



Биол. журн. Армении, 2-3 (75), 2023

DOI: 10.54503/0366-5119-2023.75.2-3-165

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВОГО ПРЕПАРАТА КОМБИНИРОВАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ «КОМПЛЕКС ПЛЮС» НА РОСТ И УРОЖАЙНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

А.Р. МИКАЕЛЯН¹, Н.Л. АСАТРЯН¹, М.А. МЕЛКУМЯН², Б.Г. БАБАЯН^{1,2},
А.С. ВАРДАНИЯН¹, А.А. БАРСЕГЯН^{1,2}, Н.А. СААКЯН¹, А.Ш. МЕЛИКЯН¹

¹ «НЦ Агробιοтехнологии» Филиал НАУА

² НПП «Армбиотехнология» НАН РА
marmelk2109@gmail.com

В статье обобщены результаты изучения воздействия нового комбинированного препарата «Комплекс Плюс» на ряд сельскохозяйственных культур. Он был разработан на основе фитостимулятора «Комплекс», полученного из отхода виноделия и содержащего К, Са питательные элементы винного камня, а также включает хелатированные формы следующих микроэлементов: Cu, Fe, Zn, с добавлением инсектицида имидаклоприда. Полученные результаты свидетельствуют о стимулирующем воздействии на рост и развитие изучаемых культур, что проявляется в первую очередь в интенсификации зеленой окраски хлорофиллоносных фотосинтезирующих поверхностей растений. Исследуемый препарат обладает инсектицидным действием против насекомых-вредителей (тли бахчевой, паутинного клеща, белокрылки, Колорадского жука и медведки), что оказывает положительный эффект на урожайность огурца, фасоли, клубники, картофеля и других культур.

*Фитостимулятор – микроэлементы – хелатирующий комплекс – микроудобрение –
винная кислота – имидаклоприд*

Հոդվածում ամփոփված են մի շարք մշակաբույսերի վրա նոր համակցված «Կոմպլեքս Պլյուս» պատրաստուկի ազդեցության ուսումնասիրության արդյունքները: Այն մշակվել է «Կոմպլեքս» ֆիտոսթիմուլանտի հիման վրա՝ որը ստացվել էր գինեգործության թափոն հանդիսացող և К, Са սկուզող տարրեր պարունակող գինեքարից, ինչպես նաև ներառում է հետևյալ միկրոտարրերի՝ Cu, Fe, Zn քելատացված ձևերը, իմիդաքլոպրիդ միջատասպանի հավելումով: Ստացված արդյունքները վկայում են ուսումնասիրվող մշակաբույսերի աճի և զարգացման վրա խթանող ազդեցության մասին, ինչն առաջին հերթին արտահայտվում է բույսի ջլորոֆիլ պարունակող, ֆոտոսինթետիկ մակերեսների կանաչ գույնի ինտենսիվացմամբ: Ուսումնասիրված պատրաստուկը ունի նաև միջատասպան ազդեցություն վնասատու-միջատների (բոստանային լվիճ, ոստայնատիզ, սպիտակաթևիկ, կոլորադյան բզեզ և սովորական արջուկ) դեմ, ինչը դրական է ազդում վարունգի, լոբու, ելակի, կարտոֆիլի և այլ մշակաբույսերի բերքատվության վրա:

*Ֆիտոսթիմուլանտ – միկրոտարրեր – քելատային կոմպլեքս – միկրոպարարտանյութ –
գինեթթու – իմիդաքլոպրիդ*

This article summarizes the results of research of "Complex Plus" new combined preparation on various crops. This preparation was elaborated based on "Complex" plant growth simulator. It was obtained from winemaking waste: the cream of tartar, containing nutrients К, Са, as well as chelated

forms of the following micronutrients: Cu, Fe, Zn, with the addition of imidacloprid insecticide. The obtained results indicate the stimulating effect of the studied preparation on crops growth and development, what is manifested in the intensification of the green color of the chlorophyll-bearing photosynthetic surfaces of the plants. The investigated preparation also has a several effect against insect pests (aphid melons, spider mites, whiteflies, colorado potato beetles and mole crickets). That has a positive effect on the yield of cucumbers, beans, strawberries, potatoes, and other studied crops.

*Phytostimulator – microelements – chelating complex – microfertilizer –
tartaric acid –imidacloprid*

Одной из актуальных проблем современного сельского хозяйства является интенсификация плодоношения и повышение урожайности культивируемых растений. Оптимизация условий культивации обеспечивает необходимый уровень синтеза фитогормонов и факторов роста (ауксинов, гиббереллинов и т.д.) растением. Поэтому, использование фитостимуляторов весьма целесообразно [4, 6]. Однако, синтетические активаторы пролиферации тканей и дифференцировки органов, не всегда безопасны, в связи с их канцерогенностью при употреблении в промышленных объемах [3, 7, 14]. Поэтому, важна разработка безопасных фитостимуляторов [10, 12, 24]. Известно благотворное влияние природных органических (поликарбонновых и альдаровых) кислот, на параметры роста растений, в связи с их антимикробным действием (подавление роста фитопатогенных грибов и предотвращение развития токсигенности грибов и других фитопатогенных микроорганизмов) [2, 19, 25].

Во многом это связано с формированием комплексов с катионами важнейших микро- и субмикро- элементов, регулирующих водно-солевой обмен у растений, что показано для винной, молочной, лимонной и щавелевой кислот, в связи с чем, данные соединения успешно используются в мировой практике производства экологически чистых агрохимикатов [11, 20, 21]. Особо широко применяется винная кислота, будучи самым распространенным представителем органических кислот в растительном мире. Винная кислота, а также тартраты щелочных и щелочноземельных металлов считаются безопасными пищевыми добавками (E334 – E337, E354). Эти соединения применяются и в мировой практике производства хелатных удобрений. Поэтому, интенсификация роста растений под действием стимуляторов на ее основе, по всей вероятности, обусловлена активацией процессов водно-солевого обмена растений. Также винная кислота применяется как в свободном виде, так и в амидных формах [13, 16, 25]. Известны и всевозможные регуляторы роста растений на основе оксалатов, сукцинатов, индолилацетатов и их производных. Винная кислота является одним из важнейших метаболитов организма растений. Исходя из литературных данных, агро-препараты на основе винного камня успешно используются, по всему миру. Так, препарат «Lalvigne Aroma» успешно применяется для улучшения ароматических свойств винограда в процессе фенольного созревания [9, 22, 23].

В данной работе рассмотрено воздействие комбинированного фитостимулятора «Комплекс Плюс», разработанного на основе природной винной кислоты, очищенной из природного винного камня, на рост, развитие и урожайность различных видов сельскохозяйственных растений.

Материалы и методы. Используемый в работе комбинированный фитостимулятор «Комплекс Плюс» был разработан в лаборатории «Получение сельскохозяйственных ядохимикатов и контроль качества» НПУА, на основе стимулятора роста «Комплекс» [5, 15], инсектицида имидаклоприда и стабилизирующих добавок.

Препарат «Комплекс Плюс» представляет собой темно-зелено-коричневый раствор (с коллоидными частицами), d_{4}^{20} – 1,150-1,154, растворим в воде, pH водного раствора (1%, 20°C) – 3,5-3,8. В состав препарата входят следующие действующие вещества: природная винная кислота (БК) (CAS#147-71-7) – 120-125 г/л, К (в форме хлорида) – 45-50 г/л, Са (в форме хлорида) – 23-25 г/л, Си (хелатная форма) – 2,5-3 г/л, Fe (хелатная форма) – 10-10,5 г/л, Zn (хелатная форма) – 5,5-6 г/л, имидаклоприд технический (CAS#138261-41-3, 96 % чистоты) – 20 г/л. Помимо указанных компонентов, в препарате также содержатся определенные количества аминокислот, витаминов и др. важных питательных органических соединений, обусловленных следствием кислотного гидролиза остатков дрожжевой массы в составе винно-каменного осадка, использованного при извлечении винной кислоты под воздействием соляной кислоты и в совокупности в среднем составляло 60-80 мг/л [15]. Определение белка в составе препарата «Комплекс Плюс» проводилось Методом Лоури [8, 17, 24].

Разработанный препарат содержит также специальные стабилизирующие добавки в качестве гидрофильных сорастворителей и гомогенизаторов (поверхностно активные вещества, ПАВ). В частности: ионогенное ПАВ лауретсульфат натрия (SLES 70%, CAS# 68585-34-2) – 10 г/л; смесь неионогенных ПАВ *трет*-октилфенилового эфира полиэтиленгликоля (Тритон X-100, CAS# 9002-93) – 1 г/л и диэтаноламида жирных кислот кокосового масла (кокоамид DEA, CAS # 68603-42-9) – 10 г/л; сорастворители: глицерин (CAS# 56-81-5) – 10 г/л и полиэтиленгликоль (ПЭГ 300, CAS# 25322-68-3) – 10 г/л.

Данные первичного токсикологического анализа препарата «Комплекс Плюс» были проведены в лаборатории «Гигиены и токсикологии окружающей среды» Научно-исследовательского центра Ереванского государственного медицинского университета имени Мхитара Гераци. Полученные данные имели следующие значения: средне-летальная доза (LD_{50}) – 805 мг/кг, кожно-резорбтивная токсичность $DL_{50} > 1000$ мг/кг, токсичность и кожно-раздражающее воздействие на неповрежденную кожу отсутствует, слабо раздражающее воздействие на слизистую глаз, IV класс аллергенности (слабый аллерген), II класс опасности – препарат средней токсичности [1, 18]. Полевые испытания препарата «Комплекс Плюс» были проведены специалистами Научного Центра Агробιοтехноοлогии НАУА. В качестве объекта для изучения действия препарата «Комплекс Плюс» использовались различные сельскохозяйственные культуры: огурец, фасоль обыкновенная, клубника и картофель.

Полевые испытания проводились с 2019-2020 гг, в течение двух фенологических периодов (первое опрыскивание в фазе до цветения, второе – в фазе плодообразования) на опытных полевых участках Армавирской области, площадью по 50 м² с трехкратной повторностью для каждой культуры. Препарат «Комплекс Плюс» был испытан в концентрации 150 мл/10л на различных сельхозкультурах в виде 1 % - раствора для листовой подкормки, 1,5 %-раствора для корневой подкормки. Нормы расхода при листовой подкормке 3-5 л на 50 м² в зависимости от стадии роста. Для корневой подкормки – было применено на 50 м² 5 л, 1,5 % раствора препарата равномерно распределенного в оросительной воде.

В качестве контроля были выбраны те же культуры, выращиваемые на территории с такой же площадью, с использованием общепринятых стандартных методов культивации и аналогичным режимом полива, но без обработки тестируемым фитостимулятором [11, 20]. Наблюдения, а также замеры размеров и количества вегетативных и генеративных органов растений проводились на 10 день после начала цветения. После уборки урожая был проведен сравнительный анализ урожайности в опытных и контрольных образцах испытываемых культур.

Статистическая обработка данных была проведена при помощи программного пакета Microsoft Office Excel.

Результаты и обсуждение. В ходе исследований было изучено действие комбинированного препарата фитостимулирующего и инсектицидного действия «Комплекс Плюс» на различные таксономические группы сельскохозяйственных культур: Объектом исследования служили следующие сельскохозяйственные культуры: огурец, сорт «Альянс» (*Cucumis sativus* L.) – овощная культура, однолетнее травянистое растение; фасоль обыкновенная сорт «Фидай» – однолетнее невьющееся травянистое растение; ремонтантная клубника (земляника ананасная), сорт «Альбион» (*Fragaria ananassa*) – многолетняя, ягодная культура; картофель

сорт «Импалла» (*Solanum tuberosum*) однолетнее – клубненосное травянистое растение.

Предварительно исследовалось влияние препарата «Комплекс Плюс» на выживаемость вредоносных насекомых характерных для каждой культуры (табл. 1-4). Как видно из данных, представленных в таблицах препарат «Комплекс Плюс» приводит к гибели основной массы вредоносных насекомых. Так, гибель популяции тли бахчевой в первый день после обработки исследуемых культур препаратом, составила 94,4-100 %, через 7 дней – 75 % – 77,3 %, через 14 дней – 61,1-74,74,2 %; клещей паутинных, соответственно 83,3 % – 87,5 %, 68 % – 71,4 %, 62,5 % – 66,7%, белокрылки – 75 % – 80 %, 69,4 % – 71,2 %, 67,2 % – 69,8 %; медведки – 87,5 %, 69,3 %, 33,7 % и колорадского жука 100 %, 83 %, 75 %.

Таблица 1. Влияние препарата «Комплекс Плюс» на выживаемость вредоносных насекомых огурца

	Насекомое-вредитель	Тип культивации	Количество вредителей на растение по дням, после обработки препаратом «Комплекс плюс» и без него (% гибели относительно контроля)		
			1 день	7 день	14 день
Огурец	Тля бахчевая	Контроль	38±2.2	48±4.4	51±3.9
		Комплекс +	2±0.5 (94.7)	16±1.8 (75)	19±1.9 (62.7)
	Клещи (паутинные)	Контроль	14±2.1	25±2.7	32±3.6
		Комплекс +	2±0.9 (85)	8±2.1 (68)	12±1.8 (62.5)
	Белокрылка	Контроль	24±3.4	49±4.1	58±4.4
		Комплекс +	6±1.0 (75)	15±1.8 (69.4)	19±2.4 (67.2)

Таблица 2. Влияние препарата «Комплекс Плюс» на выживаемость вредоносных насекомых фасоли

С/х культуры	Насекомое-вредитель	Тип культивации	Количество вредителей на растение по дням, после обработки препаратом «Комплекс плюс» и без него (% гибели относительно контроля)		
			1 день	7 день	14 день
Фасоль	Тля бахчевая	Контроль	36±3.6	53±4.8	62±5.1
		Комплекс +	0±0 (100)	12±1.2 (77.4)	16±1.1 (74.2)
	Клещи (паутинные)	Контроль	18±2.2	28±2.7	32±3.4
		Комплекс +	3±1.2 (83.3)	8±2.1 (71.4)	12±2.7 (62.5)
	Белокрылка	Контроль	30±3.3	52±4.1	63±5.2
		Комплекс +	6±1.3 (80)	15±2.4 (71.2)	19±2.2 (69.8)

Таблица 3. Влияние препарата «Комплекс Плюс» на выживаемость вредоносных насекомых клубник

С/х культуры	Насекомое-вредитель	Тип культивации	Количество вредителей на растение по дням, после обработки препаратом «Комплекс плюс» и без него (% гибели относительно контроля)		
			1 день	7 день	14 день
Клубника	Тля бахчевая	Контроль	18±1.9	44±3.6	36±2.6
		Комплекс +	1±0.2 (94.4)	10±0.9 (77.3)	14±1.5 (61.1)
	Клещи (паутинные)	Контроль	8±0.6	26±2.3	36±3.8
		Комплекс +	1±0.1 (87.5)	8±0.3 (69.2)	12±1.0 (66.7)

Таблица 4. Влияние препарата «Комплекс Плюс» на выживаемость вредоносных насекомых на картофеле

С/х культуры	Насекомое-вредитель	Тип культивации	Количество вредителей на растение по дням, после обработки препаратом «Комплекс плюс» и без него (% гибели относительно контроля)		
			1 день	7 день	14 день
Картофель	Колорадский жук	Контроль	4±0.4	6±0.7	8±1.2
		Комплекс +	0±0 (100)	1±0.3 (83.3)	2±0.5 (75)

При исследовании действия фитостимулятора на рост и развитие исследуемых культур, изучались изменения морфологических и фенологических показателей сельскохозяйственных растений (табл. 5-8). Как видно из таблиц, прирост вегетативных и генеративных органов растений был заметно выше при воздействии препарата «Комплекс Плюс», по сравнению с аналогичными значениями в контрольных образцах. Так, при действии препарата «Комплекс Плюс», увеличение размеров и числа вегетативных органов, в зависимости от культуры, составило в среднем 21% – 31 %. Увеличение же числа генеративных органов при применении препарата составило 7% – 14 %. Из таблиц также видно, что испытанный препарат вызывал увеличение урожайности у исследуемых сельскохозяйственных культур. Урожайность огурца при действии препарата повышалась на 12,6 %, фасоли – на >10 %, клубники – на 13,2 % и картофеля – на 13,6 %.

Таблица 5. Результаты изменения морфологических и фенологических показателей урожайности огурца при действии препарата «Комплекс Плюс»

Общее количество высаженных растений на 50 м ² Площадь питания, м ²	Тип культивации	Морфологическая и фенологическая характеристика		Средняя урожайность, кг/50 м ²
		Количество вегетативных органов*, (шт.)	Количество генеративных органов**, (шт.)	Средняя урожайность с одного растения, г
95 0.53	Контроль	4.2±1.1	16.3±0.9	148.2±10.7 1540±111.4
95 0.53	Комплекс +	5.5±0.8	18.6±1.8	166.8±12.3 1737,5±188,2

* - количество вторичных побегов; ** - количество женских цветков

Таблица 6. Результаты изменения морфологических и фенологических показателей урожайности фасоли при действии препарата «Комплекс Плюс»

Общее количество высаженных растений на 50 м ² Площадь питания, м ²	Тип культивации	Морфологическая и фенологическая характеристика		Средняя урожайность, кг/50 м ²
		Количество вегетативных органов*, (шт.)	Количество генеративных органов**, (шт.)	Средняя урожайность с одного растения, г
1050 0.048	Контроль	3,9±0.6	19.1±1.8	19.8±2.6 18,9±2,1
1050 0.048	Комплекс +	5.0±1.1	21.6±1.3	21.9±3.6 20,9±3,4

* - количество стеблей; ** - количество цветков

Таблица 7. Результаты изменения морфологических и фенологических показателей урожайности клубники при действии препарата «Комплекс Плюс»

Общее количество высаженных растений на 50 м ² Площадь питания, м ²	Тип культивации	Морфологическая и фенологическая характеристика	Средняя урожайность, кг/50 м ²
		Количество генеративных органов**, (шт.)	Средняя урожайность с одного растения, г
245 0.2	Контроль	21.3±0.9	36.3±4.3 148,2±17,6
245 0.2	Комплекс +	22.7±1.4	41.1±4.3 167,8±176,8

* - количество цветков

Таблица 8. Результаты изменения морфологических и фенологических показателей урожайности картофеля при действии препарата «Комплекс Плюс»

Общее количество высаженных растений на 50 м ² Площадь питания, м ²	Тип культивации	Морфологическая и фенологическая характеристика	Средняя урожайность, кг/50 м ²
		Количество генеративных органов**, (шт.)	Средняя урожайность с одного растения, г
238 0.21	Контроль	5.3±1.2	160,5±14,1 1330±115,6
238 0.21	Комплекс +	6.4±0.9	182,4±20,1 1491,8±164,8

* - количество стеблей

**Рис. 1.** Результаты полевых испытаний препарата «Комплекс Плюс» на посевной культуре огурцов *Cucumis cultivar*. Фотография полевого испытания препарата «Комплекс-Плюс» в опытном (справа) и контрольном (слева) образцах.

Как видно из рис. 1, на котором представлены результаты полевых испытаний препарата «Комплекс Плюс» на посевной культуре огурцов *Cucumis cultivar* L., уровень прироста зеленой биомассы значительно отличается в опытных и контрольных образцах, равно как и интенсивность окраски фотосинтезирующих органов растения. Это позволяет предположить значительное стимулирующее действие препарата «Комплекс-Плюс» на эту культуру. Аналогичные данные были получены и при испытаниях на других сельскохозяйственных культурах.

Заклучение.

Предложенный новый комбинированный препарат «Комплекс Плюс», согласно данным первичной токсикологической оценки, имел среднюю токсичность и слабую аллергенность. Показано стимулирующее действие рассмотренного препарата на различные сельскохозяйственные культуры, проявляющееся в интенсификации ростовых процессов, увеличении содержания хлорофилла в зеленых частях растений и в укорочении периода между цветением и плодоношением, увеличении прироста биомассы подземных и наземных частей растения. При применении комбинированного препарата, отмечено отсутствие вредителей в опытных образцах, что определяется действием инсектицидного компонента. Выявлено также и значительное повышение урожайности после воздействия фитостимулятора на исследуемые сельскохозяйственные культуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Погосян С.Б., Мурадян С.А., Тер-Закарян С.О., Кешишян А.А., Джанджапанян А.Н., Микаелян А.Р., Тадевосян Н.С.* Экспериментальная оценка параметров токсикометрии агрохимиката «Комплекс Плюс» и перспективы использования в сельском хозяйстве. Токсикологический вестник. 31, 2. 127-134, 2023. <https://doi.org/10.47470/0869-7922-2023-31-2-127-134>
2. *Arif M.A., Alseekh S., Harb J., Fernie A., Frank W.* Absciscic acid, cold and salt stimulate conserved metabolic regulation in the moss *Physcomitrella patens*, Plant Biol (Stuttg). 20, 6, 1014-1022, 2018. doi: 10.1111/plb.12871.
3. *Awad-Allah E.F.A., Elsokkary I.H.* Influence of Potassium Nutrition and Exogenous Organic Acids on Iron Uptake by Monocot and Dicot Plants // Open Journal of Soil Science. 10. 10, 486-500, 2020.
4. *Babayan B.G., Mikaelyan A.R., Asatryan N.L., Vardanyan A.S.* The Effect of New Complex Phytostimulator on Plants of Different Taxonomic Groups Based on Natural Tartaric Acid, Shirak State University, Scientific Bull. Prak A, Gyumri. 2, 116-125, 2019.
5. *Bhattacharya E., Biswas S.M., Pramanik P.* Maleic and l-tartaric acids as new anti-sprouting agents for potatoes during storage in comparison to other efficient sprout suppressants. Sci Rep., 11, 20029, 2021. doi: 10.1038/s41598-021-99187-y
6. *Burbidge C.A., Ford C.M., Melino V.J., Chern D., Wong J., Jia Y., Leslie C., Jenkins D., Soole K. L., Castellarin S.D., Darriet P., Rienth M., Bonghi C., Walker R.P., Famiani F., Sweetman C.* Biosynthesis and Cellular Functions of Tartaric Acid in Grapevines, Front. Plant Sci. 2021.
7. *Chang C.C., Beevers H.* Biogenesis of oxalate in plant tissues. Plant Physiol., 43. 11. 1821-1828, 1968.
8. *Chen H.-Ch., Zhang S.-L., Wu K.-J., Li R., He X.-R., He D.-N., Huang Ch., H. Wei* The effects of exogenous organic acids on the growth, photosynthesis and cellular ultrastructure of *Salix variegata* Franch. Under Cd stress. Ecotoxicol Environ Saf., 187, 109790, 2020. doi: 10.1016/j.ecoenv.2019.109790
9. *Crupi P., Santamaria M., Vallejo F., Tomás-Barberán F.A., Masi G., Caputo A.R., Battista F., Tarricone L.* How Pre-Harvest Inactivated Yeast Treatment May Influence the Norisoprenoid Aroma Potential in Wine Grapes, ppl. Sci., 10, 10, 3369, 2020. DOI: 10.3390/app10103369.
10. *Davtian M.A., Gabrielian G.A., Torchian R.H.* The Isolation of Proteins And determination of their Amino Acid Composition In Yeasts *Saccharomyces cerevisiae* - The wastes of Beer Production. Proc. of YSU, Nat. Sci., Biology. 3, 107-111, 2003.
11. *Edgerton M.D.* Increasing Crop Productivity to Meet Global Needs for Feed, Food, and Fuel. Plant Physiol. 149, 1, 7-13, 2009.

12. Grigoryan A., Mikaelyan A., Babayan B., Asatryan N. The Study of New Phytostimulator Activity Based on Tartaric Acid, "V Int. Conf. of Biotechnology and Health", Book of Abstracts, RAU, Yerevan, RA. Oct. 29-31, 63-70, 2020.
13. Hale J.L. "Formaldehyde as a stimulant to plant growth". Master's Theses 2014. <https://scholarworks.umass.edu/theses/1242>.
14. Hassan R., El-Kadi Sh., Sand M. Effect of Some Organic Acids On Some Fungal Growth & Their Toxins Production. IJAB. 2, 1. 1-11, 2015.
15. Kuznetsov A.D., Prokina L.N., Ibragimova G.N., Kalinina A.D. The effect of the chelated form of micronutrient fertilization (microvit) against the background of the use of high doses of mineral fertilizers on the yield of potato varieties of the early ripeness group. Agrarian Science Euro-North-East. 1, 56. 40-46, 2017.
16. Lin W., Lin M., Zhou H., Wu H., Li Zh. The effects of chemical and organic fertilizer usage on rhizosphere soil in tea orchards. PLoS One. 14, 5, e0217018, 2019. doi:10.1371/journal.pone.0217018
17. Macias-Benitez S., Garcia-Martinez A.M., Jimenez P.C., Gonzalez J.M., Moral M.T., Rubio J.P. Rhizospheric Organic Acids as Biostimulants: Monitoring Feedbacks on Soil Microorganisms and Biochemical Properties. Front Plant Sci., 11, 633, 2020. doi: 10.3389/fpls.2020.00633
18. Mikaelyan A.R., Babayan B.G., Nersisyan G.H., Grigoryan A.M. The study of tartaric acid based new complex preparation of plant growth activation. Bulletin of High Technology. Republic of Artsakh, Agriculture. №1. Issue 15, 10-20, 2021.
19. Oulkheir S., Khadija N. E., Ounine E., Haloui, Attarassi B. Antimicrobial Effect of Citric, Acetic, Lactic Acids and Sodium Nitrite against Escherichia Coli in Tryptic Soy Broth. J of Biology, Agric. and Health c.. 5, 3. 12-20, 2015.
20. Plantier-Royon R., Massicot F., Sudha A.V.R.L., Portella C., Dupont L., Mohamadou A., Aplincourt M. Synthesis of functionalized bis-amides of L-(+)-tartaric acid and application as copper (II) ligands. C. R. Chimie. 7, 119-123, 2004.
21. Popko M., Michalak I., Wilk R., Gramza M., Chojnacka K., Górecki H. Effect of the New Plant Growth Biostimulants Based on Amino Acids on Yield and Grain Quality of Winter Wheat // Molecules. 23, 2. p.470, 2018. doi: 10.3390/molecules23020470.
22. State Register of Plant Protection Products and Fertilizers Permitted for Use on the Territory of the of Belarus, 2021. https://ggiskzr.by/gosudarstvennyj_rees/7
23. Schneider C.A., Rasband W.S., Eliceiri K.W. NIH Image to ImageJ: 25 years of Image Analysis Nat Methods. 9, 7, 671-675, 2012. doi: 10.1038/nmeth.2089
24. Tadevosyan N.S. Muradyan S.A., Poghosyan S.B., Ter-Zakaryan S.H., Tshantshapanyan A.N., Mikaelyan A.R. Study of Insecticide Formulation Toxicity of Domestic Production. Yerevan State Medical University After M. Heratsi, Medicine, Science and Edu. Sci. And Inform. J. №. 21, 76, 2016.
25. Xiong Y., McCormack M., Li L., Hall Q., Xiang Ch., Sheen J. Glc-TOR signalling leads transcriptome reprogramming and meristem activation. Nature. 496, 7444, 181-186, 2013.

Поступила 27.06.2023