

11. Matevosyan G.L. Regulyaciya rosta, razvitiya, adaptivnosti i produktivnosti cvetnoj kapusty // Agrohimiya. 2007. S. 85–96.
12. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu i podderzhaniyu mirovoj kollekcii kapusty / G.V. Boos, T.I. Dzhohadze, A.M. Artem'eva i dr. L.: VIR, 1988. 117 s.
13. Pivovarov V.F., Dobruckaya E.G. Razvitie ekologicheskoy selekcii i adaptivnogo semenovodstva ovoshchnyh kul'tur v XXI veke. «Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya selekcii i semenovodstva ovoshchnyh kul'tur», 2005. T. 1. S. 328–348.
14. Holopceva E.S., Drozdov S.N., Popov E.G. Ekologo-fiziologicheskaya karakteristika genotipa i vozmozhnosti ee izucheniya. Sohranenie biologicheskogo raznoobraziya nazemnyh i morskikh ekosistem v usloviyah vysokih shirot // Mat. mezhd. nauch.-prakt. konf. Murmansk. 2009. S. 291–294.
15. Jamwal R.S., Prakash S., Bhardwaj C.L. Evaluation of characters for breeding programme in late group of cauliflower (Brassica oleracea convar botrytis var botrytis) // Indian Journal of Agricultural Sciences. 1992. Vol. 62. № 6. PP. 369–372.

Поступила в редакцию 29.01.2025

Принята к публикации 12.02.2025

УДК 634.75:581.143.6

DOI: 10.31857/S2500208225020077, EDN: HUQAVM

АДАПТАЦИЯ МЕРИСТЕМНЫХ РАСТЕНИЙ ЗЕМЛЯНИКИ В УСЛОВИЯХ *EX VITRO* С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭМИСТИМА

Ольга Владимировна Мацнева

Лариса Владимировна Ташматова, кандидат сельскохозяйственных наук

Татьяна Михайловна Хромова, кандидат биологических наук

Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, д. Жилина, Орловская область, Россия

E-mail: macneva@orel.vniispk.ru

Аннотация. В статье представлены данные о влиянии элиситора Эмистим на процесс адаптации меристемных растений земляники садовой к нестерильным условиям. Объект изучения – микроразмноженные растения земляники шести промышленных сортов: Asia (NF 421), Darselect, Florence, Honeoye, Kimberly, Syria (NF 137). Использование раствора Эмистима на этапе высадки растений земляники *in vitro* в нестерильные условия позволило увеличить выход адаптированных растений по отдельным генотипам до 100%. Максимальный выход отмечали у сорта Florence при всех способах и сроках воздействия Эмистимом. В среднем по сортам биометрические показатели при всех способах обработки растений препаратом Эмистим превышали показатели контроля, сроки адаптации сокращались на 5–7 дн. Наибольшее количество листьев через 30 дн. адаптации сформировалось под действием Эмистима в течение 1 ч ($6,4 \pm 0,3$). Длина корней через 30 дн. культивирования превышала контрольные показатели на 10–18%, 40 дн. – 15–25%. Оптимальным способом обработки растений можно считать замачивание базальной части розеток земляники в растворе Эмистима в течение 1 ч. Выявлена возможность усиления иммунитета растений земляники, полученных *in vitro*, на этапе адаптации к нестерильным условиям окружающей среды и при доращивании с помощью препарата нового поколения Эмистим, оказывающим положительное влияние на их рост и развитие. Результаты исследований позволяют рекомендовать данную технологию к использованию в системе массового производства качественного посадочного материала земляники.

Ключевые слова: земляника садовая, адаптация *ex vitro*, иммуномодулятор, Эмистим, биометрические показатели

ADAPTATION OF MERISTEM STRAWBERRY PLANTS IN *EX VITRO* CONDITIONS USE OF AN EMISTIM

O.V. Matsneva

L.V. Tashmatova, *PhD in Agricultural Sciences*

T.M. Khromova, *PhD in Biological Sciences*

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilin village, Oryol region, Russia

E-mail: macneva@orel.vniispk.ru

Abstract. The article presents data on the influence of the elicitor Emistim on the process of adaptation of meristem plants of garden strawberries to non-sterile conditions. The objects of the study were micropropagated strawberry plants of six industrial varieties: Asia (NF 421), Darselect, Florence, Honeoye, Kimberly, Syria (NF 137). The use of emistim solution at the stage of planting strawberry plants *in vitro* in non-sterile conditions made it possible to increase the yield of adapted plants for individual genotypes to 100%. The maximum yield of adapted plants was noted in the Florence variety with all methods and periods of exposure to Emistim. On average, for varieties, biometric indicators for all methods of treating plants with Emistim exceeded the control indicators, the adaptation period was reduced by 5-7 days. The maximum number of leaves after 30 days of adaptation was formed under the influence of Emistim within 1 hour (6.4 ± 0.3). The length of the roots after 30 days of cultivation exceeded the control indicators by 10–18%, after 40 days – by 15–25%. The optimal method of plant treatment can be considered soaking the basal part of strawberry rosettes in a solution of emistim for 1 hour. The possibility of enhancing the immunity of strawberry plants obtained *in vitro* at the stage of adaptation to non-sterile environmental conditions and during the period of growing with the help of a new generation preparation Emistim, which has a positive effect on their growth and development, was revealed. The results of the studies allow us to recommend this technology for use in the system of mass production of high-quality strawberry planting material.

Keywords: garden strawberry, *ex vitro* adaptation, immunomodulators, Emistim, biometric indicators

Микроклональное размножение – одно из основных перспективных, экологически безопасных методов размножения растений. Данная технология представляет собой сложный многофакторный физиологический процесс, состоящий из принципиально разных этапов *in vitro* и *ex vitro*, включающий в себя с одной стороны морфогенез и регенерацию в условиях *in vitro*, с другой, структурно-функциональную адаптацию регенерантов в условиях *ex vitro*. [17]

Необходимое условие коммерческого использования технологии *in vitro* – успешная акклиматизация микроразмноженных растений. Правильная акклиматизация растений, выращенных *in vitro*, в условиях *ex vitro* гарантирует успешное завершение систем регенерации растительных тканей. [6] Акклиматизация требует соответствующей закалки и предварительной подготовки растений, выращенных *in vitro*, для повышения выживаемости в нестерильных условиях внешней среды. [16] После пересадки при *ex vitro* микроразмноженные растения подвергаются изменениям температуры, интенсивности света и условиям водного стресса. [11] Период акклиматизации критический у меристемных растений для восстановления нормальной фотосинтетической активности и метаболических функций. Во время этой фазы нормализуется устьичная регуляция, что способствует образованию новых листьев, с обычными анатомическими и физиологическими признаками, подходящими для выживания в естественных условиях окружающей среды. [18] Изменение условий культивирования на *ex vitro* вызывает адаптационные механизмы – ткани листа начинают расширяться и дифференцироваться, а количество и площадь устьиц уменьшаются. [14]

Важная проблема, связанная с получением качественных растений земляники, – повышение их выносливости при адаптации. [15] Во время акклиматизации уровень выживаемости микрорастений должен превышать 55%, чтобы обеспечить разумную рентабельность. [12] Для эффективного управления ростовой активностью сельскохозяйственных культур стали применять природные биорегуляторы, обладающие ростостимулирующим, иммуномоделирующим и антистрессовым действием. Регуляторы роста нового поколения оказывают тройное действие на растения: стимулируют физиологические процессы, повышают их устойчивость к биотическим и абиотическим стрессовым факторам окружающей среды и усиливают неспецифический иммунитет. [10, 13, 19] Их применение в сверхмалых гектарных нормах в садоводстве обеспечивает их низкую стоимость, сравнительную безопасность для человека и природной среды, возможность помогать растениям экологически естественным способом, усиливая их природную способность противостоять стрессам. Биостимуляторы могут содержать гуминовые и фульвокислоты, экстракты морских водорослей, полезные грибы, макро- и микроэлементы, а также аминокислоты, которые улучшают рост растений и повышают их урожайность, стимулируя биосинтез белка, активируя ферменты и облегчая усвоение макро- и микроэлементов. [20]

Препарат Эмистим относится к группе элиситоров – биорегуляторов роста и корнеобразования,

природный продукт метаболизма симбионтного гриба *Acremonium lichenicola*, выделенного из корней женьшеня, содержащего сбалансированную композицию из 75 физиологически активных веществ, в том числе фитогормонов цитокининовой, ауксиновой и гиббереллиновой природы, аминокислот, жирных кислот, углеводов, микроэлементов. [8]

Преимущество использования Эмистима заключается в его экологической безопасности, малых концентрациях рабочего раствора, индуцировании естественных механизмов устойчивости у растений к неблагоприятным факторам среды. [17]

Успешное применение Эмистима на жимолости и черной смородине, а также землянике открытого грунта путем опрыскивания вегетирующих растений было продемонстрировано в работах ученых. [3, 9] Эмистим во время пересадки микроразмноженных растений винограда из стерильных в условия *ex vitro* улучшал укоренение и выживаемость, уменьшал шок, сокращал фазы адаптации, увеличивал вегетативный рост, изменял морфологию корней и снижал гибель во время адаптации. [2] При микроразмножении земляники *in vitro* Эмистим добавляли в питательные среды на этапе ризогенеза. [1]

Современные иммуномодулирующие препараты перспективны, однако недостаточно разработаны элементы технологии при адаптации растений *in vitro* к условиям *ex vitro*.

Цель работы – изучить влияние иммуномодулятора Эмистим на процесс адаптации растений *in vitro* земляники к нестерильным условиям.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работу выполняли в лаборатории ФГБНУ ВНИИСПК биотехнологическими методами в 2022–2024 годах. Объект исследования – микроразмноженные растения земляники шести промышленных сортов: *Asia (NF 421)*, *Darselect*, *Florence*, *Honeoye*, *Kimberly*, *Syria (NF 137)*. Исследования проводили в соответствии с методическими рекомендациями. [5, 7]

Схема опыта: 1. Замачивание высаживаемых микрорастений *in vitro* в растворе элиситора Эмистим в течение 1, 2 и 5 ч; 2. Полив почвенного субстрата раствором Эмистима перед высадкой растений. Контроль – растения без обработок Эмистимом. Концентрация рабочего раствора Эмистима – 0,001 мг/л. Обработывали биостимуляторами на фоне – дерновая земля: торф: перлит в соотношении 1:1:0,1.

Адаптация проходила по схеме: при 100% влажности воздуха – в течение 30 дн.; 70...80 – следующие 5 дн.; 60% – последние 5 дн.

Поливали субстрат водой на первых двух этапах только перед высадкой растений *in vitro* в грунт, исключая избыточное переувлажнение. Объем варианта – 20 микрорастений земляники каждого сорта.

Учеты биометрических показателей проводили в два этапа: через 30 дн. при 100%-й влажности и через последующие 10 дн. при пониженной. Общий срок адаптации *ex vitro* – 40 дн.

Условия адаптации: температура – 23°C, фотопериод – 16/8 ч, освещенность – 3 тыс. люкс. Процент адаптированных растений регистрировали через 40 дн. после пересадки.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Выживаемость растений в нестерильных условиях во многом определяется их способностью к быстрому росту (табл. 1).

При обработке Эмистимом высота микрорастений превышала контроль. В среднем по сортам максимальные параметры высоты через 40 дн. адаптации отмечали в варианте с Эмистимом в течение 1 ч и при поливе грунта раствором элиситора (рис. 1).

Обработка Эмистимом способствовала более интенсивному росту корней, по сравнению с контролем (табл. 2).

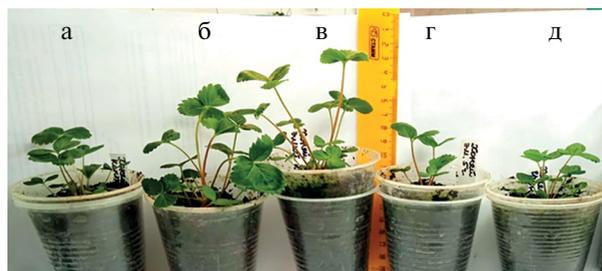


Рис. 1. Высота микрорастений сорта *Kimberly* через 30 дн. после обработки Эмистимом: а — контроль; б — замачивание на 1 ч; в — замачивание на 2 ч; г — замачивание на 5 ч; д — полив грунта.

Влияние Эмистима на высоту микрорастений земляники, мм

Таблица 1.

Сорт	Срок адаптации, дн.	Способ и время обработки				
		контроль	замачивание			полив грунта
			1 ч	2 ч	5 ч	
<i>Asia</i>	30	39,8 ± 1,8	46,2 ± 2,3	46,3 ± 3,7	36,9 ± 2,7	46,0 ± 2,5
	40	50,6 ± 3,8	67,1 ± 3,0	53,9 ± 3,7	53,1 ± 3,1	57,0 ± 3,0
<i>Darselect</i>	30	35,0 ± 2,1	49,9 ± 3,9	43,0 ± 3,1	35,9 ± 1,5	43,3 ± 3,0
	40	43,3 ± 4,0	65,4 ± 4,9	56,5 ± 4,2	43,0 ± 3,0	64,0 ± 4,0
<i>Florence</i>	30	46,8 ± 2,8	43,0 ± 2,7	47,0 ± 2,5	46,7 ± 2,3	50,8 ± 3,1
	40	57,3 ± 3,6	62,0 ± 3,2	61,5 ± 3,2	59,5 ± 2,9	62,4 ± 4,0
<i>Honeoye</i>	30	46,5 ± 2,7	46,4 ± 2,7	49,8 ± 2,7	48,0 ± 2,0	47,1 ± 3,0
	40	58,3 ± 3,0	53,8 ± 3,0	59,6 ± 2,7	53,7 ± 2,2	60,9 ± 3,7
<i>Kimberly</i>	30	37,6 ± 2,4	54,4 ± 3,7	48,2 ± 2,6	45,5 ± 3,0	46,9 ± 3,8
	40	47,6 ± 3,0	71,5 ± 5,0	64,8 ± 3,4	68,8 ± 3,6	58,3 ± 4,0
<i>Siria</i>	30	50,5 ± 3,8	53,8 ± 3,1	59,6 ± 2,7	53,7 ± 2,2	50,9 ± 3,7
	40	58,0 ± 3,0	71,7 ± 3,4	50,1 ± 2,7	50,7 ± 3,2	65,2 ± 3,1
Среднее	30	42,7 ± 2,6	49,0 ± 3,1	49,0 ± 2,9	44,5 ± 2,3	47,5 ± 3,0
	40	52,5 ± 3,4	65,3 ± 3,8	57,7 ± 3,3	54,8 ± 3,0	65,2 ± 3,6

Влияние Эмистима на длину корней, мм

Таблица 2.

Сорт	Срок адаптации, дн.	Способ и время обработки				
		контроль	замачивание			полив грунта
			1 ч	2 ч	5 ч	
<i>Asia</i>	30	71,8 ± 4,8	83,9 ± 3,4	78,8 ± 4,0	79,5 ± 3,0	74,6 ± 2,6
	40	80,0 ± 4,4	98,1 ± 4,8	85,7 ± 5,1	90,6 ± 3,7	87,5 ± 3,8
<i>Darselect</i>	30	56,6 ± 3,1	64,4 ± 3,0	66,8 ± 2,5	68,7 ± 3,4	94,8 ± 4,6
	40	58,0 ± 5,1	75,6 ± 3,6	77,9 ± 4,9	76,7 ± 3,4	109,0 ± 4,7
<i>Florence</i>	30	72,1 ± 5,5	59,0 ± 4,0	66,3 ± 3,3	68,3 ± 3,4	79,3 ± 3,2
	40	76,4 ± 6,2	88,0 ± 3,1	86,7 ± 3,5	95,5 ± 3,7	97,6 ± 5,8
<i>Honeoye</i>	30	79,7 ± 3,0	69,5 ± 4,1	77,2 ± 3,7	73,3 ± 3,1	81,9 ± 3,7
	40	89,4 ± 2,8	91,5 ± 3,8	101,3 ± 3,1	90,9 ± 2,5	91,5 ± 3,9
<i>Kimberly</i>	30	57,6 ± 4,1	71,5 ± 2,6	70,2 ± 4,0	67,9 ± 3,7	68,9 ± 3,5
	40	73,8 ± 3,8	95,0 ± 4,1	81,1 ± 2,8	83,8 ± 4,5	79,5 ± 5,0
<i>Siria</i>	30	60,7 ± 4,0	89,8 ± 3,0	76,8 ± 3,1	80,6 ± 4,4	74,7 ± 3,3
	40	80,6 ± 4,2	111,7 ± 4,2	98,5 ± 4,0	102,2 ± 4,6	100,3 ± 4,9
Среднее	30	66,5 ± 4,1	73,0 ± 3,0	72,7 ± 3,4	73,1 ± 3,5	78,3 ± 3,3
	40	76,4 ± 4,4	93,4 ± 3,9	88,5 ± 3,9	90,0 ± 3,5	94,2 ± 4,2

Через 30 дн. адаптации разница с контролем составляла 10...18%, в конце адаптации – 15...25%. Развитие корневой системы, прежде всего образование корней второго порядка, при обработке Эмистимом шло гораздо активнее, что позволяет сократить сроки адаптации на 5...7 дн. (рис. 2).

На фоне более развитой корневой системы растения формировали большее количество листьев, по сравнению с контролем (табл. 3).

Максимальное количество листьев через 30 дн. адаптации сформировалось под действием Эмистима в течение 1 ч ($6,4 \pm 0,3$). Последующее выращивание растений в условиях постепенного снижения влажности (через 40 дн. после высадки) также подтверждает эффективность использования Эмистима на этапе адаптации земляники.

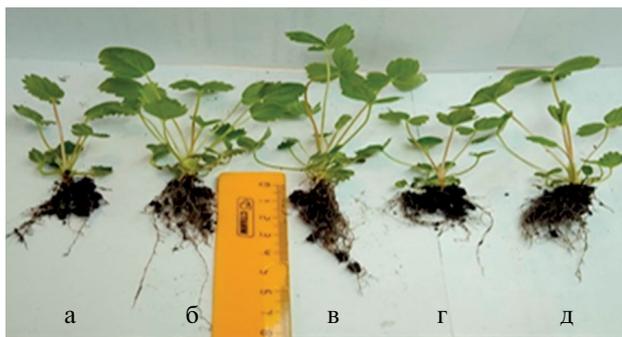


Рис. 2. Состояние корневой системы растений сорта *Kimberly* через 30 дн. после обработки Эмистимом: а – контроль; б – замачивание на 1 ч; в – замачивание на 2 ч; г – замачивание на 5 ч; д – полив грунта.

Влияние Эмистима на количество листьев адаптируемых растений земляники, шт./раст.

Таблица 3.

Сорт	Срок адаптации, дн.	Способ и время обработки				
		контроль	замачивание			полив грунта
			1 ч	2 ч	5 ч	
<i>Asia</i>	30	$5,4 \pm 0,2$	$7,2 \pm 0,5$	$7,2 \pm 0,4$	$6,2 \pm 0,2$	$6,3 \pm 0,3$
	40	$5,8 \pm 0,3$	$7,7 \pm 0,4$	$7,6 \pm 0,4$	$6,5 \pm 0,2$	$6,6 \pm 0,3$
<i>Darselect</i>	30	$4,8 \pm 0,2$	$8,2 \pm 0,5$	$6,8 \pm 0,5$	$5,0 \pm 0,2$	$5,3 \pm 0,2$
	40	$4,7 \pm 0,1$	$7,6 \pm 0,4$	$6,5 \pm 0,3$	$5,0 \pm 0,2$	$6,4 \pm 0,2$
<i>Florence</i>	30	$5,4 \pm 0,2$	$5,1 \pm 0,2$	$5,4 \pm 0,1$	$5,1 \pm 0,1$	$5,4 \pm 0,2$
	40	$5,3 \pm 0,2$	$6,0 \pm 0,2$	$5,7 \pm 0,2$	$5,9 \pm 0,2$	$5,8 \pm 0,2$
<i>Honeoye</i>	30	$5,8 \pm 0,2$	$6,1 \pm 0,2$	$6,2 \pm 0,3$	$6,1 \pm 0,2$	$6,9 \pm 0,3$
	40	$5,4 \pm 0,2$	$6,3 \pm 0,2$	$6,1 \pm 0,2$	$5,8 \pm 0,1$	$6,3 \pm 0,2$
<i>Kimberly</i>	30	$4,9 \pm 0,1$	$5,6 \pm 0,2$	$5,2 \pm 0,2$	$5,2 \pm 0,2$	$5,9 \pm 0,3$
	40	$5,6 \pm 0,3$	$6,1 \pm 0,2$	$5,3 \pm 0,2$	$5,7 \pm 0,2$	$5,4 \pm 0,2$
<i>Siria</i>	30	$5,6 \pm 0,2$	$6,2 \pm 0,3$	$6,3 \pm 0,2$	$5,5 \pm 0,2$	$5,7 \pm 0,3$
	40	$5,7 \pm 0,2$	$6,3 \pm 0,2$	$6,2 \pm 0,1$	$6,0 \pm 0,2$	$6,2 \pm 0,3$
Среднее	30	$5,3 \pm 0,2$	$6,4 \pm 0,3$	$6,2 \pm 0,4$	$5,5 \pm 0,2$	$5,9 \pm 0,3$
	40	$5,4 \pm 0,2$	$6,7 \pm 0,3$	$6,2 \pm 0,2$	$5,8 \pm 0,2$	$6,2 \pm 0,2$

Приживаемость микрорастений на этапе *ex vitro*, %

Таблица 4.

Сорт	Способ и время обработки				
	контроль	замачивание			полив грунта
		1 ч	2 ч	5 ч	
<i>Asia</i>	85,7	100,0	100,0	95,5	94,4
<i>Darselect</i>	80,0	100,0	92,6	88,2	93,8
<i>Florence</i>	91,7	100,0	100,0	100,0	100,0
<i>Honeoye</i>	88,2	95,5	92,0	96,3	90,7
<i>Kimberly</i>	83,2	100,0	95,5	97,0	100,0
<i>Siria</i>	90,5	95,8	96,2	100,0	92,9
Среднее	86,3	98,6	96,1	96,2	96,4

Использование раствора Эмистима на этапе высадки растений *in vitro* в нестерильные условия позволило увеличить выход адаптированных растений по отдельным генотипам до 100% (табл. 4). Наибольший выход адаптированных растений отмечали у сорта *Florence* при всех способах и сроках воздействия Эмистимом.

Выводы. В среднем по сортам приживаемость растений на этапе *ex vitro* при всех вариантах обработок Эмистимом была выше, чем в контроле, что подтверждает целесообразность его применения в системе производства посадочного материала земляники. Биометрические показатели при всех способах обработки растений препаратом Эмистим в среднем по сортам превышали показатели контроля, сроки адаптации сокращались на 5...7 дн. Оптимальным способом обработки растений можно считать замачивание базальной части розеток земляники в растворе Эмистима в течение 1 ч. Результаты исследований позволяют рекомендовать данную технологию к использованию в производстве качественного посадочного материала земляники.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Белякова Л.В., Высоцкий В.А., Алексеенко Л.В. Применение элиситоров при клональном микроразмножении земляники // Плодоводство и ягодоводство России. 2011. Т. 26. С. 194–200.
2. Дорошенко Н.П., Пузырнова В.Г., Трошин Л.П. Усовершенствование технологии клонального микроразмножения винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022. Т. 24 (2). С. 102–111. <https://doi.org/10.35547/IM.2022.46.55.001>
3. Жидехина Т.В. Результаты применения биорегуляторов роста циркон, эмистим и экост на ягодных культурах // Мат. VIII межд. Симп. «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования». Москва, 22–26 июня 2009 г. Т. 2. 2009. 547 с.
4. Каширская Н.Я., Цуканова Е.М., Кочкина А.М. Применение препаратов из группы иммуно- и росторегуляторов в защите яблони от парши // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. Т. 48 (2). С. 144–147.
5. Кухарчик Н.В., Кастрицкая М.С., Семенов С.Э., и др. Размножение плодовых растений в культуре *in vitro* / Под общ. ред. Н.В. Кухарчик. Минск: Беларуская навука. 2016. 208 с.
6. Мацнева О.В., Ташматова Л.В. Клональное микроразмножение земляники – перспективный метод современного питомниководства (обзор) // Современное садоводство. 2019. № 4. С. 113–119. <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2019-10411>
7. Мацнева О.В., Ташматова Л.В., Хромова Т.М. Биотехнологические приемы оптимизации микроразмножения и адаптации генотипов земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) (методические рекомендации). Орел. ВНИИСПК. 2021. 24 с.
8. Прусакова Л.Д., Малеванная Н.Н., Белопухов С.Н., Вакуленко В.В. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами // Агрохимия. 2005. № 11. С. 76–86.
9. Хапова С.А., Мальцев Д.Е. Эффективное использование регуляторов роста при культивировании ремонтантных и обычных сортов земляники в Ярославской области // Плодоводство и ягодоводство России. 2012. Т. 30. С. 119–128.
10. Bulgari R., Franzoni G., Ferrante A. Biostimulants Application in Horticultural Crops under Abiotic Stress Conditions // Agronomy. 2019. Vol. 9. P. 306. <https://doi.org/10.3390/agronomy9060306> www.mdpi.com/journal/agronomy
11. Dewir Y.H., Al-Ali A.M., Al-Obeed R.S. et al. Biological Acclimatization of Micropropagated Al-Taif Rose (*Rosa damascena* f. *trigintipetala* (Diek) R. Keller) Plants Using Arbuscular Mycorrhizal Fungi *Rhizophagus fasciculatus* // Horticulturae. 2024. Vol. 10. P. 1120. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10101120>
12. El Bakouri Z. E., Meziani R., Mazri M.A. et al. Production cost of tissue cultured date palm cv. Mejhoul in Morocco: a 10-year based agribusiness study // Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC). 2023. Vol. 152. P. 405–416. <https://doi.org/10.1007/s11240-022-02417-y>
13. Grzelak I. M., Pacholczak A., Nowakowska K. The effect of several growth regulators and biostimulants on biochemical and physiological changes in acclimation of micropropagated *Echinacea purpurea* Moench. ‘Raspberry Trufe’ // Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC). 2024. Vol. 159. No. 22. P. 1–17. <https://doi.org/10.1007/s11240-024-02869-4>
14. Krakhmaleva I.L., Molkanova O.I., Orlova N.D. et al. *In Vitro* Morpho-Anatomical and Regeneration Features of Cultivars of *Actinidia kolomikta* (Maxim.) Maxim. // Horticulturae. 2024. Vol. 10. P. 1335. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10121335>
15. Kumar D., Mahadev M., Sanjeev S. et al. Tissue Culture Approaches to Strawberries Improvement // Agriculture & Food: E-Newsletter. 2024. Vol. 06. I. 08. P. 362–368. <https://www.researchgate.net/publication/3842421244>
16. Mukherjee E., Gantait S. Strawberry biotechnology: A review on progress over past 10 years // Scientia Horticulturae. 2024. Vol. 4. No. 1. P. 113618. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113618>
17. Samarskaya V.O., Malaeva E.V., Postnova M.V. Aspects of clonal micropropagation and conservation of plants *in vitro* // Natural Systems and Resources. 2019. Vol. 9. No. 3. PP. 13–22. <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2019.3.2>
18. Sharma N., Kumar N., James J. et al. Strategies for successful acclimatization and hardening of *in vitro* regenerated plants: Challenges and innovations in micropropagation techniques // Plant Science Today (Early Access). 2023. <https://doi.org/10.14719/pst.2376>
19. Soppelsa S., Kelderer M., Casera C. et al. Foliar Applications of Biostimulants Promote Growth, Yield and Fruit Quality of Strawberry Plants Grown under Nutrient Limitation // Agronomy. 2019. Vol. 9. P. 483. <https://doi.org/10.3390/agronomy9090483>
20. Zydlik P., Zydlik Z., Kafkas N.E. The Effect of the Foliar Application of Biostimulants in a Strawberry Field Plantation on the Yield and Quality of Fruit, and on the Content of Health-Beneficial Substances // Agronomy. 2024. Vol. 14. P. 1786. <https://doi.org/10.3390/agronomy14081786>

REFERENCES

1. Belyakova L.V., Vysockij V.A., Alekseenko L.V. Primenenie elisitorov pri klonal'nom mikrorazmnozhenii zemlyaniki // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2011. T. 26. S. 194–200.
2. Doroshenko N.P., Puzyrнова V.G., Troshin L.P. Usovershenstvovanie tekhnologii klonal'nogo mikrorazmnozheniya vino-grada // «Magarach». Vinogradarstvo i vinodelie. 2022. T. 24 (2). S. 102–111. <https://doi.org/10.35547/IM.2022.46.55.001>
3. Zhidekhina T.V. Rezul'taty primeniya bioregulyatorov rosta cirkon, emistim i ekost na yagodnyh kul'turah // Mat. VIII mezhd. Simp. “Novye i netradicionnye rasteniya i perspektivy ih ispol'zovaniya”. Moskva, 22-26 iyunya 2009 g. T. 2. 2009. 547 s.

4. Kashirskaya N.Ya., Cukanova E.M., Kochkina A.M. Primenenie preparatov iz gruppy immuno- i rostoregulyatorov v zashchite yabloni ot parshi // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2017. T. 48 (2). S. 144–147.
5. Kuharchik N.V., Kastrickaya M.S., Semenas S.E., i dr. Razmnozhenie plodovyh rastenij v kul'ture in vitro / Pod obshch. red. N.V. Kuharchik. Minsk: Belaruskaya navuka. 2016. 208 s.
6. Macneva O.V., Tashmatova L.V. Klonal'noe mikrorazmnozhenie zemlyaniki — perspektivnyj metod sovremennogo pitomnikovodstva (obzor) // Sovremennoe sadovodstvo. 2019. № 4. S. 113–119. <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2019-10411>
7. Macneva O.V., Tashmatova L.V., Hromova T.M. Biotekhnologicheskie priemy optimizacii mikroklonal'nogo razmnozheniya i adaptacii genotipov zemlyaniki sadovoj (Fragaria × ananassa Duch.) (metodicheskie rekomendacii). Orel. VNIISPK. 2021. 24 s.
8. Prusakova L.D., Malevannaya N.N., Belopuhov S.N., Vaku-lenko V.V. Regulyatory rosta rastenij s antistressovymi i immuno-protektornymi svojstvami // Agrohimiya. 2005. № 11. S. 76–86.
9. Napova S.A., Mal'cev D.E. Effektivnoe ispol'zovanie regulyatorov rosta pri kul'tivirovanii remontantnyh i obychnyh sortov zemlyaniki v Yaroslavskoj oblasti // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2012. T. 30. S. 119–128.
10. Bulgari R., Franzoni G., Ferrante A. Biostimulants Application in Horticultural Crops under Abiotic Stress Conditions // Agronomy. 2019. Vol. 9. P. 306. <https://doi.org/10.3390/agronomy9060306> www.mdpi.com/journal/agronomy
11. Dewir Y.H., Al-Ali A.M., Al-Obeed R.S. et al. Biological Acclimatization of Micropropagated Al-Taif Rose (Rosa damascena f. trigintipetala (Diek) R. Keller) Plants Using Arbuscular Mycorrhizal Fungi Rhizophagus fasciculatus // Horticulturae. 2024. Vol. 10. P. 1120. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10101120>
12. El Bakouri Z. E., Meziani R., Mazri M.A. et al. Production cost of tissue cultured date palm cv. Mejhoul in Morocco: a 10 year based agribusiness study // Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC). 2023. Vol. 152. P. 405–416. <https://doi.org/10.1007/s11240-022-02417-y>
13. Grzelak M., Pacholczak A., Nowakowska K. The effect of several growth regulators and biostimulants on biochemical and physiological changes in acclimation of micropropagated Echinacea purpurea Moench. 'Raspberry Trufe' // Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC). 2024. Vol. 159. No. 22. P. 1–17. <https://doi.org/10.1007/s11240-024-02869-4>
14. Krakhmaleva I.L., Molkanova O.I., Orlova N.D. et al. In Vitro Morpho-Anatomical and Regeneration Features of Cultivars of Actinidia kolomikta (Maxim.) Maxim. // Horticulturae. 2024. Vol. 10. P. 1335. <https://doi.org/10.3390/horticulturae1012133>
15. Kumar D., Mahadev M., Sanjeev S. et al. Tissue Culture Approaches to Strawberries Improvement // Agriculture & Food: E-Newsletter. 2024. Vol. 06. I. 08. P. 362–368. <https://www.researchgate.net/publication/384241244>
16. Mukherjee E., Gantait S. Strawberry biotechnology: A review on progress over past 10 years // Scientia Horticulturae. 2024. Vol. 4. No. 1. P. 113618. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113618>
17. Samarskaya V.O., Malaeva E.V., Postnova M.V. Aspects of clonal micropropagation and conservation of plants in vitro // Natural Systems and Resources. 2019. Vol. 9. No. 3. PP. 13–22. <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2019.3.2>
18. Sharma N., Kumar N., James J. et al. Strategies for successful acclimatization and hardening of in vitro regenerated plants: Challenges and innovations in micropropagation techniques // Plant Science Today (Early Access). 2023. <https://doi.org/10.14719/pst.2376>
19. Soppelsa S., Kelderer M., Casera C. et al. Foliar Applications of Biostimulants Promote Growth, Yield and Fruit Quality of Strawberry Plants Grown under Nutrient Limitation // Agronomy. 2019. Vol. 9. P. 483. <https://doi.org/10.3390/agronomy9090483>
20. Zydlik P., Zydlik Z., Kafkas N.E. The Effect of the Foliar Application of Biostimulants in a Strawberry Field Plantation on the Yield and Quality of Fruit, and on the Content of Health-Beneficial Substances // Agronomy. 2024. Vol. 14. P. 1786. <https://doi.org/10.3390/agronomy1408178>

Поступила в редакцию 30.01.2025

Принята к публикации 13.02.2025

УДК 631.816.23:631.431:631.582

DOI: 10.31857/S2500208225020085, EDN: HUQWIW

СУММАРНАЯ И НЕОТЧУЖДАЕМАЯ ИЗ ПОЧВЫ ФИТОМАССА ПОЖНИВНОГО ЕСТЕСТВЕННОГО ФИТОЦЕНОЗА (ПЕФ) ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПРИЕМАХ ВЫРАЩИВАНИЯ И СПОСОБАХ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЗАПАДНОМ ПРИКАСПИИ

Абзагир Абдурагимович Гусейнов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова», г. Махачкала, Республика Дагестан, Россия
E-mail: arsmurat@yandex.ru

Аннотация. Работа выполнена в ООО «Вымпел-2002» Хасавюртовского района Республики Дагестан на лугово-каштановой тяжелосуглинистой почве, содержащей 2,77% гумуса, 32,8 – K_2O , 2,21 мг/100 г – P_2O_5 и плотностью 1,24 г/см³, наименьшей влагоемкостью слоя 0–0,6 м – 29,5%. Исследована продолжительность вегетационного периода пожнивного естественного фитоценоза (ПЕФ), урожайность зеленой массы, ее продуктивность и доля неотчуждаемой части фитомассы в зависимости от приема выращивания и способа использования. За три месяца формирования ПЕФ после уборки урожая озимой пшеницы можно получить два укоса зеленой массы в фазе молочной спелости семян злаковых компонентов за 31–35 суток каждый. Срок наступления укосной спелости в три раза меньше, чем у наиболее распространенных сеянных пожнивных культур (кукуруза, сахарное сорго), у которых она отмечается на 100–110 дн. после посева. Урожайность надземной и подземной зеленой массы ПЕФ при оптимальном приеме повышения продуктивности и способе использования составляет 26,9 т/га зеленой массы. Доля неотчуждаемых из почвы поукосных и корневых остатков из общего количества ПЕФ по вариантам опыта в среднем за годы исследований – 19,6–20,8%.