

УДОБРЕНИЕ НА ОСНОВЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ С МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ

Н. А. Жмакова¹, М. Ф. Степуро², Н. Л. Макарова¹, П. В. Пась², Т. В. Матюк²

¹Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь;

²Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовоощеводству,
аг. Самохваловичи, Минский район, Минская область, Беларусь

Аннотация. Применение комплексных жидких удобрений, в том числе с микроэлементами и биологически активными добавками, является современным агрохимическим приемом и важным фактором повышения урожайности, улучшения качества сельскохозяйственной продукции. Авторами разработана технология получения жидкого гуматсодержащего удобрения «Тезоро» путем введения в гуминовый препарат соединений азота, калия и микроэлементов, имеющих важное биологическое значение для растений. Исследование химического состава удобрения показало наличие в его составе, кроме питательных элементов, биологически активных соединений, в том числе гуминовых веществ, низкомолекулярных органических кислот, фенолкарбоновых кислот, обладающих ростстимулирующими свойствами, и широкого спектра макро- и микроэлементов, многие из которых необходимы растениям для роста, развития и повышения продуктивности. Агрохимические испытания нового удобрения «Тезоро» показали, что его использование при выращивании томата, огурца и зеленных культур в открытом и защищенном грунте способствовало улучшению морфометрических параметров растений, увеличению урожайности, росту товарности плодов и снижению нитратонакопления в овощной продукции по сравнению с контролем и эталоном – жидким удобрением «Гумирост».

Ключевые слова: удобрение; гуминовые вещества; микроэлементы; химический состав; агрохимические испытания; овощные культуры; урожайность; качество.

Для цитирования. Жмакова Н. А., Степуро М. Ф., Макарова Н. Л., Пась П. В., Матюк Т. В. Удобрение на основе гуминовых кислот с микроэлементами // Природопользование. – 2025. – № 1. – С. 180–189.

FERTILIZER BASED ON HUMIC ACIDS WITH MICROELEMENTS

Н. А. Zhmakova¹, М. F. Stepuro², N. L. Makarova¹, P. V. Pas², T. V. Matyuk²

¹Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus;

²Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for potato and fruit
and vegetable growing, Samokhvalovichi agricult. vil., Minsk district, Minsk region, Belarus

Annotation. The use of complex liquid fertilizers, including those with microelements and biologically active additives, is a modern agrochemical technique and an important factor in increasing yields, improving the quality and microelement composition of agricultural products. The authors have developed a technology of liquid humate-containing fertilizer "Tesoro" obtaining by introducing nitrogen, potassium and microelements compounds of important biological significance for plants into humic preparation. The study of the chemical composition of the fertilizer showed the presence in its composition, in addition to nutrients, biologically active compounds, including humic substances, low-molecular organic acids, phenolcarboxylic acids with growth-stimulating properties, and a wide range of macro- and microelements, many of which are necessary for growth, development and increased productivity of plants. Agrochemical tests of new "Tesoro" fertilizer showed that its use in tomato, cucumber and green crops cultivation in open and protected soil contributed to morphometric parameters of plants improvement, increase in yield, the growth of fruit marketability and the reduction of nitrate accumulation in vegetable products compared to control and reference – Gumirost liquid fertilizer.

Keywords: fertilizer; humic substances; microelements; chemical composition; agrochemical tests; vegetable crops; yield; quality.

For citation. Zhmakova N. A., Stepuro M. F., Makarova N. L., Pas P. V., Matyuk T. V. Fertilizer based on humic acids with microelements. *Nature Management*, 2025, no. 1, pp. 180–189.

Введение. В системе агрохимических приемов по повышению урожайности и накоплению биохимических элементов в продукции овощных культур наиболее существенным является применение удобрений с микроэлементами. Недостаточное содержание их подвижных форм в почве зачастую является фактором, лимитирующим формирование урожая и показатели качества овощной продукции. Это обусловлено снижением запасов подвижных форм многих микроэлементов в большинстве почв (особенно легкого гранулометрического состава), что связано с их отрицательным балансом в последние годы и снижением доступности многих элементов питания для растений. Устранение дефицита микроэлементов, многие из которых необходимы растениям и выполняют различные физиологические функции, служит для профилактики некоторых эндемических заболеваний растений, человека и животных. Применение удобрений с микроэлементами в период вегетации растений является важным фактором улучшения микроэлементного состава овощной продукции.

В настоящее время в растениеводстве все шире используются жидкие удобрения, которые наряду с основными элементами питания содержат микроэлементы и биологически активные регуляторы роста растений. Высокая эффективность некорневых обработок растений такими удобрениями связана с тем, что весь комплекс веществ, необходимый для роста растений, вносится в один прием, легко усваивается растением напрямую, через поверхность листа, действует быстро и эффективно, что позволяет избежать значительных потерь, которые неизбежны при внесении удобрений в почву. При этом можно строго дифференцировать питание растений в разные фазы вегетации, что положительно сказывается на их росте и развитии, повышении урожайности и качестве продукции [1, 2].

В связи с этим актуальной задачей является разработка жидких удобрений, включающих наряду с основными элементами питания необходимые растениям подвижные формы микроэлементов и биологически активные соединения рострегулирующего действия.

Наиболее целесообразно одновременное внесение минеральных удобрений и микроэлементов с регуляторами роста растений гуминовой природы, так как при этом растение обеспечивается питательными веществами, биогенными микроэлементами, а наличие гуминового препарата способствует более полному и эффективному их усвоению. Многолетними исследованиями убедительно доказано, что под влиянием низких концентраций (0,01–0,001 %) гуминовых кислот в растениях активизируются основные звенья обмена веществ: синтез белка, нуклеиновых кислот, пигментов, фосфорсодержащих соединений – переносчиков энергии. Гуминовые кислоты оказывают существенное влияние на ферментативную деятельность растительной клетки, фотохимические процессы, транспорт электронов и фосфорилирование в хлоропластах. Все это способствует повышению урожая и улучшению качества продукции [3, 4].

Немаловажным фактором является также стабилизирующая роль гуматсодержащих добавок в составе жидких удобрений, один из недостатков которых – неустойчивость питательных солей в растворах и выпадение их в осадок. Гуминовые вещества являются высокомолекулярными коллоидными системами со свойствами полизелектролитов, имеющих большую обменную емкость, и способны удерживать в растворе минеральные компоненты удобрения, регулировать их поступление в растения.

В настоящее время одним из наиболее распространенных способов использования гуматсодержащих удобрений с микроэлементами являются некорневые подкормки сельскохозяйственных культур в период их вегетации. Достоинствами такого приема являются возможность улучшения микроэлементного питания растений в период наибольшей их потребности и экономия дорогостоящих и дефицитных препаратов микроэлементов.

Цель работы – разработать жидкое гуматсодержащее удобрение с микроэлементами «Тезоро» и провести его регистрационные испытания на ряде овощных культур.

Материалы и методы исследований. При исследовании физико-химических свойств цвет удобрения «Тезоро» оценивали визуально, запах – органолептически, плотность измеряли ареометром, реакцию среды – при помощи ионометра И-120.1, оптическую плотность 0,01%-ных растворов определяли на спектрофотометре СпеккордUV-vis при длине волны 465 нм.

Метод определения массовой доли минеральных веществ (золы) заключался в полном сжигании навески высушенного образца удобрения в муфельной печи при температуре 650–700 °C и прокаливании зольного остатка до постоянной массы при той же температуре. Массовую долю золы определяли по процентному соотношению массы остатка, образующегося при прокаливании, к общей массе взятого образца. Массовую долю органических веществ удобрения – как разность сухих веществ и золы.

Гуминовые кислоты выделяли осаждением путем подкисления 10%-ной соляной кислотой до pH 2,0. Осадок выдерживали в морозильной камере при температуре –5 °C в течение 2 сут. Затем размораживали, фильтровали на взвешенные фильтры, отмывали дистиллированной водой до исчезновения ионов хлора в промывных водах, сушили при температуре 80 °C до постоянной массы и определяли содержание гуминовых кислот весовым методом.

Выделение фракции свободных фенольных соединений проводили путем экстракции диэтиловым эфиром с последующим растворением высущенного эфирного экстракта в 50%-ном этаноле. Суммарное содержание свободных фенольных соединений определяли по методике, основанной на их взаимодействии с реагентом Фолина – Дениса (смеси фосфомолибденовой и фосфовольфрамовой кислот) в присутствии углекислого натрия. В результате реакции развивалось синее окрашивание, основанное на образовании молибденовой и вольфрамовой сини. Оптическую плотность окрашенных растворов измеряли на спектрофотометре при 725–730 нм. Количество фенольных соединений определяли по калибровочной кривой, построенной по хлорогеновой кислоте [5].

Общее содержание карбоновых кислот определяли в пересчете на янтарную в растворе, прошедшем через колонку КУ-I, титрованием 0,05 н. раствора NaOH.

Определение фенолкарбоновых кислот проводили по методу [6].

Содержания общего азота определяли по методу Кельдаля согласно ГОСТ 26715-85.

Для исследования минерального состава гуминового удобрения «Тезоро» использовали сухое вещество, полученное путем упаривания и высушивания до полного удаления влаги, а также золу после его сжигания при температуре 650–700 °C. Исследования проводили методом рентгенофлуоресцентного анализа на анализаторе СЕР-01(ELVA-X).

При изучении действия гуматсодержащего удобрения «Тезоро» на рост и развитие растений овощных и зеленных культур закладку опытов проводили согласно методическим рекомендациям [7, 8].

В качестве эталонного использовали гуматсодержащее удобрение Гумирост, имеющее следующий состав: гуминовые вещества – 100 г/л, азот – 5,55 г/л; фосфор – 0,72 %, калий – 5,12 %; магний – 334 мг/л, цинк – 8,0, железо – 185, марганец – 9,5, медь – 4,75, кальций – 918, бор – 23 мг/л. Состав образца гуматсодержащего жидкого удобрения с микроэлементами «Тезоро»: гуминовые кислоты – 40 г/л; калий – 18,3; азот – 168,5; бор – 1,28 молибден – 0,12; йод – 0,17 г/л. Контрольный вариант – обработка водой.

Полевые опыты проводили на опытном участке РУП «Научно-практический центр НАН Беларусь по картофелеводству и плодовоовощеводству» (далее – РУП НПЦ НАН Беларусь по картофелеводству и плодовоовощеводству) в аг. Самохваловичи Минского района. Почва – дерново-подзолистая легкосуглинистая, с содержанием гумуса 2,09 %, P₂O₅ – 184 мг/кг, K₂O – 212 мг/кг, рН_{KCl} 5,8. Повторность опытов – четырехкратная. Размер учетных делянок – 28 м². Объектами исследований являлись томат сорта Вежа и огурец-гибрид сорта Кураж F1 в защищенном грунте, томат сорта Раница и огурец сорта Верасень в открытом грунте, салат кочанный сорта Ларанд, петрушка сорта Гигант де Италия, кориандр сорта Душистый.

Оптимальные дозы внесения удобрения «Тезоро» установлены в зависимости от потребности элементов питания салата, петрушки и кориандра и многосборовых овощных культур – огурца и томата, выращиваемых на дерново-подзолистых почвах, и составили для томата открытого грунта – 2,4 л/га, защищенного – 2,6; огурца открытого грунта – 2,1, защищенного – 2,2; салата – 1,2; петрушки – 1,4; кориандра – 1,3 л/га. Дозы внесения эталонного удобрения «Гумирост»: томаты открытого грунта – 2,6 л/га, защищенного – 2,8; огурец открытого и защищенного грунта – 2,4; салат – 1,5; петрушка – 1,7; кориандр – 1,6 л/га. Расход рабочего раствора – 300 л/га. Некорневые подкормки проведены через 7 дней после высадки рассады в грунт и в фазу бутонизации.

Наблюдения и учеты проведены согласно работам Б. А. Доспехова «Методика полевого опыта» [7] и В. Ф. Белика «Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве» [8]. Полученные в результате проведения исследований данные подвергнуты статистической обработке дисперсионным методом по Б. А. Доспехову с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение. Институтом природопользования НАН Беларусь совместно с РУП НПЦ НАН Беларусь по картофелеводству и плодовоовощеводству разработана технология получения удобрения на основе гуминовых кислот «Тезоро», которая заключается в получении жидкого гуминового препарата методом химической деструкции торфа при повышенных температуре и давлении с последующим введением в раствор соединений азота, калия и микроэлементов бора, молибдена и йода. Эти микроэлементы имеют важное биологическое значение при выращивании овощных культур. Так, основной физиологической функцией бора является участие в углеводном и белковом обмене, при его недостатке снижается содержание сахаров в овощной продукции. Бор способствует более раннему формированию урожая, его дефицит сказывается в первую очередь на молодых растениях, рост которых сильно замедляется. Молибден играет большую роль в азотном обмене растений, при его нехватке нарушаются и прекращается образование хлорофилла. Йод – жизненно важный элемент, недостаток которого наблюдается в почвах Беларусь и, следовательно, в получаемой продукции, поэтому его введение в состав удобрений является важной практической задачей. В гуматсодержащем удобрении летучие соединения йода связываются гуминовым комплексом, и он вполне доступен растениям. Кроме того, присутствие йода в удобрении повышает устойчивость растений к грибным и бактериальным болезням.

Установлена физико-химическая характеристика гуматсодержащего удобрения «Тезоро». Образец удобрения охарактеризован по ряду показателей: массовой доле сухих веществ, массовой доле органических веществ, зольности, активной кислотности и др. (табл. 1).

Таблица 1. Физико-химическая характеристика жидкого удобрения на основе гуминовых кислот «Тезоро»

Table 1. Physico-chemical characteristics of liquid fertilizer based on humic acids ‘Tesoro’

Цвет	Запах	Оптическая плотность	Массовая доля веществ, %		Плотность, г/см ³	рН
			органических	сухих		
Темно-коричневый	Щелочи и аммиака	0,65	40,60	44,04	1,14	9,95

Удобрение «Тезоро» представляет собой однородную, хорошо растворимую в воде непрозрачную жидкость темно-коричневого цвета с плотностью 1,14 г/см³ и рН 9,95. В составе удобрения содержится 43,3 % сухих и 40,6 % органических веществ. Содержание механических примесей составляет 0,1 %.

Выполнена химическая характеристика образца гуминового препарата, на основе которого получают удобрение «Тезоро» путем введения в его состав карбамида, микроэлементов и самого жидкого удобрения (табл. 2).

Таблица 2. Химический состав гуминового препарата и жидкого удобрения на основе гуминовых кислот «Тезоро»

Table 2. Chemical composition of humic preparation and liquid fertilizer based on humic acids ‘Tesoro’

Компоненты	Содержание			
	в гуминовом препарате		в удобрении	
	г/л	% на ОВ	г/л	% на ОВ
Органические вещества, в том числе:				
гуминовые кислоты	88,0	100,0	406,00	100,0
карбоновые кислоты	63,4	72,1	44,70	11,01
фенольные соединения	14,3	16,3	10,09	2,49
фенолкарбоновые кислоты	3,4	3,9	2,40	0,59
карбамид	2,3	2,6	1,60	0,39
	—	—	335,81	82,71
Минеральные вещества, в том числе:				
общий азот	27,0	—	34,36	—
	22,1	—	170,42	—
калий	—	—	15,23	—
бор	—	—	1,20	—
молибден	—	—	0,12	—
йод	—	—	0,16	—

Преобладающим компонентом гуминового препарата являются гуминовые вещества, содержание которых составляет 72,1 % в расчете на его органическую массу. Содержание карбоновых кислот – около 16,0 %, фенольных соединений – 3,9, в том числе фенолкарбоновых кислот – 2,6 %.

Основным биологически активным компонентом гуматсодержащего удобрения также являются гуминовые кислоты, концентрация которых достигает 44,70 г/л, или 11,01 %. Массовая доля низкомолекулярных карбоновых кислот составляет 10,09 г/л, фенолкарбоновых – 1,60 г/л. Удобрение обогащено азотом за счет введенного карбамида (335,81 г/л), содержание азота в растворе – 170,42 г/л.

Массовая доля гуминовых кислот, как и других биологически активных компонентов, в удобрении значительно снижается в сравнении с исходным гуминовым препаратом в связи с введением в его состав значительных количеств питательных добавок. Однако присутствие в жидком азотно-калийном удобрении биологически активных веществ торфа положительно воздействует на обменные процессы и иммунитет растений.

Экспериментальные данные по определению химического состава макро- и микроэлементов в сухом веществе и золе удобрения «Тезоро» представлены в табл. 3.

В наибольшем количестве в золе и сухом веществе гуминового удобрения представлен калий, доля которого составляет 64,18 % в зольном остатке и 31,23 % в сухом веществе. В значительных количествах присутствуют также железо, содержание которого в зольной части составляет 6,26 %, алюминий – 5,12, кремний – 6,37, кальций – 4,61 %. Магний в золе содержится в размере 2,65 %, фосфор – 2,16, натрий – менее 1 %.

Аналогичная закономерность снижения содержания макроэлементов наблюдается в сухом веществе от калия, кремния и железа к кальцию и алюминию и далее к магнию, фосфору и натрию. В целом основными макроэлементами представлено более 92 % зольной части гуминового удобрения. В основном макроэлементы привнесены зольными составляющими самого торфа, и лишь высокое содержание калия в сухом веществе и, соответственно, зольном остатке обусловлено применением калиевой щелочи как реагента в технологическом процессе.

Таблица 3. Содержание основных макро- и микроэлементов в сухом веществе и золе удобрения**Table 3: Content of main macro- and microelements in dry matter and ash of fertilizer**

Элемент	Массовая доля в сухом веществе		Массовая доля в золе	
	мкг/г	%	мкг/г	%
Макроэлементы				
Si	41 173,2834	4,12	63 721,0114	6,37
Al	20 126,1489	2,01	51 246,2167	5,12
Mg	10 124,2110	1,01	26 480,3718	2,65
K	312 316,7812	31,23	641 786,0012	64,18
P	9891,3971	0,99	21 608,3154	2,16
Ca	20 653,3871	2,07	46 078,6100	4,61
Fe	32 858,9216	3,29	62 551,6512	6,26
Na	875,2060	0,09	8124,6850	0,81
Микроэлементы				
Ti	1208,8110	0,1209	2699,9500	0,2690
Cr	107,9500	0,0108	188,9058	0,0188
Mn	250,2518	0,0250	371,1265	0,04
Ni	68,6202	0,0069	120,2651	0,0120
Cu	65,8944	0,0066	113,1076	0,0113
Zn	11,7784	0,01178	20,4631	0,0020
As	0,4083	0,00004	0,4337	0,00004
Se	14,6758	0,0015	20,1614	0,0020
Br	33,0474	0,0033	58,8351	0,0059
Sr	105,7909	0,0106	230,3311	0,0230
Mo	270,0488	0,027	516,0383	0,0516
Cd	4,7578	0,0004	9,2755	0,0009
I	360,3622	0,0364	745,2348	0,0745
Bi	1,8725	0,0002	5,5151	0,0005
S	498,6390	0,0498	1964,5990	0,1964
Co	237,2741	0,0237	464,9332	0,0464
V	27,9654	0,0028	36,6785	0,0037
Pb	30,0823	0,0030	37,7089	0,0038
Rb	11,3438	0,0011	28,9998	0,0029
Hg	0,7707	0,0001	6,1903	0,0006
Cs	57,0010	0,0057	126,7757	0,0127
Ba	190,6261	0,0191	100,4665	0,0100
Sb	13,6477	0,0014	19,5899	0,0019
Tl	4,3588	0,0004	4,5636	0,0005
Y	13,3122	0,0013	17,1733	0,0017
Nb	6,3972	0,0006	8,2759	0,0008
In	3,0981	0,0003	9,8218	0,0010
B	2699,0693	0,2699	5398,6011	0,5398
Ga	15,9165	0,0016	46,6438	0,0047
U	0,3061	0,00003	7,0101	0,0007
Ag	–	–	6,3808	0,0006
W	–	–	4,8081	0,0005

Анализ данных химического состава микроэлементов в сухом веществе и золе удобрения «Тезоро» показывает, что его минеральная часть содержит более 30 микроэлементов, среди которых преобладает бор. Массовая доля бора в сухом веществе 0,27 %, в золе – 0,54 %. Содержание йода в сухом веществе удобрения составляет 0,04 %, в золе – 0,07 %, молибдена – 0,03 и 0,05 %, титана – 0,12 и 0,27 %, марганца – 0,02 и 0,04 %, кобальта – 0,02 и 0,05 %, бария – 0,02 и 0,01 % соответственно. Значительно меньше меди, никеля, селена, молибдена, ванадия, цинка, брома, свинца. Доля этих микроэлементов находится в пределах от 30 до 68 мкг/г сухого вещества удобрения. Кадмий, висмут, бериллий, ртуть, и другие элементы присутствуют в виде следов.

Таким образом, исследование физико-химических свойств и химического состава гуматсодержащего удобрения «Тезоро» показало наличие в его составе широкого спектра биологически активных соединений, в том числе гуминовых веществ, низкомолекулярных органических кислот, фенолкарбоновых кислот, низкомолекулярных фенольных соединений, обладающих ростстимулирующими свойствами. Удобрение содержит широкий спектр макро- и микроэлементов, многие из которых необходимы растениям для роста, развития и повышения продуктивности.

РУП НПЦ НАН Беларусь по картофелеводству и плодоовощеводству проведены испытания эффективности применения удобрения на основе гуминовых кислот «Тезоро» на ряде овощных и зеленых культур. Это удобрениеоказало заметное влияние на рост, морфометрические показатели растений как открытого, так и защищенного грунта (табл. 4–6).

Таблица 4. Влияние удобрения «Тезоро» на морфометрические параметры растений томата в открытом и защищенном грунте

Table 4. Effect of ‘Tesoro’ fertilizer on morphometric parameters of tomato plants in open and protected soil

Вариант	Высота растения, см	Ширина куста, см	Количество, шт.	
			кистей	плодов
<i>Открытый грунт</i>				
Контроль	68	66,5	5	62
Гумирост (эталон), 2,6 л/га	77	78,5	6	73
Тезоро, 2,4 л/га	78	84,0	7	74
HCP _{0,5}	0,58	0,52	0,17	0,28
<i>Защищенный грунт</i>				
Контроль	184	–	6	30
Гумирост (эталон), 2,8 л/га	214	–	7	42
Тезоро, 2,6 л/га	236	–	9	45
HCP _{0,5}	0,52	–	0,18	0,31

В открытом грунте, по сравнению с контрольным и эталонным вариантами, высота растений увеличилась на 10 и 1 см, ширина куста – на 17,5 и 5,5 см, количество цветущих кистей – на 2 и 1 шт. и плодов – на 12 и 1 шт. соответственно. Биометрические измерения, проведенные после двух обработок растений в закрытом грунте, показали увеличение высоты растений по отношению к контролю на 52 см, к эталону – на 22 см, возросло также количество листьев, цветков, плодоносящих и цветущих кистей, плодов.

У растений огурца защищенного грунта длина главного лианообразного стебля увеличилась по отношению к контрольным растениям на 27,7 %, к эталонным – на 4,1 %. Растения огурца в контрольном варианте имели 4 боковых плети, в эталонном – 6, а в опытном – 7 боковых плетей, значительно увеличилось и количество листьев (табл. 5).

Таблица 5. Влияние удобрения «Тезоро» на морфометрические параметры растений огурца в открытом грунте

Table 5. Effect of ‘Tesoro’ fertilizer on morphometric parameters of cucumber plants in the open ground

Вариант	Длина главного лианообразного стебля, см	Количество, шт.	
		боковых плетей	листьев
Контроль	119	4	44
Гумирост (эталон), 2,4 л/га	146	6	50
Тезоро, 2,1 л/га	152	7	51
HCP _{0,5}	5,4	0,32	0,58

В конце опыта высота растений огурца защищенного грунта составляла 236 см, что превышало высоту растений контрольного и эталонного вариантов на 20,4 и 3,96 % (табл. 6). Количество листьев при этом было на уровне контрольных растений, но увеличивалось число боковых плетей, а средняя масса плода возрастала в сравнении с контрольным вариантом на 9,3 %, с эталоном – на 3,7 %.

Таблица 6. Влияние удобрения «Тезоро» на морфометрические параметры растений огурца в защищенном грунте

Table 6. Effect of ‘Tesoro’ fertilizer on morphometric parameters of cucumber plants in protected soil

Вариант	Высота растения, см	Количество, шт.		Масса плода, г
		листьев	боковых плетей	
Контроль (без внесения удобрений)	196	52	7	129
Гумирост (эталон) 2,4 л/га	227	54	10	136
Тезоро, 2,2 л/га	236	51	12	141
HCP _{0,5}	0,52	0,34	0,42	2,4

В табл. 7 приведены морфометрические параметры салата кочанного, в табл. 8 – петрушки и кориандра.

Таблица 7. Влияние удобрения «Тезоро» на морфометрические параметры салата кочанного

Table 7. Effect of ‘Tesoro’ fertilizer on morphometric parameters of cabbage lettuce

Вариант	Высота растения, см	Количество листьев, шт	Ширина розетки, см	Диаметр кочана, см	Масса, г	
					листьев	корней
Контроль (без удобрений)	19,3	12	31,0	10,2	370,4	33,1
Гумирост (эталон) 1,5 л/га	20,0	12	32,4	11,2	390,0	31,6
Тезоро, 1,2 л/га	22,9	13	33,0	10,9	410,6	33,4
HCP _{0,5}	0,17	0,24	0,38	0,21	0,52	0,24

Под влиянием некорневых подкормок салата кочанного удобрением «Тезоро» увеличилась высота растений на 18,6 % по отношению к контрольным растениям и на 14,5 % к выращенным с эталоном – удобрением «Гумирост». Ширина розетки салата превышала контрольный вариант на 6,5 %, эталонный – почти на 2,0, общая масса листьев – на 10,7 и на 5,1 % соответственно.

Установлено, что при некорневых подкормках петрушки и кориандра удобрением на основе гуминовых кислот «Тезоро» их морфометрические показатели (высота растений, длина и ширина листа, количество листьев и др.) увеличились по сравнению с контрольным вариантом и эталоном (табл. 8).

Таблица 8. Влияние удобрения «Тезоро» на морфометрические параметры растений петрушки и кориандра

Table 8. Effect of ‘Tesoro’ fertilizer on morphometric parameters of parsley and coriander plants

Вариант	Высота растения, см	Количество листьев, шт.	Длина листа, см		Ширина листа, см
			Парсley листовая	Кориандр	
Контроль (без удобрений)	35,7	19	18,3	11,0	
Гумирост (эталон), 1,7 л/га	35,0	19	19,1	10,6	
Тезоро, 1,4 л/га	36,7	23	23,2	10,8	
HCP _{0,5}	0,14	0,28	0,37	0,22	

Положительная динамика морфометрических показателей растений томата, огурца и зеленных культур во многом определила увеличение их урожайности и качественных показателей плодов (табл. 9).

Таблица 9. Влияние удобрения «Тезоро» на урожайность и качество плодов

Table 9. Effect of ‘Tesoro’ fertilizer on fruit yield and quality

Вариант	Урожайность, *т/га, **кг/м ²	Прибавка		Товарность плодов, %	Нитраты	
		т/га, кг/м ²	%		мг/кг	% к контролю
<i>Томаты открытого грунта, т/га</i>						
Контроль	25,0	–	–	74	24	–
Гумирост	36,0	11	44,0	79	25	+4,2
Тезоро	38,0	13	52,0	85	16	-33,3
HCP _{0,5}	0,22	–	–	–	0,46	–
<i>Томаты защищенного грунта, кг/м²</i>						
Контроль	8,7	–	–	74	31	–
Гумирост	11,9	3,2	36,8	88	34	+3,2
Тезоро	12,5	3,8	43,7	89	25	-19,3
HCP _{0,5}	0,34	–	–	–	0,58	–

Вариант	Урожайность, *т/га, **кг/м ²	Прибавка		Товарность плодов, %	Нитраты	
		т/га, кг/м ²	%		мг/кг	% к контролю
<i>Огурец открытого грунта, т/га</i>						
Контроль	28,0	—	—	73	29	—
Гумирост	45,0	17	60,7	76	30	+3,4
Тезоро	46,0	18	64,3	87	23	-27,6
HCP _{0,5}	0,41	—	—	—	0,45	
<i>Огурец защищенного грунта, кг/м²</i>						
Контроль	9,1	—	—	73	32	—
Гумирост	12,4	3,3	36,2	76	31	-3,1
Тезоро	12,9	3,8	41,8	87	24	-21,9
HCP _{0,5}	0,41	—	—	0,36	0,42	
<i>Салат кочанный</i>						
Контроль	0,7	—	—	77	—	—
Гумирост	1,5	0,8	114,3	93	—	—
Тезоро	1,8	1,1	157,1	95	—	—
HCP _{0,5}	0,24	—	—	—	—	—
<i>Петрушка листовая</i>						
Контроль	0,9	—	—	94	—	—
Гумирост	1,5	0,6	66,7	96	—	—
Тезоро	1,8	0,9	100,0	98	—	—
HCP _{0,5}	0,31	—	—	—	—	—
<i>Кориандр</i>						
Контроль	1,1	—	—	96	—	—
Гумирост	1,9	0,8	72,7	97	—	—
Тезоро	2,2	1,1	100,0	98	—	—
HCP _{0,5}	0,26	—	—	—	—	—

*Урожайность для открытого грунта.

**Урожайность для защищенного грунта.

Применение удобрения «Тезоро» обеспечило повышение урожайности плодов томата открытого грунта на 13 т/га (52,0 %) в сравнении с контролем и на 2 т/га (8 %) в сравнении с эталонным вариантом – удобрением «Гумирост». Урожайность плодов томата защищенного грунта при использовании удобрения «Тезоро» увеличилась на 3,8 кг/м² (43,6 %) по сравнению с контрольным вариантом и на 0,6 кг/м² (6,9 %) по сравнению с эталоном (11,9 кг/м²).

Урожайность плодов огурца открытого грунта в варианте с применением удобрения «Тезоро» увеличилась по сравнению с контролем на 18 т/га (64,3 %) и на 1 т/га (4,4 %) по сравнению с эталоном (45 т/га). Урожайность плодов огурца в закрытом грунте при трехкратном внесении гуматсодержащего удобрения «Тезоро» возросла на 3,8 кг/м² (41,8 %) и 0,5 кг/м² (5,5 %) соответственно.

Установлено, что урожайность петрушки при двукратном внесении гуматсодержащего удобрения «Тезоро» увеличилась на 0,9 кг/м² (100 %) по отношению к контролю и на 0,3 кг/м², или 33,3 % к урожайности в эталонном варианте. Урожайность кориандра и салата кочанного по сравнению с контролем увеличилась на 100,0 и 157,1 % (1,1 кг/м²), а с эталоном – на 27,3 и 42,8 % соответственно.

Отмечено, что применение гуматсодержащего удобрения «Тезоро» при некорневых подкормках овощных культур в условиях как защищенного, так и открытого грунта, способствовало росту товарности продукции (см. табл. 9). Товарность плодов томата повысилась по отношению к контролю на 11–15 % и к эталону – на 1–6 %, плодов огурца – на 14–19 и 11–15 % соответственно.

Среди зеленных культур значительно увеличилась товарность салата кочанного в сравнении с контрольным вариантом (на 23,4 %), товарность петрушки и кориандра также имела тенденцию к увеличению и несколько превышала товарность продукции эталонного варианта.

Определен уровень нитратонакопления в плодах томата и огурца, выращенных с использованием некорневых обработок гуматсодержащим удобрением «Тезоро» в сравнении с эталонным и контрольным вариантами. Установлено, что трехкратное опрыскивание растений огурца и томата защищенного и открытого грунта приводило к значительному снижению содержания нитратов в конечной продукции, в том числе в сравнении с эталонным вариантом. Применение «Тезоро» снижало содержание нитратов в плодах огурца защищенного грунта на 21,9 %, открытого грунта – на 27,6, томата защищенного грунта – на 19,3, открытого грунта – на 33,3 %. Возможно, это связано с тем, что гуминовые вещества оказывают существенное влияние на азотный обмен растений и могут быть использованы в качестве эффективных ингибиторов нитратонакопления.

Заключение. Разработана технология получения жидкого азотно-калиевого удобрения на основе гуминовых кислот «Тезоро», которая заключается во введении в раствор гуминового препарата, получаемого методом химической деструкции торфа, соединений азота, калия и микроэлементов, имеющих важное биологическое значение при выращивания овощных культур. Исследование химического состава удобрения показало наличие в его составе биологически активных соединений, в том числе гуминовых веществ, низкомолекулярных органических кислот, фенолкарбоновых кислот, низкомолекулярных фенольных соединений, обладающих ростстимулирующими свойствами, и широкого спектра макро- и микроэлементов, необходимых растениям для роста, развития и повышения продуктивности. Агрохимические испытания нового удобрения «Тезоро» показали высокую эффективность его применения на культурах огурца и томата защищенного и открытого грунтов, петрушке, салате и кориандре. Установлено, что использование удобрения «Тезоро» для некорневых подкормок способствовало улучшению морфометрических параметров растений: высоты, количества листьев, плетей огурца, кистей томата, плодов огурцов и томатов, их массы и товарности плодов, а также увеличению урожайности огурца защищенного грунта на 41,8 %, открытого грунта – на 64,3, томатов защищенного грунта – на 43,7, томатов открытого грунта – на 52,0, салата кочанного – на 157,1, петрушки и кориандра – на 100,0 %. Содержание нитратов в плодах огурца и томата в вариантах с внесением гумат-содержащего удобрения «Тезоро» снижалось на 25–33 %.

В настоящее время жидкое удобрение на основе гуминовых кислот «Тезоро» прошло государственную регистрацию, выпускается на одном из предприятий Беларуси и используется в растениеводстве не только на овощных, но и на зерновых культурах, кукурузе, рапсе, картофеле, льне, сахарной свекле.

Список использованных источников

- Степуро, М. Ф. Научные основы интенсивных технологий овощных культур / М. Ф. Степуро. – Минск : Издат. Вараксин А. Н., 2011. – 295 с.
- Степуро, М. Ф. Удобрение овощных культур / М. Ф. Степуро. – Минск : Беларус. наука, 2016. – 193 с.
- Томсон, А. Э. Торф и продукты его переработки / А. Э. Томсон, Г. В. Наумова. – Минск : Беларус. наука, 2009. – 328 с.
- Биологически активные гуминовые препараты и различные аспекты их физиологического действия / Г. В. Наумова, Н. А. Жмакова, Т. Ф. Овчинникова [и др.] // Природопользование. – 1996. – Вып. 1. – С. 99–103.
- Методы биохимического исследования растений / под ред. А. И. Ермакова. – Л. : Колос, 1972. – С. 112–113.
- Волынец, А. П. Методы определения фитогормонов, ингибиторов роста, дефолиантов и гербицидов / А. П. Волынец, С. М. Моштаков. – Минск : Ураджай, 1973. – С. 39–43.
- Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник для студ. высших с.-х. учеб. завед. по агроном. спец. / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
- Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве / под ред. В. Ф. Белика, Г. Л. Бондаренко. – М. : Агропромиздат, 1979. – 210 с.

References

- Stepuro M. F. *Nauchnye osnovy intensivnyh tekhnologij ovoshchnyh kul'tur* [Scientific foundations of intensive technologies of vegetable crops]. Minsk, Publ. Varaksin A. N., 2011, 295 p. (in Russian)
- Stepuro M. F. *Udobrenie ovoshchnyh kul'tur* [Fertilization of vegetable crops]. Minsk, Belaruskaya Navuka Publ., 2016, 193 p. (in Russian)
- Tomson A. E., Naumova G. V. *Torf i produkty ego pererabotki* [Peat and products of its processing]. Minsk, Belaruskaya Navuka Publ., 2009, 328 p. (in Russian)
- Naumova G. V., Zhmakova N. A., Ovchinnikova T. F., Konoplyva E. F., Makarova N. L., Ermakova S. S. *Biologicheski aktivnye guminovye preparaty i razlichnye aspekty ih fiziologicheskogo deystviya* [Biologically active humic preparations and various aspects of their physiological action]. *Nature Management*, 1996, iss. 1, pp. 99–103. (in Russian)
- Metody biohimicheskogo issledovaniya rastenij* [Methods of biochemical study of plants]. Ed. by A. I. Ermakov. Leningrad, 1987, pp. 112–113. (in Russian)
- Volynev A. P., Moshtakov S. M. *Metody opredeleniya fitogormonov, ingibitorov rosta, defoliantov i gerbicidov* [Methods of determination of phytohormones, growth inhibitors, defoliants and herbicides]. Minsk, Harvest Publ., 1973, pp. 39–43. (in Russian)
- Dospekhov B. A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij)* [Methods of field experiments (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985, 351 p. (in Russian)
- Metodika polevogo opyta v ovoshchevodstve i bahchevodstve* [Methodology of field experiment in vegetable and melon growing]. Ed. V. F. Belika, G. L. Bondarenko. Moscow, Agropromizdat Publ., 1979, 210 p. (in Russian)

Информация об авторах

Жмакова Надежда Анатольевна – кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Институт природопользования НАН Беларусь (ул. Ф. Скорины, 10, 220076, г. Минск, Беларусь). E-mail: zhmakova@mail.ru

Степуро Мечислав Францевич – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, главный научный сотрудник, РУП НПЦ НАН Беларусь по картофелеводству и плодоовощеводству (ул. Ковалева, 2а, 223013, Минская область, Минский район, аг. Самохваловичи, Беларусь). E-mail: mfstepuro@mail.ru

Макарова Наталья Леонидовна – кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник, Институт природопользования НАН Беларусь (ул. Ф. Скорины, 10, 220076, г. Минск, Беларусь). E-mail: nat.makarova05@gmail.com

Пась Полина Владимировна – научный сотрудник, РУП НПЦ НАН Беларусь по картофелеводству и плодоовощеводству (ул. Ковалева, 2а, 223013, Минская область, Минский район, аг. Самохваловичи, Беларусь)

Матюк Тамара Васильевна – старший научный сотрудник, РУП НПЦ НАН Беларусь по картофелеводству и плодоовощеводству (ул. Ковалева, 2а, 223013, Минская область, Минский район, аг. Самохваловичи, Беларусь)

Information about the authors

Nadezhda A. Zhmakova – Ph. D. (Technical), Associate Professor, Leading Researcher, Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus (10, F. Skoriny Str., 220076, Minsk, Belarus). E-mail: zhmakova@mail.ru

Mechislav F. Stepuro – D. Sc. (Agricultural) Associate Professor, Chief Researcher, Research and Practical Center of National Academy of Sciences of Belarus for Potato and Fruit and Vegetable Growing (2a, Kovaleva Str., 223013, Minsk region, Minsk district, Samokhvalovichi agricultural village, Belarus). E-mail: mfstepuro@mail.ru

Natalyia L. Makarova – Ph. D. (Technical), Associate Professor, Senior Researcher, Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus (10, F. Skoriny Str., 220076, Minsk, Belarus). E-mail: nat.makarova05@gmail.com

Polina V. Pas – Researcher, Research and Practical Center of National Academy of Sciences of Belarus for Potato and Fruit and Vegetable Growing (2a, Kovaleva Str, 223013, Minsk region, Minsk district, Samokhvalovichi agricultural village, Belarus)

Tamara V. Matyuk – Senior Researcher, Research and Practical Center of National Academy of Sciences of Belarus for Potato and Fruit and Vegetable Growing (2a, Kovaleva Str, 223013, Minsk region, Minsk district, Samokhvalovichi agricultural village, Belarus)