**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ЗЕМЛЕДЕЛИИ, АГРОХИМИИ, СЕЛЕКЦИИ
И СЕМЕНОВОДСТВЕ**

**RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES IN
AGRICULTURE, AGROCHEMISTRY,
BREEDING AND SEED PRODUCTION**

УДК 635.21:631.52.53

DOI:10.31677/2072-6724-2021-33-2-36–45

**ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УСКОРЕННОГО
СЕМЕНОВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ В ЛЕСОСТЕПИ НОВОСИБИРСКОГО ПРИОБЬЯ**

Р.Р. Галеев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
М.С. Шульга, заведующий меристемной лабораторией
Е.А. Ковалев, аспирант

Новосибирский государственный аграрный университет
E-mail: rastniev@mail.ru

Ключевые слова: картофель, сорта, ускоренное семеноводство, регуляторы роста, урожайность, выход семенной фракции, коэффициент размножения.

Реферат. Приведены результаты комплексных исследований 2017–2020 гг. по изучению эффективности оздоровления новых районированных и перспективных сортов картофеля трех групп спелости в условиях чернозема выщелоченного лесостепи Новосибирского Приобья. Использована энергоресурсосберегающая экологически безопасная технология ускоренного семеноводства картофеля. Показано, что оздоровление от вирусов посадочного материала обеспечивает повышение урожайности разных сортов картофеля до 42 % относительно неоздоровленного фона. Установлена высокая эффективность ускоренного размножения посадочного материала с применением современных аэропонных установок в сравнении с гидропонными и выращиванием в теплице и открытом грунте. Разработанная технология позволяет повысить коэффициент энергетической эффективности на 40 % и уровень рентабельности на 32 %.

**ENERGY RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY OF ACCELERATED POTATO SEED
BREEDING IN THE FOREST STEPPE OF THE NOVOSIBIRSK PROBIE**

R.R. Galeev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
M.S. Shulga, Head of the Meristem Laboratory
E.A. Kovalev, Graduate Student

Novosibirsk State Agrarian University

Key words: potatoes, varieties, accelerated seed production, growth regulators, yield, yield of seed fraction, multiplication factor.

Abstract. The results of comprehensive research in 2017–2020 on the effectiveness of improving the health of new zoned and promising potato varieties of three groups of ripeness in the conditions of leached chernozem of the forest-steppe of the Novosibirsk Ob region are presented. The energy-saving, environmentally friendly technology of accelerated potato seed production was used. It is shown that the recovery from viruses of the planting material provides an increase in the yield of different potato varieties up to 42% relative to the unhealthy background. The high efficiency of accelerated propagation of planting material with the use of modern aeroponic plants in comparison with hydroponic plants, and growing in a greenhouse and open ground, is established. The developed technology makes it possible to increase the energy efficiency coefficient by 40 % and the level of profitability by 32 %.

В настоящее время основными производителями картофеля в Западной Сибири являются личные подсобные хозяйства и садово-огородные участки. В общественном секторе возделывается лишь 9,8 %. Средняя площадь под картофелем у населения составляет 8,7 сотки, а в крестьянско-фермерских хозяйствах – 24,5 га [1, 2].

На современном этапе создание и широкое внедрение устойчивых сортов является важным элементом для адаптации картофеля к стресс-факторам и вредным организмам, что особенно значимо в аспекте охраны окружающей среды от загрязнения химическими средствами защиты растений и повышения рентабельности картофелеводства [3]. Для выведения новых устойчивых к стресс-факторам сортов картофеля наряду с традиционными методами селекции используются биотехнологические методы [4, 5].

В аспекте энергоресурсосбережения и экологической безопасности, повышения эффективности оздоровления сортов картофеля разных групп спелости методом апикальной меристемы особое значение имеет минимизация междурядных обработок картофеля с проведением комплексного опрыскивания гербицидами, фунгицидами и инсектицидами, а также регуляторами роста, что уменьшает травмируемость растений картофеля и перенос инфекции [6, 7]. В аспекте экологизации и продовольственной безопасности особо важно ускоренное семеноводство сортов картофеля разных групп спелости в сочетании с интенсификацией производства картофеля [8, 9].

Однако до настоящего времени не отработана технология ускоренного размножения посадочного материала для новых сортов местной селекции интенсивного типа в условиях зоны рискованного земледелия Западной Сибири [10,11]. До сих пор имеет место распространение болезней и вредителей в сочетании с большими потерями в процессе длительного хранения [12].

Целью наших исследований явилось изучение эффективности оздоровления новых районированных и перспективных сортов картофеля в аспекте повышения урожайности, качества и сохранности продукции, энергоресурсосбережения и экологической безопасности.

В этой связи нами в 2017–2020 гг. на полях УОХ «Практик» Новосибирского района Новосибирской области проведены комплексные исследования по установлению эффективности оздоровления разных сортов картофеля.

Черноземы выщелоченные опытных участков являлись среднеуглинистыми (гумусовый горизонт от 34–59 см) с объемной массой 1,17 г/см³, суммой поглощенных оснований в пахотном слое 41 мг-экв/100 г, гидролитической кислотностью 2,3 мг-экв, рН водной вытяжки 7,18. Влажность завядания чернозема выщелоченного 8,4 %, наименьшая влагоемкость – 24 % от массы почвы. Гумуса содержалось 6,48 % (среднегумусные черноземы), валового азота – 0,22, фосфора – 0,25, а калия 1,18 % при 13,2 мг/100 г легкогидролизуемого азот, 22,2 – подвижного фосфора и 16,3 мг/100 г почвы обменного калия, рН солевой вытяжки 6,34.

Метеорологические условия во время экспериментов различались как по температурному режиму, так и по сумме осадков. По температуре и влажности лучшим был 2017 г. (сумма осадков за вегетацию – 308 мм), более засушливым – 2019 г. (248 мм).

Общая площадь делянки – 28,7 м², учетная – 25 м², повторность – четырехкратная, расположение – рендомизированное.

Фенологические фазы картофеля устанавливали по методике Госсортсети, динамику роста площади листьев определяли в возрасте 20, 40, 50 суток от массовых всходов и перед уборкой по 10 растениям каждого варианта. Площадь листьев рассчитывали по формулам регрессии по методу Н.Ф. Коняева [13]. Фотосинтетический потенциал посадок картофеля определяли по методике А.А. Ничипоровича [14]. Химический анализ клубней проводили в аналитической лаборатории Новосибирского университета потребкооперации по следующим методикам: сухое вещество – высушиванием, крахмал – поляриметрически по Эверсу, сахар – по Бертрону, витамин С – по Мурри, нитраты – ион-селективным методом [15].

Экспериментальные данные подвергали обработке методом дисперсионного анализа по методике Б.А. Доспехова [16].

У растений сортов картофеля регулярно в период вегетации определяли зараженность вирусами, помимо ПЦР-диагностики, методом ИФА с помощью диагностических наборов ВНИИ картофелеводства.

Нами проводилось комплексное изучение 40 сортов мировой коллекции генофонда картофеля, оценивались особенности их роста и развития. Посадочный материал был оздоровлен методом апикальной меристемы.

В исследованиях установлено, что оздоровленный материал сортов картофеля имел различные параметры фотосинтетического аппарата (табл. 1).

Параметры максимальной площади листьев безвирусных растений были наибольшими у сортов Сантэ (37,6 тыс. м²/га), Адретта (36,5) и по средней площади листьев составили от 15,6 тыс. м²/га у сорта Московский рассвет до 29,8 тыс. м²/га у сортов Адретта и Сантэ при 21,6 у стандарта ($V\% = 18,7$ при $n = 800$). Максимальные параметры фотосинтетического потенциала оздоровленного картофеля выявлены у сортов Конкорд – 2875 тыс. м²сут/га и Сантэ – 2778, что выше стандарта (Свитанок киевский) в 1,2 раза. Хозяйственная продуктивность листьев равна у сорта-стандарта 1,51 т/1 тыс. м² листьев, у сорта Хозяюшка возросла на 29 %, Тулеевский – на 26 и Фреско – на 25 %. По продуктивности безвирусных растений по ФСП и средней площади листьев не было равных сортам Сантэ и Розара (достоверно выше стандарта на 16 %).

Показатели урожайности картофеля, оздоровленного методом апикальной меристемы, достоверно превышали данные стандарта – сорта Свитанок киевский у сортов Тулеевский – на 26 %, Розара – на 24, Хозяюшка – на 19 и Сантэ – на 12%. Остальные сорта имели урожайность на уровне и значительно ниже величины урожайности стандарта (34,8 т/га). Максимальной товарностью клубней обладали сорта Фреско – 98 % и Свитанок киевский – 96 %. По содержанию сухого вещества выделялись Сантэ – 24 %, Свитанок киевский – 23,8 и Адретта – 23,6 %. Сахаров было больше у сортов Свитанок киевский и Проминент. По витамину С не было равных сортам Свитанок киевский, Колорит и Розамунда (выше 7 мг/г). У всех изученных сортов содержание в продукции нитратов было ниже ПДК в 2,3–6 раз. Меньше всего содержалось нитратов в клубнях сортов Каратоп – 37 мг/кг и Адретта – 39 мг/кг. Максимальное содержание нитратов отмечено у сортов Маврыковна и I. Gold – по 138 мг/кг (табл. 2).

Показано, что выход семенной фракции был выше у сортов Фреско – 98 %, Свитанок киевский – 96, Сантэ – 95 и Адретта – 90. Невысоким выходом семенной фракции отличались сорта Филатовский, Ван Гог, Гранола и Конкорд. Коэффициент размножения посадочного материала колебался от 1 : 6 у сорта Бор до 1 : 32 у сорта Фреско. Этот показатель был также высоким, на уровне 1 : 25, у сорта Адретта, 1 : 23 – у сорта Розара при 1 : 18 у стандарта (сорт Свитанок киевский).

Таблица 1

Фотосинтетические параметры и продуктивность растений картофеля

Сорт	Площадь листьев, тыс. м ² /га		ФСП, тыс.м ² х сут/га	Продуктивность		
	максимальная	средняя		т/1 тыс.м ² листьев	г/м ² ·сут. по	
1	2	3	4	5	6	7
Свитанок киевский (st)	36,2	21,6	2376	1,51	35,4	35,6
Фреско	34,6	18,5	1782	1,84	34,2	34,2
Московский рассвет	29,8	15,6	1654	1,83	32,6	31,2
Аноста	30,5	17,2	1685	1,58	29,8	27,6
Удача	32,4	20,0	1910	1,52	33,5	32,4
Юбилей Жукова	31,6	19,6	2117	1,59	30,2	28,5
Зекура	30,8	18,4	1822	1,60	29,5	27,3
Колорит	29,6	17,2	1634	1,63	27,8	25,6
Вестник	27,5	18,0	1926	1,76	28,1	27,2
Филатовский	29,8	19,3	2093	1,44	29,3	27,0
Розамунда	32,4	20,6	2184	1,69	31,2	29,4
Лазарь	33,2	21,8	2420	1,48	30,6	28,6
Проминент	34,0	22,3	2140	0,96	27,4	25,3
Сантэ	37,6	24,8	2778	1,46	39,5	36,5
Снегирь	28,5	19,3	1969	1,44	28,4	25,8
Атлантик	30,1	19,8	2079	1,63	34,2	21,6
Латона	31,2	21,6	2419	1,00	32,6	31,9
Ван Гог	28,6	19,3	1936	0,69	30,1	28,5
I Gold	26,5	16,5	1815	1,64	26,2	25,3
Кузнечанка	29,4	17,6	1814	1,68	31,6	29,6
Хозяюшка	32,7	20,1	2332	1,91	34,8	32,4
Белоярский ранний	34,2	22,4	2081	1,10	30,1	29,1
Тимо	30,6	21,1	2035	1,12	32,6	30,5
Осень	29,8	19,6	1960	1,41	30,2	28,7
Розара	35,6	22,8	2536	1,76	38,4	35,1
Тамбовский	33,6	20,7	2401	1,29	27,6	25,3
Каратоп	34,2	22,7	2247	1,38	30,5	27,4
Гранола	28,6	19,6	2254	1,40	28,2	26,2
Кардинал	33,4	21,3	2548	1,64	34,6	31,8
Ласунок	34,9	22,1	2666	1,34	32,8	30,2
Конкорд	35,6	23,8	2875	1,27	31,2	29,6
Бор	28,1	20,1	2271	1,18	27,6	25,1
Жаворонок	26,7	18,6	1879	1,37	25,2	23,8
Cordia	28,2	19,2	2016	1,26	24,8	22,6
Лазурит	29,6	20,1	2062	1,35	28,6	23,4
Тулеевский	35,8	22,6	2356	1,85	34,9	29,9
Маврыковна	33,1	21,4	2093	1,20	28,6	24,5
Адретта	36,5	24,8	2505	1,49	35,8	32,6
Гатчинский	32,6	22,6	2622	1,39	32,4	30,7
Выток	30,2	20,4	1992	1,25	27,1	25,8
НСР _{0,5}	1,13	1,76	43,6	0,18	1,85	1,57

Таблица 2

Урожайность, качество и выход семенной фракции сортов картофеля, оздоровленного методом апикальной меристемы

Сорт	Урожайность		Содержание, % на сырое вещество					выход семенной фракции, %	коэффициент размножения
	т/га	отклонение от стандарта, %	сухое вещество	крахмал	сумма сахаров	вита-мин С, мг/100г	нитраты, мг/кг		
Свитанок киевский (st)	34,8	-	24,9	23,8	13,6	7,24	78	96	1 : 29
Фреско	37,2	+7	25,6	22,6	1,15	6,36	62	98	1 : 32
Московский рассвет	26,4	-24	24,1	14,3	1,20	5,24	102	79	1 : 8
Аноста	25,2	-27	23,8	12,6	1,30	6,12	114	78	1 : 12
Удача	31,5	-8	24,0	16,2	1,14	5,86	70	85	1 : 19
Юбилей Жукова	29,5	-14	24,2	15,7	1,23	5,14	96	76	1 : 15
Зекура	27,2	-22	24,5	14,9	0,90	6,72	104	80	1 : 13
Колорит	25,4	-27	24,0	13,6	0,96	7,12	78	75	1 : 9
Вестник	30,0	-13	24,8	16,8	1,20	6,38	62	87 _ы	1 : 18
Филатовский	23,6	-4	24,6	17,1	1,10	6,86	80	69	1 : 10
Розамунда	32,8	-5	24,8	18,3	1,16	7,03	76	82	1 : 15
Лазарь	30,6	-12	24,5	15,6	1,08	6,92	62	80	1 : 17
Проминент	21,5	-38	24,3	12,7	1,32	6,58	112	82	1 : 7
Сантэ	38,9	+12	25,8	24,0	0,85	6,93	78	95	1 : 25
Снегирь	26,4	-24	23,9	20,1	1,05	5,72	60	84	1 : 9
Атлантик	29,5	-15	24,5	18,6	0,90	6,16	12,6	85	1 : 12
Латона	20,1	-42	24,3	17,8	0,78	6,30	110	79	1 : 14
Ван Гог	18,6	-48	24,0	13,4	1,15	5,82	126	67	1 : 7
I Gold	24,3	-31	23,8	12,6	1,10	5,74	138	70	1 : 8
Кузнечанка	33,8	-4	24,5	16,2	1,02	6,43	42	88	1 : 15
Хозяюшка	41,5	+19	24,8	19,6	1,12	6,27	43	90	1 : 20
Белоярский ранний	20,6	-40	24,2	14,2	1,23	6,10	87	75	1 : 9
Тимо	30,2	-13	24,5	17,3	0,87	5,96	72	76	1 : 17
Осень	25,4	-27	24,6	15,6	0,90	6,46	65	69	1 : 10
Розара	43,2	+24	24,7	19,4	0,95	6,83	43	87	1 : 20
Тамбовский	22,6	-35	24,3	14,6	0,86	5,78	78	70	1 : 9
Каратоп	32,6	-6	24,4	16,2	1,03	6,26	37	78	1 : 12
Гранола	25,1	-28	23,7	14,8	1,18	6,10	86	68	1 : 7
Кардинал	34,8	-0	25,2	21,4	1,02	6,43	48	90	1 : 17
Ласунок	27,2	-22	25,1	20,96	0,95	6,32	54	83	1 : 15
Конкорд	29,6	-14	25,0	20,2	1,08	6,18	60	70	1 : 7
Бор	20,1	-32	23,6	14,3	1,23	5,36	95	68	1 : 5
Жаворонок	22,4	-29	23,8	12,6	0,78	5,40	127	71	1 : 4
Cordia	21,6	-30	23,9	14,0	0,80	5,72	136	70	1 : 7
Лазурит	25,6	-26	24,2	15,3	1,12	6,10	116	84	1 : 9
Тулеевский	43,7	+26	24,6	20,5	1,15	6,43	51	93	1 : 20
Маврыковна	22,7	-34	24,1	15,2	0,86	5,78	138	68	1 : 6
Адретта	37,4	+8	25,4	23,6	1,03	6,29	39	90	1 : 26
Гатчинский	30,2	-13	24,5	20,11	0,84	6,10	78	84	1 : 15
Выток	22,1	-36	24,0	15,3	0,72	5,72	106	70	1 : 7
НСР ₀₅	-	-	0,12	0,27	0,17	0,37	15,6	1,59	-

Примечание. Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта (4,0 х 3) по урожайности: НСР_{0,5} для частных различий – 1,58 т для фактора А (сорт) – 1,25, НСР_{0,5} для фактора В (год) и взаимодействия АВ – 1,52. Главные эффекты и взаимодействия: фактор А(сорт) – 46,9, В (год) – 30,8 %, АВ – 19,6 %.

Таблица 3

Зараженность элиты оздоровленных сортов картофеля вирусами по данным ПЦР-диагностики

Сорт	Вирус			
	Y	M	X	S
Свитанок киевский (st)	+	+	-	-
Фреско	+	+	+	+
Московский рассвет	+	+	+	+
Аноста	+	+	+	+
Удача	+	+	+	-
Юбилей Жукова	+	-	-	+
Зекура	+	-	+	+
Колорит	+	+	+	+
Вестник	+	+	+	+
Филатовский	+	-	+	+
Розамунда	+	+	+	+
Лазарь	+	+	+	-
Проминент	+	-	+	-
Сантэ	+	+	+	+
Снегирь	+	-	+	+
Атлантик	+	+	+	+
Латона	+	+	-	+
Ван Гог	+	+	+	+
I Gold	+	-	+	+
Кузнечанка	+	+	+	+
Хозяюшка	+	-	+	+
Белоярский ранний	+	+	+	+
Тимо	+	+	+	+
Осень	+	+	+	+
Розара	+	-	+	+
Тамбовский	+	+	+	+
Каратоп	+	+	+	+
Гранола	+	-	+	+
Кардинал	+	-	+	+
Ласунок	+	+	+	-
Конкорд	+	+	+	-
Бор	+	+	+	+
Жаворонок	+	-	+	+
Cordia	+	+	-	-
Лазурит	+	+	+	+
Тулеевский	+	+	-	+
Маврыковна	-	+	-	-
Адретта	+	-	-	-
Гатчинский	+	+	+	-
Выток	+	+	-	-

Применение дисперсионного анализа двухфакторного опыта позволило выявить долю действующих факторов на показатели общей урожайности.

Наибольшее влияние оказал генотип – 47 %, затем условия года – 31 при взаимодействии факторов 20 %.

По данным ПЦР-диагностики, у ряда сортов (Фреско, Московский рассвет, Аноста, Ван Гог, Кузнечанка, Белоярский ранний, Колорит, Бор, Лазурит) обнаружены вирусы Y, M, X, S. Лишь у сорта Адретта данные вирусы отсутствовали полностью (табл. 3).

Нами осуществлялась сравнительная оценка урожайности и качества оздоровленных и неоздоровленных сортов картофеля разных групп спелости. У всех ранних сортов прибавка урожайности от оздоровления составляла от 12 (сорт Антонина) до 29 % (сорт Любава). У среднеранних сортов прибавка урожайности на фоне оздоровления возросла до 45 % (сорт Лина), а по среднеспелым сортам увеличение было на уровне 40 % (сорт Тулеевский). Дисперсионным анализом трёхфакторного опыта определено, что урожайность картофеля зависела от оздоровления на 37,8 %, генотипа – на 29,6 и от года – на 21,3 % (табл. 4).

Безвирусный картофель всех групп спелости отличался по качеству. Содержание сухого вещества повышалось в среднем на 0,2–0,4 %, концентрация крахмала в клубнях – на 0,3–0,5 %. Содержание нитратов в клубнях существенно не зависело от оздоровления и было ниже ПДК в 6–8 раз.

Оздоровление картофеля методом апикальной меристемы улучшало семенные качества картофеля. Выход семенной фракции возрастал на фоне оздоровления у ранних сортов на 5–7 %, среднеранних – на 4–6 и среднеспелых – на 4–8 %. Отмечено увеличение коэффициента размножения на фоне оздоровления в 1,5–2,4 раза. По ранним сортам максимальные параметры коэффициента размножения составляли на фоне оздоровления у сортов Фреско 1 :22

Количество клубней с одного растения безвирусного картофеля в зависимости от способа ускоренного размножения (среднее за 2017–2019 гг.)

Таблица 4

Сравнительная оценка урожайности и качества оздоровленного и неоздоровленного картофеля
(среднее за 2017–2020 гг.)

Сорт	Урожайность			Выход семенной фракции, %	Коэффициент размножения	Содержание в клубнях		
	т/га	прибавка от оздоровления				сухого вещества, %	крахмала, %	нитратов, мг/кг
		т/га	%					
Ранние сорта								
Антонина								
неоздоровленный	23,6	-	-	71	1 : 8	23,6	14,2	48
оздоровленный	26,3	2,7	12	78	1 : 10	23,8	14,4	53
Любава								
неоздоровленный	26,8	-	-	82	1 : 9	23,4	13,8	39
оздоровленный	34,5	7,7	29	88	1 : 21	23,7	14,6	42
Ред Скарлет								
неоздоровленный	24,8	-	-	77	1 : 8	23,5	14,2	35
оздоровленный	31,6	6,8	27	85	1 : 1	23,5	14,3	32
Фреско								
неоздоровленный	23,8	-	-	74	1 : 10	24,0	20,6	31
оздоровленный	30,1	6,3	26	80	1 : 22	24,4	21,2	34
Среднеранние сорта								
Невский								
неоздоровленный	24,8	-	-	74	1 : 10	23,2	13,4	28
оздоровленный	35,6	10,8	43	81	1 : 13	23,4	13,6	26
Зекура								
неоздоровленный	23,6	-	-	76	1 : 5	23,3	14,4	38
оздоровленный	29,2	5,6	23	79	1 : 13	23,4	14,8	39
Кемеровчанин								
неоздоровленный	24,2	-	-	81	1 : 8	23,5	16,5	41
оздоровленный	32,8	8,6	35	84	1 : 15	23,8	16,7	35
Лина								
неоздоровленный	25,1	-	-	88	1 : 9	23,7	15,8	61
оздоровленный	36,4	11,3	45	91	1 : 13	24,0	16,2	38
Свитанок киевский								
неоздоровленный	24,8	-	-	84	1 : 10	24,2	21,6	40
оздоровленный	35,7	10,9	43	89	1 : 21	24,6	22,3	34
Среднеспелые сорта								
Луговской								
неоздоровленный	24,6	-	-	73	1 : 7	23,6	14,0	20
оздоровленный	32,8	8,2	33	79	1 : 11	29,1	14,3	23
Вестник								
неоздоровленный	25,8	-	-	72	1 : 8	29,0	17,2	34
оздоровленный	27,5	1,7	7	80	1 : 12	24,3	17,4	40
Кардинал								
неоздоровленный	23,4	-	-	69	1 : 6	23,8	18,1	38
оздоровленный	29,6	6,2	26	82	1 : 14	24,2	18,0	35
Тулеевский								
неоздоровленный	25,1	-	-	81	1 : 13	23,6	17,8	29
оздоровленный	34,9	9,8	39	89	1 : 22	23,8	18,0	
НСР ₀₅	-	-	-	2,83	-	0,15	0,27	3,62

Примечание. Результаты дисперсионного анализа трехфакторного опыта (14 x 2 x 3) по урожайности: НСР_{0,5} для частных различий – 1,67 т, НСР_{0,5} для фактора А – 1,18, НСР_{0,5} для фактора В и взаимодействий – 1,43. Главные эффекты и взаимодействия: А (сорт) – 29,6 %, В (оздоровление) – 37,8, С (год) – 21,3, АВ – 3,68, АС – 2,61, ВС – 2,87, АВС – 1,12 %.

и сорта Любава 1 : 21; у среднеранних сортов выделялись сорта Кемеровчанин – 1 : 15, Невский и Лина – 1 : 13. По среднеспелым сортам максимальный коэффициент размножения (1 : 22) у сорта Тулеевский на фоне оздоровления посадочного материала.

В опытах 2017–2020 гг. с использованием современных установок: гидропонной установки «Картофельное дерево-10» и аэропонной установки – достигнуты максимальные параметры ускоренного размножения безвирусных мини-клубней.

Среди раннеспелых сортов максимальные параметры количества клубней были получены у сорта Фреско в варианте с аэропонной установкой – 82 шт., что выше, чем при выращивании на гидропонной установке, в 1,7 раза, в специализированной теплице – в 6 и в открытом грунте – в 8 раз. По среднеранним сортам количество безвирусных клубней было максимальным у сорта Лина – 65 шт., что выше, чем на гидропонной установке, в 2,2 раза, в теплице – в 6,5 и открытом грунте – в 8 раз. Аналогичные результаты получены по среднеспелым сортам (рисунки).

Определено, что выращивание оздоровленных растений картофеля энергетически эффективно. Коэффициент энергетической эффективности на фоне оздоровления достигал у раннего сорта Любава 4,15 против 2,26 у неоздоровленного картофеля этого же сорта; у среднераннего сорта Невский – 4,19 (1,56); среднеспелого Тулеевский – 3,13 (1,86).

Выращивание оздоровленного посадочного материала экономически эффективно: уровень рентабельности у раннего сорта Любава достигал 193 % при 152 без оздоровления; у среднераннего сорта Невский – 202 (138) и среднеспелого Тулеевский – 198 (139 %).

Таким образом, на основе проведенных комплексных исследований в 2017–2021 гг. на щелочном черноземе лесостепи Новосибирского Приобья показана эффективность энергоресурсосбережения, экологической и экономической целесообразности выращивания новых районированных и перспективных сортов картофеля, оздоровленного методом апикальной меристемы.

Установлено, что оздоровленный от вирусов посадочный материал в разные по метеорологическим условиям годы имел более высокую урожайность в среднем на 42 % относительно неоздоровленного картофеля. Эффективность размножения посадочного материала в аэропонной установке выше в сравнении с гидропонной в 2,4 раза, специализированной теплицей – в 6, изолированными участками открытого грунта – в 8 раз.

Статистически определено, что урожайность картофеля зависела от генотипа на 30 %, оздоровления на – 38 и условий года – на 21 %.

Выращивание оздоровленного от вирусов картофеля энергетически и экономически эффективно: коэффициент энергетической эффективности повышается относительно неоздоровленного фона в 1,4, а уровень рентабельности – в 1,3 раза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Галеев Р.Р. Клубнекорнеплоды в Сибири. – Новосибирск: Агро-Сибирь, 2003. – 176 с.
2. Полухин Н.И. Картофель в Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАСХН, 2011. – 71 с.
3. Besson Y. Les Fondateurs de L'agriculture biologique // Saug de LaTerre, – 2017. – 776 p.
4. Гаврилец Н.В., Галеев Р.Р. Влияние регуляторов роста на динамику накопления раннего картофеля // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 11. – С. 30–32.
5. Галеев Р.Р. Адаптивные технологии производства картофеля в Западной Сибири. – Новосибирск: Агро-Сибирь, 2012. – 72 с.
6. Галеев Р.Р. Пути повышения эффективности производства семенного картофеля на безвирусной основе: рекомендации. – Новосибирск: Агро-Сибирь, 2017. – 74 с.

7. Мушинский А.А., Кружилин И.П. Подбор сортов картофеля в степной зоне Южного Урала // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2011. – № 2. – С. 19–23.
8. Картофель России / под ред. А.В. Коршунова – М.: Достижения науки и техники в АПК, 2003. – 968 с.
9. Эффективность регуляторов роста при возделывании картофеля / С.В. Жевора, Л.С. Федотова, Н.А. Тимошина, Е.В. Князева // Картофель и овощи. – 2018. – № 12. – С. 21–24.
10. Кондратов А.Ф., Галеев Р.Р., Михеев В.В. Урожайный картофель / А.Ф. Кондратов. – Новосибирск: Агро-Сибирь, 2009. – 85 с.
11. Иванова Н.В., Галеев Р.Р. Особенности возделывания картофеля в Западной Сибири: рекомендации. – Новосибирск: Новосиб. гос. аграр. ун-т, 2005. – 76 с.
12. Константинов М.И., Галеев Р.Р. Производство картофеля в условиях интенсивного земледелия / Новосибирск: ИЦ РИТМ, 2012. – 172 с.
13. Коняев Н.Ф. Математический метод определения площади листьев растений // Доклады ВАСХНИЛ. – 1970. – № 9. – С. 43–46.
14. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность в посевах сельскохозяйственных культур. – М.: Сельхозгиз, 1961. – 231 с.
15. Методика физиолого-химических исследований картофеля. – М.: НИИКХ, 1989. – 142 с.
16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 365 с.

REFERENCES

1. Galeev R.R. *Tubers in Siberia*, Novosibirsk: Agro-Siberia, 2003, 176 p.
2. Polukhin N.I. *Potato in Siberia*, Novosibirsk: Publishing House of SB RASKHN, 2011, 71 p.
3. Besson Y. *Saug de LaTerre*, 2017, 776 p.
4. Gavrilets N.V., Galeev R.R., *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*, 2011, No. 11, pp. 30–32. (In Russ.)
5. Galeev R.R. *Adaptive technologies of potato production in Western Siberia*, Novosibirsk: Agro-Siberia, 2012, 72 p.
6. Galeev R.R. *Ways to improve the efficiency of production of seed potatoes on a virus-free basis*, Novosibirsk: Agro-Siberia, 2017, 74 p.
7. Mushinsky A.A. Kruzhilin I.P., *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*, 2011, No. 2, pp. 19–23. (In Russ.)
8. Korshunov A.V., *Potato of Russia*, Moscow, Achievements of science and technology in agriculture, 2003, 968 p.
9. Gevora S.V., Fedotov L.S., Timoshina N.A., Knyazev E.V., *Potatoes and vegetables*, 2018, No. 12, pp. 21–24. (In Russ.)
10. Kondrashov A.F., Galeev R.R., Mikheev V.V., *Good Harvest potatoes*, Novosibirsk: Agro-Siberia, 2009, 85 p.
11. Ivanova N.V., Galeev R.R., *Features of potato cultivation in Western Siberia*, Novosibirsk: Novosibirsk State Agrarian University, 2005, 76 p.
12. Konstantinov M.I., Galeev R.R., *Production of potatoes in the conditions of intensive agriculture*, Novosibirsk: IC RITM, 2012, 172 p.
13. Konyaev N.F. *Doklady VASKhNIL*, 1970, No. 9, pp. 43–46. (In Russ.)
14. Nlchiporovich A.A. *Photosynthetic activity in crops*, Moscow: Selhozgid, 1961, 231 p.
15. Methods of physiological and chemical studies of potatoes, Moscow: NIIKH, 1989, 142 p.
16. Dospekhov B.A. *Methodology of field experience*, Moscow: Agropromizdat, 1985, 365 p.