

Эффективность регуляторов роста при возделывании картофеля

С.В. Жевора, Л.С. Федотова, Н.А. Тимошина, Е.В. Князева

Представлены результаты исследований с регуляторами роста на основе арахидоновой кислоты (Иммуноцитифит, Биодукс) на раннем сорте картофеля Любава за период с 2012 по 2014 годы в Центральном регионе РФ на дерново-подзолистой супесчаной почве. Регуляторы роста растений оказывают существенное влияние на ростовые, физиологические и формообразовательные процессы, происходящие в растениях, их устойчивость к стрессам (заморозки, засухи, болезни и др.). При этом интенсивность воздействия на растения зависит от вида препарата, его концентрации, способа применения (отдельно и в смеси) и кратности обработок (клубней или семян и растений). Целью наших исследований было выявление влияния регуляторов роста растений на основе арахидоновой кислоты (Иммуноцитифит, Биодукс) на продуктивность, структуру урожая и качество клубней картофеля (I репродукция). Уход за посадками картофеля общепринятый для зоны возделывания. Сочетание предпосадочной обработки клубней Биодукс (1–2 мл/т) с некорневым опрыскиванием этим регулятором (в фазу бутонизации) в дозе 5–10 мл/га повышало иммунитет растений картофеля. В сумме по снижению заболеваемости (фитофтороз + парша обыкновенная + ризоктониоз) наибольший оздоравливающий эффект получен в варианте с применением Биодукса (клубни 2 мл/т + бутонизация 5 мл/га) – вариант № 3. Таким образом, предпосадочная обработка клубней (1–2 мл/т) в сочетании с некорневым опрыскиванием этим препаратом (5–10 мл/га в бутонизацию) оказала существенное влияние на повышение урожайности, выход семенной фракции и снижение заболеваемости клубней грибными болезнями. Жидкая форма регулятора Биодукс (0,3 г/л арахидоновой кислоты) обеспечивала прибавку урожайности 2,4–2,8 т/га (10,2–11,9%), повышение выхода семенной фракции клубней на 6,9%, содержание витамина С на 1,7–1,9 мг%, снижение пораженности грибными болезнями до безопасного уровня. Значимое превышение эталона (Иммуноцитифит) на 1,4–1,9 т/га для варианта (Биодукс (клубни 1 мл/т + бутонизация 10 мл/га) наблюдали в относительно влажные 2012 и 2013 годы.

Ключевые слова: регуляторы роста, Иммуноцитифит, Биодукс, арахидоновая кислота, устойчивость картофеля к патогенам, выход семенной фракции клубней.

Арахидоновая кислота (химический класс: полиненасыщенные жирные кислоты) и ее метаболиты влияют на экспрессию генов, ответственных за иммунитет, и генов, контролирующих синтез факторов роста, дифференцировки и развития растений [1, 2]. Арахидоновая кислота индуцирует в растениях неспецифическую, системную продолжительную устойчивость к абиотическим и биотическим факторам среды. Растения приобретают повышенную устойчивость к фитопатогенам благодаря тому, что арахидоновая кислота индуцирует синтез фитоалексинов, способствующих повышению локальной устойчивости растений к повреждениям и фитопатогенам [3, 4, 5]. У растений повышается устойчивость к экстремальным изменениям температуры и недостатку влаги [6].

На основе арахидоновой кислоты созданы препараты ОберегЪ, Проросток, Иммуноцитифит, Эль-1 и др.

Цель исследований: выявить влияние регуляторов роста растений на основе арахидоновой кислоты (Иммуноцитифит, Биодукс) на продуктивность, структуру урожая и качество клубней картофеля.

Условия, материал и методы исследований. Полевой опыт был заложен на территории опытно-экспериментальной базы ФГБНУ ВНИИКХ «Коренево» Люберецкого района Московской области. Площадь деланки – 50 м², повторность трехкратная. Сроки посадки картофеля первая декада мая (3–5 мая 2012–2014 годов); сроки уборки – вторая декада августа. Схема опыта представлена в **таблице 1**.

Исследования проводили на раннеспелом сорте картофеля – Любава (I репродукция). Уход за посадками картофеля – общепринятый для зоны возделывания. В опыте использовали: нитроаммофоску (16N – 16P – 16K); Иммуноцитифит, Т (0,167 г/кг арахидоновая кислота), Биодукс, Ж (0,3 г/л арахидоновой кислоты).

Почва в опыте характеризовалась кислой реакцией среды и высокой гидролитической кислотностью ($pH_{KCl} = 4,47–4,63$; $H_+ = 4,25–4,52$ мг-экв/100 г почвы); низкой суммой поглощенных оснований и степенью насыщенности ими ($S = 2,2–2,9$ мг-экв/100г почвы; $V = 48,5–3,6\%$); оптимальным для картофеля содержанием подвижного фосфора (213–227 мг/кг почвы) и средним содержанием обменного калия (165–192 мг/кг почвы); гумус 1,7–1,9%.

Вегетационный период 2012 года приближался к среднегодовой климатической норме ($ГТК_{2012} = 1,26$, $ГТК_{много} = 1,29$), однако, в июле температура воздуха была выше на 2,7 °С, а количество осадков в 2,8 раза ниже нормы, $ГТК_{июля} = 0,43$ (сильная засуха). Вегетационный период 2013 года характеризовался нестабильными условиями по распределению осадков: избыточное переувлажнение ($ГТК_{май} = 2,64$) сменялось засухой ($ГТК_{июнь} = 0,66$) и вновь обильными неравномерными осадками ($ГТК_{июля} = 1,77$; $ГТК_{авг} = 1,68$). В 2014 году средняя температура воздуха за период с мая по август составила 18,4 °С, что на 1,9 °С выше, а осадков выпало 206,4 мм, что ниже нормы. Гидротермический коэффициент ($ГТК_{2014}$) составил 0,93. Сумма эффективных температур выше 10 °С составила 2216 °С, что в 2,8 раза больше многолетней (791 °С).

Учет урожая определяли по методике ВНИИКХ (1989), структуру урожая – в соответствии с ГОСТ Р 55329–2012, агрохимические показатели почвы по общепринятым ГОСТ. В клубнях определяли: крахмал по удельному весу (ГОСТ 7194–81), нитраты – ионоселективным методом (ГОСТ 26951–86).

Таблица 1. Фенологические наблюдения за развитием растений картофеля, среднее за 2012–2014 годы

Вариант	посадка	Всходы		Бутонизация		Цветение		Отмирание ботвы		Уборка
		начало	полные	начало	полная	начало	полное	начало	полное	
1. Фон – N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	04.05	22.05	28.05	21.06	23.06	26.06	02.07	02.08	нет	18.08
2. Фон + Иммуноцитифит (клубни 25 таб/т + бутонизация 100 таб/га)	04.05	21.05	28.05	20.06	23.06	26.06	02.07	09.08	нет	18.08
3. Фон + Биодукс (клубни 2 мл/т + бутонизация 5 мл/га)	04.05	21.05	28.05	20.06	23.06	26.06	02.07	09.08	нет	18.08
4. Фон + Биодукс (клубни 1 мл/т + бутонизация 10 мл/га)	04.05	20.05	27.05	20.06	23.06	25.06	01.07	11.08	нет	18.08

Распространение болезней определяли методом клубневого анализа в соответствии с ГОСТ Р53136–2008 «Картофель семенной. Технические условия», ГОСТ Р 55329–2012 «Картофель семенной. Приемка и методы анализа», ГОСТ 7194–81 «Картофель свежий. Правила приемки и методы определения качества», ГОСТ 26832–86 «Картофель свежий для переработки на продукты питания. Технические условия».

Результаты и обсуждение.

Продолжительность периода вегетации раннеспелого сорта Любава – от всходов до уборки составила 87–89 дней. Время прохождения основных фенофаз развития растений по вариантам опыта практически не изменялось. Однако в вариантах с применением препаратов Иммуноцитифит и Биодукс задерживалось начало отмирания ботвы на 7–9 дней по сравнению с фоном (табл. 1).

Комплексный показатель, отражающий эффективность действия изучаемых препаратов, – продуктивность картофеля.

В среднем за 2012–2014 годы в фоновом варианте урожайность картофеля составила 23,6 т/га, прибавка к фону в вариантах с регуляторами роста – 1,5–2,8 т/га или 6,4–11,9% (табл. 2).

Наибольшая урожайность (26,4 т/га) отмечена в варианте 4 – фон + Биодукс (клубни 1 мл/т + бутонизация 10 мл/га), в котором при-

бавка к фону составила 2,8 т/га или 11,9%; к эталону – 1,3 т/га или 5,2%. Наибольшая эффективность этого варианта по сравнению с эталоном наблюдалась в относительно влажный 2013 год (1,9 т/га или 8,3%), недостоверное влияние (0,6 т/га) отмечено в 2014 году, засушливом в июле-августе, в котором более эффективным был вариант 3 с максимальной концентрацией препарата при обработке клубней (фон + Биодукс (клубни 2 мл/т + бутонизация 5 мл/га)) – прибавка 1,2 т/га к эталону.

Существенная разница по урожайности между двумя вариантами с Биодуксом отмечена только в 2012 году (1,2 т/га), в остальные годы снижение концентрации препарата для обработки клубней с 2 мл до 1 мл/т и увеличение вдвое концентрации рабочего раствора для некорневых опрыскиваний не привело к достоверным различиям. Значимое превышение эталона (Иммуноцитифит) на 1,4–1,9 т/га для варианта 4 (Биодукс (клубни 1 мл/т + бутонизация 10 мл/га) наблюдали в 2012 и 2013 годах. Рост урожайности в вариантах с регуляторами роста не сопровождался существенным повышением товарности, что, очевидно, связано с задержкой наступления полной физиологической зрелости растений к моменту уборки.

Применение регуляторов роста растений в вариантах 2 (Фон +

Иммуноцитифит) и 3 (Фон + Биодукс клубни 2 мл/т + бутонизация 5 мл/га) не привело к существенному увеличению семенной – 387,2 и 391,6 тыс. шт/га, против 382,8 тыс. шт/га в контроле. Средний вес продовольственного клубня увеличился с 85 г в фоновом варианте до 102–110 г в вариантах с регуляторами роста (табл. 3).

Применение Биодукса в варианте 4 – фон + Биодукс (клубни 1 мл/т + бутонизация 10 мл/га) способствовало повышению семенной фракции до 409,2 тыс. шт/га или на 26,4 тыс. шт/га (6,9%) выше по сравнению с фоном. Увеличение семенной фракции в этом варианте происходило с преимуществом нарастания количества клубней, а не их массы.

Влияние удобрений на качество клубней картофеля в значительной степени определяется погодными условиями вегетационного периода, биологическими особенностями сорта, механическим составом почвы, дозами внесения и формой удобрений, технологией возделывания и другими факторами.

В продукции вариантов с применением регуляторов роста мы отмечали повышение показателей качества выше уровня минерального фона (табл. 4). Это можно объяснить аттрагирующей способностью, которую проявляют некоторые фитогормоны, находясь в тканях растений, они притягивают ассимиляты (аминокислоты, углеводы) и дру-

Таблица 2. Урожайность и товарность клубней картофеля сорта Любава, 2012–2014 годы

Вариант	Урожайность, т/га				Прибавка		Товарность (сумма фракций: > 60 мм + 30–60 мм), %			
	год			среднее	т/га	%	год			среднее
	2012	2013	2014				2012	2013	2014	
1. Фон – N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	26,4	21,7	22,7	23,6	-	-	92,0	83,0	83,9	86,3
2. Фон + Иммуноцитифит (клубни 25 таб/т + бутонизация 100 таб/га)	27,7	23,0	24,6	25,1	1,5	6,4	92,0	80,0	85,0	85,7
3. Фон + Биодукс (клубни 2 мл/т + бутонизация 5 мл/га)	27,9	24,2	25,8	26,0	2,4	10,2	90,0	83,0	86,1	86,4
4. Фон + Биодукс (клубни 1 мл/т + бутонизация 10 мл/га)	29,1	24,9	25,2	26,4	2,8	11,9	91,0	88,0	84,8	87,9
НСР ₀₅	1,1	1,7	1,9	1,5			3,5	3,9	2,6	3,3

Таблица 3. Влияние регуляторов роста растений на выход семенной фракции, массу семенного и продовольственного клубней, 2012–2014 годы

Варианты	Выход семенной фракции (30–60 мм)		Масса семенного клубня (среднее значение), г	Масса продов. клубня (среднее значение), г
	тыс. шт/га	%		
1. Фон – N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	382,8	100,0	44	85
2. Фон + Иммуноцитифит (клубни 25 таб./т + бутонизация 100 таб./га)	387,2	101,1	43	102
3. Фон + Биодукс (клубни 2 мл/т + бутонизация 5 мл/га)	391,6	102,3	45	110
4. Фон + Биодукс (клубни 1 мл/т + бутонизация 10 мл/га)	409,2	106,9	45	109
НСР ₀₅	8,3		4,5	18

гие фитогормоны. Эти гормоны задерживают старение листьев, стимулируя синтез фотосинтетических пигментов и пластических веществ [7].

В вариантах с применением препарата Биодукс в различных концентрациях содержание сухого вещества/крахмала и витамина С в клубнях было существенно выше фонового варианта – на 0,8–0,9/0,7–0,8% и 1,7–1,9 мг% соответственно.

Уровень нитратов в продукции в целом по опыту был невысоким – 87–99 мг/кг (ПДК = 250 мг/кг сырых клубней), влияния применения регуляторов роста на содержание нитратов не отмечено.

Для оценки какого-либо агрономического приема в картофелеводстве, помимо величины урожая, первостепенное значение имеет учет болезней, снижающих качество и лежкость продукции. Ранее проведенными исследованиями [1, 2, 3, 8] установлена способность препаратов на основе арахидоновой кислоты в низких концентрациях индуцировать устойчивость картофеля к фитопатогенам, что подтверждается нашими исследованиями [7].

Клубневой анализ (табл. 5), проведенный через две недели после уборки, показал, что применение регулятора роста растений Биодукс снижало пораженность клубней фитопатозом, ризоктониозом и паршой обыкновенной до безопасного уровня по ГОСТ Р 53136–2008 для семенного картофеля.

Сочетание предпосадочной обработки клубней Биодукс (1–2 мл/т) с некорневым опрыскиванием этим регулятором (в фазу бутонизации) в дозе 5–10 мл/га повышало иммунитет растений картофеля. В сумме по снижению заболеваемости (фитофтороз + парша обыкновенная + ризоктониоз) наибольший оздоравливающий эффект получен в варианте с применением Биодукс (клубни 2 мл/т + бутонизация 5 мл/га) – вариант 3.

Таким образом, предпосадочная обработка клубней (1–2 мл/т) в сочетании с некорневым опрыскиванием этим препаратом (5–10 мл/га в бутонизацию) существенно повысила урожайность, выход семенной фракции и снизила степень поражения клубней грибными болезнями.

Библиографический список

- Тютюрев С.Л. Научные основы индуцированной болезнестойкости растений. СПб.: Наука, 2002. 328 с.
- Действие иммуномодуляторов на устойчивость и восприимчивость картофеля к *Phytophthora infestans* / О.Л. Озерецкая, Н.И. Васюкова, Я.С. Панина, Г.И. Чаленко // Физиология растений. 2006. Т. 53. С. 546–553.
- Кульнев А.И., Соколова Е.А. Многоцелевые стимуляторы защитных реакций роста и развития растений (на примере препарата иммуноцитифит). Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1997. 100 с.
- Шакирова Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. Уфа: Гилем, 2001. 160 с.
- Рожнов Н.А., Геращенко Г.А., Бабоша А.В. Индукция фитогеммаглютинирующей активности в растениях картофеля *in vitro* арахидоновой кислоты // Физиология растений. 2002. Т. 49. С. 603–607.
- Регуляторы роста растений в практике сельского хозяйства / О.А. Шаповал, В.В. Вакулenco, Л.Д. Прусакова, И.П. Можарова. М.: ВНИИА, 2009. 60 с.
- Федотова Л.С., Кравченко А.В., Тимошина Н.А.

Применение регуляторов роста на основе арахидоновой кислоты на картофеле // Защита и карантин растений. 2011. № 11. С. 18–19.

8. Стимулирование роста и антистрессовой устойчивости растений с помощью производных полиненасыщенных липидов гриба *Mortierella alpina* GP-1 / Н.И. Петухов, О.В. Ландер, Д.В. Щербиков, В.В. Зорин // Башкирский химический журнал. 2013. Т. 20. № 1. С. 75–80.

Об авторах

Жевора Сергей Валентинович, канд. с.-х. наук, директор, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха» (ФГБНУ ВНИИКХ). E-mail: coordinazia@mail.ru

Федотова Людмила Сергеевна, доктор с.-х. наук, профессор, зав. лабораторией агрохимии и биохимии, ФГБНУ ВНИИКХ.

E-mail: coordinazia@mail.ru

Тимошина Наталья

Александровна, канд. с.-х. наук, с.н.с. лаборатории агрохимии и биохимии, ФГБНУ ВНИИКХ.

E-mail: coordinazia@mail.ru

Князева Елена Валерьевна, н.с. лаборатории агрохимии и биохимии, ФГБНУ ВНИИКХ.

E-mail: coordinazia@mail.ru

Effectiveness of growth regulators potato cultivation

S.V. Zevora, PhD, director, Lorch Potato Research Institute.

E-mail: coordinazia@mail.ru

L.S. Fedotova, DSc, professor, head of laboratory of agricultural chemistry and biochemistry, Lorch Potato Research

Таблица 4. Биохимические показатели клубней картофеля сорта Любава, 2012–2014 годы

Варианты	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг
1. Фон – N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	20,1	14,3	16,0	99
2. Фон + Иммуноцитифит (клубни 25 таб./т + бутонизация 100 таб./га)	20,6	14,7	17,1	87
3. Фон + Биодукс (клубни 2 мл/т + бутонизация 5 мл/га)	21,0	15,1	17,9	93
4. Фон + Биодукс (клубни 1 мл/т + бутонизация 10 мл/га)	20,9	15,0	17,7	98
НСР ₀₅	0,7	0,5	1,3	23

Таблица 5. Распространенность болезней (%) на клубнях картофеля, 2012–2014 годы

Варианты опыта	Фитофтороз	Парша обыкновенная	Ризоктониоз	Суммарная пораженность
1. N ₉₀ P ₉₀ K ₁₈₀ – Фон	3,9	7,8	5,5	17,2
2. Фон + Иммуноцитифит (клубни 25 таб./т + бутонизация 100 таб./га)	2,2	3,7	2,3	8,2
3. Фон + Биодукс (клубни 2 мл/т + бутонизация 5 мл/га)	0,5	1,5	0,7	2,7
4. Фон + Биодукс (клубни 1 мл/т + бутонизация 10 мл/га)	0	2,1	1,5	3,6
HCP ₀₅	0,8	1,3	0,7	

Institute. E-mail: coordinazia@mail.ru

N.A. Timoshina, PhD, senior research fellow, Lorch Potato Research Institute.

E-mail: coordinazia@mail.ru

E.V. Knyazeva, research fellow, Lorch Potato Research Institute.

E-mail: coordinazia@mail.ru

Summary. Presents the results of research with growth regulators is based on arachidonic acid (Immunocytophyte, Bioduk) in the early variety of potato Lyubava for the period from 2012 to 2014 in the Central region of the Russian Federation on sod-podzolic sandy loam soil. Plant growth regulators have a significant impact on growth, physiological and formative processes occurring in plants, their resistance to stress (frost, drought, disease, etc.). At the same time, the intensity of the effect on plants depends on the type of drug, its concentration, method of

application (separately and in the mixture) and the multiplicity of treatments (tubers or seeds and plants). The aim of our study was to identify the influence of plant growth regulators on the basis of arachidonic acid (Immunocytophyte, Bioduk) on the productivity, structure of yield and quality of potato tubers. The research was conducted on the early maturing variety of potato – Lyubava (first reproduction). The care of plantings of potatoes a common zone of cultivation. The combination of preplant treatment of tubers Biodex (1–2 ml/t) with foliar spraying of this controller (in the phase of Bud formation) in a dose of 5–10 ml/ha increased the immune system of potato plants. In sum, disease (blight + scab + Rhizoctonia), the most beneficial effect is obtained in the variant with application of Bioduk (tubers 2 ml/t + budding 5 ml/ha) – option 3. Thus, pre-treatment of tubers (1–2 ml/t)

in combination with non-root spraying with this drug (5–10 ml/ha in budding) had a significant impact on increasing yields, seed fraction yield and reducing the incidence of tubers with fungal diseases. The liquid form of the Biodux regulator (0.3 g/l arachidonic acid) provided an increase in the yield of 2.4–2.8 t/ha (10.2–11.9%), an increase in the yield of the seed fraction of tubers by 6.9%, the content of vitamin C by 1.7–1.9 mg%, a decrease in the incidence of fungal diseases to a safe level. A significant excess of the standard (Immunocytophyte) by 1.4–1.9 t/ha for the variant (Bioduk (tubers 1 ml/t + budding 10 ml/ha) was observed in relatively wet years 2012 and 2013.

Keywords: growth regulators, Immunocytophyte, Bioduk, arachidonic acid, potato resistance to pathogens, yield of seed fraction of tubers.

DOKA  **GENE**



**ПРОДАЖА КАЧЕСТВЕННЫХ СЕРТИФИЦИРОВАННЫХ СЕМЯН
КАРТОФЕЛЯ САМЫХ ВОСТРЕБОВАННЫХ СОРТОВ**

Качество гарантировано партнерством с ведущими селекционными центрами и полным комплексом анализов на ультрасовременной исследовательской базе

ООО «ДГТ», Московская обл.
Дмитровский р-он, с. Рогачево
ул. Московская, стр. 58
www.dokagene.ru

Коммерческий отдел: Роман Кашковал
☎ 8-916-290-03-71
✉ r.kashkoval@vegetoria.ru
☎ 8-495-226-07-68