

УДК 635.21:631.356.4

<https://doi.org/10.47612/0134-9740-2020-28-167-173>**Ю. Н. Федорова, Л. Н. Федорова, М. И. Зайцева**

ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия», г. Великие Луки, Псковская область, Россия

E-mail: nauka@vgsa.ru

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ АСПАРАГИНОВОЙ КИСЛОТЫ
НА ПОЛУЧЕНИЕ МИНИ-КЛУБНЕЙ ПЕРСПЕКТИВНЫХ
СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ АЭРОПОНИКИ
И В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ****РЕЗЮМЕ**

В статье приведены результаты исследований по влиянию аспарагиновой кислоты на урожай клубней картофеля в условиях аэропоники и в условиях *in vivo*. В результате установлено, что для получения максимального урожая клубней картофеля в аэропонике необходимо использовать опрыскивание вегетирующих растений картофеля аспарагиновой кислотой в концентрации 10 мг/л, а в условиях *in vivo* применение биостимулятора в концентрации 10–15 мг/л значительно повлияло на биометрические показатели, а также на увеличение массы и количества товарных клубней.

Ключевые слова: картофель, аэропоника, аспарагиновая кислота, сорт, *in vivo*, урожайность.

ВВЕДЕНИЕ

Современные инновации в системе клонального микроразмножения меристемного материала и новые технологические решения позволили существенно усовершенствовать способы выращивания мини-клубней в условиях вегетационных сооружений различных типов и конструкций [4].

Аэропонный метод получения мини-клубней является альтернативным традиционному и позволяет максимально ускорить процесс получения семян путем сокращения схемы семеноводства, которая у картофеля одна из самых длительных среди всех сельскохозяйственных культур [3]. Выращивание растений в аэропонных установках позволяет плавно переходить из условий *in vitro* к культивированию в условиях *in vivo*, при этом повышается приживаемость растений до 100 % [5].

Содержание питательных элементов, тепло- и водообеспеченность значительно влияют на рост и развитие растений картофеля. Формирование урожая – процесс не только количественный, но и качественный. Урожайность картофеля – один из главных показателей хозяйственной ценности сорта. Это комплексный признак, проявление которого зависит от генотипических особенностей сорта и условий среды произрастания. Современные сорта картофеля имеют высокую потенциальную урожайность, но они обладают как положительными, так и отрицательными свойствами, проявляющимися в разные годы по-разному [1].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Объектом исследований служили аспарагиновая кислота в концентрации 5, 10, 15 мг/л, сорта картофеля среднеспелой группы спелости Евразия, Сивирский, Гусар, Майский цветок.

1. Пересадка растений в аэропонику.

Опыты проводились в 2020 г. в лаборатории микроклонального размножения Великолукской государственной сельскохозяйственной академии, материалом исследований служили микрорастения картофеля, оздоровленные методом апикальной меристемы в сочетании с термо- и химиотерапией. Их высаживали в аэропонную установку в количестве 32 шт. и проводили сравнительный анализ количественного выхода мини-клубней. Клубни снимали вручную после достижения ими 20–30 мм в диаметре через каждые 7 дней в утренние часы.

Схема опрыскивания аспарагиновой кислотой микрорастения в аэропонной установке:

- а. MS + Контроль;
- б. L-аспарагиновая кислота 5 мг/л;
- в. L-аспарагиновая кислота 10 мг/л;
- г. L-аспарагиновая кислота 15 мг/л.

2. Полевые опыты.

Повторность четырехкратная, учетная площадь делянки – 1,54 м². Схема посадки картофеля: 75×30 см. Расположение делянок – систематическое. Посадку клубней проводили в первой-второй декаде мая.

Обработку почвы осуществляли осенью – зяблевая вспашка, весной – фрезерование и нарезка гребней. Уход заключался в одной междурядной обработке, окучивании, опрыскивании против вредителей и болезней: Зенкор + Боксер, Танос, Зуммер, Реглон.

Уборку проводили вручную. Урожай учитывали поделаячно. Полученные данные обрабатывали статистически.

В течение вегетационного периода изучаемых сортов, который длился примерно одинаково у всех 98–105 дней, осуществлялся комплекс мероприятий согласно схеме опыта. Некорневые подкормки проводили аспарагиновой кислотой разной концентрации два раза: первая при высоте растений 10–15 см, вторая – бутонизация – начало цветения.

Схема опрыскивания аспарагиновой кислотой мини-клубней в условиях *in vivo*:

- а. MS + Контроль;
- б. L-аспарагиновая кислота 5 мг/л;
- в. L-аспарагиновая кислота 10 мг/л;
- г. L-аспарагиновая кислота 15 мг/л.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Данные исследований показали, что на стандартных питательных растворах проявились особенности каждого сорта при формировании количества и массы клубней на одном растении. Все изучаемые сорта имели высокий коэффициент размножения, среднее число стандартных мини-клубней в расчете на растение составило от 48 до 59 шт. В расчет брали клубни фракции 10–35 мм. Наибольшее количество клубней на одно растение было отмечено у раннеспелого сорта Сивирский – 59 шт., меньше всего сформировалось у сорта Евразия – 48 шт.

Общее количество собранных мини-клубней у изучаемых сортов составило: Сивирский – 1 902 шт., Майский цветок – 1 738, Евразия и Гусар – 1 521 и 1 645 шт. соответственно.

Наиболее оптимальной для дальнейшего выращивания мини-клубней является фракция 20–30 мм. У сортов Сивирский она составила 72,3 %, Евразия – 74,9, Гусар – 70,4 и Майский цветок – 69,6 %. Количество мини-клубней более крупной фракции от

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

30 мм у сортов Сивирский составило 7,8 %, Евразия – 5,3, Гусар – 5,1 %. Наибольшее количество мини-клубней фракции 10–20 мм было у сортов Гусар – 24,5 %, Сивирский – 19,9, Евразия – 19,8 %.

В результате проведенных исследований при выращивании меристемного материала картофеля в аэропной установке на стандартной питательной среде наибольший количественный выход мини-клубней был получен у сорта Сивирский – 1 902 шт. с 32 растений, то есть 59 шт. на одно растение. Полученные данные говорят о высокой потенциальной урожайности данного сорта и о возможности получения в дальнейшем урожая с хорошими товарными качествами в полевых условиях.

На следующем этапе изучения количественного выхода мини-клубней в условиях аэропоники мы использовали росторегулирующие вещества. Для увеличения выхода стандартной семенной фракции и повышения качества семян картофеля могут служить обработки вегетирующих растений микроэлементами и регуляторами роста. Для получения максимального результата мы использовали оздоровленные пробирочные растения картофеля, которые были высажены в аэропную установку.

В результате учетов при выращивании мини-клубней в аэропной культуре получены данные, представленные в таблице 1. Положительное действие аспарагиновой кислоты отмечается во всех вариантах, но наибольшее количество клубней по сравнению с контрольным вариантом было получено в вариантах при обработке кислотой в концентрации 10 мг/л. У сортов Евразия прибавка составила 114 %, Сивирский – 134, Гусар – 120 и Майский цветок – 121 %.

Таблица 1 – Продуктивность растений и структура урожая картофеля при опрыскивании аспарагиновой кислотой

Вариант	Всего клубней, шт.	Прибавка, %	Количество клубней по фракциям, шт.		
			≥ 20 мм	20–30 мм	≤ 30 мм
Евразия					
Контроль	1 521	100	301	1 139	81
Аспарагиновая кислота, мг/л: 5	1 603	105	253	1 256	94
10	1 735	114	290	1 360	85
15	1 697	112	325	1 294	78
Сивирский					
Контроль	1 902	100	380	1 373	149
Аспарагиновая кислота, мг/л: 5	2 010	106	397	1 489	124
10	2 543	134	473	1 893	177
15	2 401	126	354	1 864	183
Гусар					
Контроль	1 645	100	404	1 157	84
Аспарагиновая кислота, мг/л: 5	1 708	104	395	1 223	90
10	1 974	120	387	1 492	95
15	1 942	118	375	1 460	107
Майский цветок					
Контроль	1 738	100	433	1 209	96
Аспарагиновая кислота, мг/л: 5	1 781	102	457	1 207	117
10	2 107	121	376	1 577	154
15	2 094	120	468	1 496	130

Максимальное количество клубней было образовано у сорта Сивирский – 2 543 шт. с 32 растений картофеля. На основе анализа структуры урожая клубней выявлено, что количественный выход мини-клубней оптимального размера от 20–30 мм в диаметре был получен при использовании аспарагиновой кислоты в концентрации 10 мг/л.

Для формирования высоких урожаев клубней картофеля важно присутствие достаточного количества элементов питания в нужном для растений количестве. Для достижения максимальной биологической и хозяйственной эффективности производства картофеля особое значение приобретают полифункциональные химические препараты, сочетающие питательные, защитные и регуляторные свойства. Среди таких препаратов аспарагиновая кислота и ее составляющее – аспарагин просто необходимый растением для синтеза всех без исключения белковых соединений [2].

По итогам работы была выделена группа сортов, различных по продолжительности периода вегетации (рис. 1).

При изучении биометрических показателей растений картофеля, представленных в таблице 2, видно, что при обработке аспарагиновой кислотой практически все растения были выше, чем в варианте без обработки. По высоте стеблей максимальные показатели были отмечены у сортов Евразия – 75,5 см, Сивирский – 74,8 и Гусар – 75,6 см в варианте с опрыскиванием кислотой в концентрации 10 мг/л. По числу стеблей растения практически не отличались во всех вариантах.

По ассимиляционной поверхности листьев можно сказать, что аспарагиновая кислота оказала положительное действие во всех изучаемых вариантах, лучшие показатели отмечены у сортов Сивирский – 773 м²/куст и Гусар – 743 м²/куст в варианте с опрыскиванием кислотой в концентрации 10 мг/л.

По накоплению массы ботвы выделился сорт Сивирский – 840 г/растение при концентрации 10 мг/л, у него же были максимальные показатели во всех вариантах. У остальных сортов положительная динамика также наблюдалась при обработке растений.

Анализ полученных данных по продуктивности картофеля в зависимости от опрыскивания аспарагиновой кислотой показал, что все варианты с ее применением способствовали увеличению его продуктивности (табл. 3).

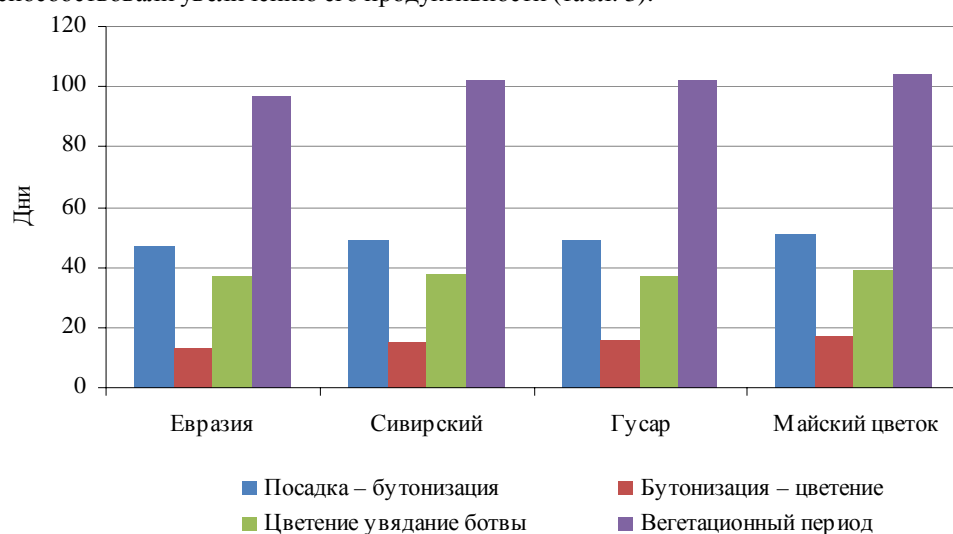


Рисунок 1 – Фенологические наблюдения и продолжительность вегетационного периода, дней

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Таблица 2 – Биометрические показатели картофеля в зависимости от обработки аспарагиновой кислотой в условиях *in vivo*

Вариант	Число стеблей на 1 куст, шт.	Высота стеблей, см	Ассимиляционная поверхность листьев, м ² /куст	Масса ботвы, г/растение
Евразия				
Контроль	4,6	66,2	650	695
Аспарагиновая кислота, мг/л:				
5	4,4	72,4	702	743
10	4,6	75,5	717	748
15	4,4	71,5	724	764
Сивирский				
Контроль	4,2	70,2	741	814
Аспарагиновая кислота, мг/л:				
5	4,5	73,5	754	795
10	4,4	74,8	773	840
15	4,4	70,5	756	798
Гусар				
Контроль	4,3	68,5	721	703
Аспарагиновая кислота, мг/л:				
5	4,7	73,7	693	724
10	4,6	75,6	743	739
15	4,5	74,2	739	726
Майский цветок				
Контроль	4,0	60,4	568	621
Аспарагиновая кислота, мг/л:				
5	4,0	62,1	581	658
10	4,1	64,6	573	703
15	4,3	59,5	578	693

Наибольшее количество клубней было сформировано у сорта Сивирский – 20,5 шт/растение в варианте с применением аспарагиновой кислоты в концентрации 10 мг/л, что в среднем на 3,3 шт/растение больше, чем в варианте без опрыскивания.

По массе клубней максимальные результаты отмечены в вариантах с опрыскиванием растений картофеля аспарагиновой кислотой в концентрации 10–15 мг/л, результаты были очень близкими по значениям, так, например, у сорта Евразия при концентрации 10 мг/л масса клубней равнялась 1 493 г/растение, а при 15 мг/л – 1 457 г/растение. Наибольшая масса клубней была сформирована у сорта Сивирский – 1 504 г/растение при концентрации 10 мг/л и 1 467 г/растение при 15 мг/л. Прибавка при опрыскивании аспарагиновой кислотой в концентрации 10–15 мг/л составляет 18–25 % по сравнению с вариантом без применения данного препарата.

Применение кислоты благоприятно влияло и на увеличение размера клубней. Масса одного клубня повышалась по сортам от 10 до 30 г/растение по сравнению с вариантом без опрыскивания. Наиболее крупные клубни были сформированы у сортов Сивирский – 121 г, Евразия и Майский цветок – по 93 г соответственно при обработке аспарагиновой кислотой в концентрации 10 мг/л.

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Таблица 3 – Структура урожая растений картофеля в зависимости от обработки аспарагиновой кислотой в условиях *in vivo*

Вариант	Всего клубней, шт/растение	Масса клубней, г/растение	Прибавка, %	Средняя масса 1 клубня, г
Евразия				
Контроль	17,6	1 173	100	70
Аспарагиновая кислота, мг/л: 5	17,8	1 214	103	75
10	18,9	1 493	110	93
15	18,5	1 457	127	79
Сивирский				
Контроль	17,2	1 203	100	84
Аспарагиновая кислота, мг/л: 5	18,4	1 313	109	89
10	20,5	1 504	125	121
15	19,2	1 467	122	92
Гусар				
Контроль	16,5	1 146	100	71
Аспарагиновая кислота, мг/л: 5	17,2	1 372	119	64
10	18,2	1 413	123	80
15	17,6	1 405	122	75
Майский цветок				
Контроль	17,1	1 172	100	82
Аспарагиновая кислота, мг/л: 5	17,8	1 379	118	85
10	18,6	1 402	120	93
15	18,3	1 385	118	89

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для получения максимального урожая клубней картофеля в аэропоники необходимо использовать опрыскивание вегетирующих растений аспарагиновой кислотой в концентрации 10 мг/л. Этот метод позволяет контролировать процесс выращивания, экономить ресурсы и значительно повышает коэффициент размножения семенного материала. Из проведенных исследований в условиях *in vivo* выявлено, что применение биостимулятора аспарагиновой кислоты в концентрации 10–15 мг/л значительно повлияло на число и высоту стеблей. Ассимиляционная поверхность листьев картофеля увеличилась в 1,3–1,5 раза по сравнению с вариантом без опрыскивания, а также увеличилась масса и количество товарных клубней, что особенно важно при выращивании картофеля в семеноводстве. Из изучаемых сортов выделился сорт Сивирский. Он сформировал наибольшее количество клубней.

Список литературы

1. Differential Growth Response and Minutuber Production of Three Potato Cultivars Under Aeroponics and Greenhouse Bed Culture / R. Tierno [et al.] // American Journal of Potato Research. – 2014. – № 91(4). – P. 346–353. DOI: 10.1007/s12230-013-9354-8.
2. Глез, В. М. Влияние регуляторов роста растений на болезнеустойчивость картофеля / В. М. Глез, С. В. Васильева, М. К. Деревягина // Первая всероссийская конференция по

иммунитету растений к болезням и вредителям : науч. материалы. – СПб. : ООО «Инновационный центр защиты растений» ВИЗР, 2000. – С. 137–138.

3. Аэропонные технологии в растениеводстве / Ю. Ц. Мартиросян [и др.] // Проблемы агробиотехнологии. – М., 2012. – С. 227–240.

4. Мартиросян, Ю. Ц. Аэропонные технологии в первичном семеноводстве картофеля – перспективы и преимущества / Ю. Ц. Мартиросян // Картофелеводство : сб. науч. тр. – 2014. – С. 75–77.

5. Мартиросян, Ю. Ц. Аэропонные технологии: перспективы производства оздоровленного семенного картофеля / Ю. Ц. Мартиросян // Картофельная система. – 2014. – № 1. – С. 30–32.

Поступила в редакцию 04.12.2020 г.

YU. N. FEDOROVA, L. N. FEDOROVA, M. I. ZAYTSEVA

EFFECT RESEORCH OF ASPARTIC ACID ON THE PRODUCTION OF MINI-TUBERS OF PROMISING POTATOES VARIETIES IN AEROPONICS AND FIELD CONDITIONS

SUMMARY

The research results on the effect of aspartic acid on the crop of potatoes tubers in aeroponics and in vivo are presented in he article. As a result, it was found that in order to obtain the maximum yield of potatoes tubers in aeroponics, it is necessary to use aspartic acid spraying of vegetating potatoes plants at a concentration of 10 mg/l, and in vivo the use of a biostimulator at a concentration of 10–15 mg/l significantly affected biometric indicators, as well as an increase in the mass and number of commercial tubers.

Key words: potatoes, aeroponics, aspartic acid, variety, *in vivo*, yield.