой в открытый грунт	6	7	10	8	9	8
НСР ₀₅	1,26	2,38	3,21	2,74	4,86	0,89

Таблица 3

Урожайность и выход семенной фракции супер-суперэлиты сортов безвирусного картофеля (средние данные за 2012–2013 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га	Выход средней фракции, %	Коэффициент размножения
<i>Ранние</i>			
Пушкинец (стандарт)	29,4	80	1:10
Алёна	28,2	76	1:12
Антонина	33,4	81	1:10
Ароза	27,6	78	1:8
Жуковский ранний	34,8	82	1:13
Любава	41,4	87	1:19
Ред Скарлет	40,8	91	1:20
Фреско	38,1	79	1:17
<i>Среднеранние</i>			
Невский (стандарт)	42,8	86	1:20
Зекура	30,2	87	1:9
Кемеровчанин	33,8	90	1:13
Лина	37,2	87	1:16
Свитанок киевский	35,6	92	1:21
Сафо	31,8	82	1:14
Танай	35,4	89	1:11
<i>Среднеспелые</i>			
Луговской (стандарт)	31,2	83	1:8
Тулеевский	40,1	85	1:14
Хозяюшка	37,2	78	1:9

Примечание. Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта (18 x 2) по урожайности: НСР₀₅ для частных различий – 2,46 т, НСР₀₅ для фактора А (сорт) – 1,96, НСР₀₅ для фактора В (год) и взаимодействия АВ – 2,21 т. Главные эффекты и взаимодействие: фактор А (сорт) – 39,6%, В (год) – 28,8, АВ – 10,6%.

Свитанок киевский (92%) и Кемеровчанин (90%); среднеспелых – Тулеевский (85%). Наибольший коэффициент размножения выявлен у сортов Ред Скарлет (1:20), Любава (1:19) и Фреско (1:17) – ранние; Свитанок киевский (1:21), Невский (стандарт) (1:20) – среднеранние и у среднеспелого сорта картофеля Тулеевский (1:14).

Выращивание изучаемых сортов картофеля, оздоровленных методом апикальной меристемы, на выщелоченном чернозёме северной лесостепи

Приобъя энергетически эффективно. При средней урожайности безвирусного семенного материала ранних сортов энергетический коэффициент составил 1,78, среднеранних – 1,55, среднеспелых – 1,64. Высокий уровень рентабельности получения семенного картофеля установлен у ранних сортов Любава – 246%, Ред Скарлет – 232, среднеранних Невский – 196, Лина – 189 и среднеспелого Тулеевский – 176%.

ВЫВОДЫ

1. Применение гидропонной установки «Картофельное дерево 10» обеспечивает в течение года ускоренное размножение посадочного материала сортов картофеля разных групп спелости. Эффективность функционирования установки повышается при добавлении в жидкую питательную среду регуляторов роста: 0,001 %-го квартазина, 0,001 %-го препарата лайма и их смеси, способствующих увеличению приживаемости меристемных пробирочных растений на 20 %, формированию развитой листовой поверхности с уровнем фотосинтетического потенциала до 3 000 тыс. м²·сут/га и получению за один оборот до 32 безвирусных мини-клубней с одного растения.
2. Использование гидропонных установок в осенне-зимний период позволяет повысить в 2,8 раза семенную продуктивность оздоровленного картофеля в сравнении с выращиванием безвирусных мини-клубней в рулонах и теплицах. В весенне-летний период наиболее эффективным способом ускоренного размножения является пересадка меристемных растений в рулоны с посадкой на изолированных участках открытого грунта.
3. При сортоизучении оздоровленного методом апикальной меристемы безвирусного картофеля 8 ранних сортов (стандарт Пушкинец), 7 среднеранних (стандарт Невский) и 3 среднеспелых (Луговской) максимальная урожайность семенного картофеля выявлена у сортов Любава и Ред Скарлет (ранние); Невский и Свитанок киевский (среднеранние) и среднеспелого сорта Тулеевский.
4. Достигнуты высокие показатели энергетической эффективности выращивания безвирусного семенного картофеля с энергетическим коэффициентом 1,55–1,78 и экономической эффективности с уровнем рентабельности до 246 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Полухин Н. И. Картофель в Сибири. – Новосибирск: ИПЦ «Юпитер», 2010. – 71 с.
2. Картофель в России / под ред. А. В. Коршунова. – М.: ООО «Достижения науки и техники в АПК», 2003. – 968 с.
3. Машьянова Г. Н., Гринберг Е. Г., Штайнерт Т. В. Овощные культуры и картофель в Сибири. – Новосибирск, 2010. – 523 с.
4. Галеев Р. Р. Адаптивные технологии ускоренного семеноводства безвирусного картофеля в Западной Сибири. – Новосибирск: Агро-Сибирь, 2001. – 119 с.
5. Чагин Вл. В., Галеев Р. Р., Чагин Вит. В. Сортоизучение свёклы столовой и картофеля в условиях Республики Хакасия // Вестн. Бурят. ГСХА. – 2010. – № 1 (18). – С. 73–76.
6. Галеев Р. Р. Клубнекорнеплоды в Сибири. – Новосибирск: Агро-Сибирь, 2003. – 176 с.
7. Качество картофеля и картофелепродуктов / под ред. А. В. Коршунова. – М.: ВНИИКХ, 2001. – 256 с.
8. Галеев Р. Р. Интенсивные технологии производства картофеля и овощей в Западной Сибири. – Новосибирск: Агро-Сибирь, 2001. – 236 с.
9. Лапишинов Н. А. Особенности семеноводства картофеля в Кемеровской области // Материалы междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2007. – С. 12–18.
10. Галеев Р. Р., Иванова Н. В., Сапожникова Ю. Г. Сортоизучение картофеля в лесостепи Новосибирской области // Актуальные вопросы выращивания овощных, плодово-ягодных и декоративных культур: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2011. – С. 68–72.
11. Коняев Н. Ф. Математический метод определения площади листьев растений // Докл. ВАСХНИЛ. – 1970. – № 9. – С. 43–46.
12. Методические указания по определению пораженности растений вирусными заболеваниями. – М.: Изд-во ВНИИК, 2007. – 42 с.

EFFICIENCY OF THE ELEMENTS IN THE ADAPTIVE TECHNOLOGY OF INTENSIFIED VIRUS-FREE POTATO SEED PRODUCTION IN NORTHERN PREOBYE FOREST-STEPPE

R. R. Galeev, M. S. Shulga

Key words: potato, cultivar, seed production, apical meristem, intensified propagation, green cutting, energy efficiency

Summary. The aim of the work is to design and justify the elements of energy and resource saving technology of intensified virus-free potato seed production under the conditions of northern Preobye forest-steppe. Experimental data were obtained in leached chernozems of Novosibirsk rayon in Novosibirsk region in 2012–2014. Sanitation of the planting stock of 18 potato cultivars of different ripening groups was carried out. Potential possibilities of green cutting were established to provide the enhanced coefficient of propagation up to 1:16. when an initial tuber is exposed to growth regulators When apical meristems are exposed to physiologically active substances at tubers sprouting, the propagation coefficient reaches 1 : 27. Hydroponic installations used in the fall-winter period are identified to allow for 2.8 fold enhance in seed productivity of sanitation recovered potato versus the growing of virus-free mini-tubers in rolls and green houses. In the spring-summer period the most efficient technique of propagation is to transplant the meristem plants to the rolls with mechanized planting in isolated field plots. It is shown that the technology of production of sanitation recovered seed potato must provide for the techniques which intensify potato growth and development: seed stock green sprouting, early date planting, balanced mineral nutrition, voluminous hilling, integrated ecology-based protection against pests. Intensified seed production of new regionalized and promising potato cultivars allows for considerable enhance (2–2.5 fold) in yielding of marketable potato with good quality and storage, provides cultivar potential with high energy and economic efficiency of potato produce.

УДК 631.618

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА В ПОЧВАХ РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ КУЗБАССА*

И. Н. Госсен, кандидат биологических наук
Д. А. Соколов, кандидат биологических наук
Институт почвоведения
и агрохимии Сибирского отделения РАН
E-mail: sokolovdenis@mail.ru

Ключевые слова: гумус, эмбриоземы, техногенные ландшафты, почвенный азот, рекультивация, литогенное органическое вещество, педогенное органическое вещество

Реферат. На основе предложенного авторами подхода, опирающегося на функциональные особенности педогенного органического вещества, определено содержание гумуса в почвах отвалов каменноугольных разрезов, рекультивированных по различным технологиям. Показано, что специфику трансформации систем органических веществ в исследуемых почвах отражает распределение по профилю азотсодержащих органических веществ. Этот показатель наиболее достоверен при оценке содержания гумуса в инициальных эмбриоземах, где потребление азота растениями минимально, и в гумусово-аккумулятивных, где происходит депонирование педогенного органического вещества. Выявлено увеличение содержания гумуса в эволюционном ряду почв в среднем от 2,4 % в инициальных до 3,6 и 4,2 % соответственно в органо-аккумулятивных и дерновых и более 4,7 % в гумусово-аккумулятивных эмбриоземах. Установлено, что содержание гумуса в эмбриоземах в большей степени зависит от применяемой технологии рекультивации и стадии почвообразования и в меньшей степени – от состояния системы органических веществ, унаследованной от почвообразующих пород.

Исторически так сложилось, что значительная часть крупнейших угледобывающих центров в Сибири приурочена к районам, наиболее пригодным для земледелия. К примеру, в таком промышленно развитом регионе, как Кемеровская область, отвалы вскрышных и углевлещающих пород занимают более 40 тыс. га территории, на

которой ранее были распространены черноземы [1]. Сопоставимые площади характерны также для Красноярского края и Иркутской области. И это неслучайно, поскольку наиболее плодородные черноземы формируются там, где вблизи от поверхности залегают мощные угольные пласты [2–4]. Эта закономерность сыграла не последнюю роль в пери-

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 14-04-31100).