

УДК 665.947.2.063.8

А. М. Брайкова, доц., зав. кафедрой, канд. хим. наук;  
Т. А. Базыльчук, зам. декана, канд. техн. наук; Ю. А. Яковенко, студ.  
(БГЭУ, г. Минск)

## **МОНИТОРИНГ КАТИОННО-АНИОННОГО СОСТАВА ЖИДКИХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ**

Жидкие комплексные удобрения представляют собой растворы, содержащие комплекс минеральных элементов, необходимых растениям для полноценного роста и развития. Удобрения широко применяются в сельском хозяйстве, садоводстве и огородничестве, поскольку способствуют поступлению питательных веществ в растения, обеспечивающих их устойчивость и продуктивность.

Жидкие комплексные удобрения удобны в применении, имеют сбалансированный состав, быстро усваиваются растениями. Жидкие комплексные удобрения выбирают с учетом периода вегетации растений, потребности конкретных культур в питательных веществах, условий возделывания и состава почв и др.

В Республике Беларусь принят целый ряд технических нормативных правовых актов (ТНПА), устанавливающих требования к удобрениям, основными из которых являются: Технический регламент Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 039/2016 «О требованиях к минеральным удобрениям», Технический регламент Республики Беларусь ТР 2010/014/ВУ «Минеральные удобрения. Безопасность», межгосударственный стандарт ГОСТ 34102-2017 «Удобрения органические на основе органоминеральных отходов» и др.

Согласно требованиям ТНПА, в удобрениях минеральных и органических регламентируются показатели качества и безопасности, среди которых такие физико-химические показатели, как значение рН, общая минерализация, массовые доли первичных питательных веществ (N, P, K), массовые доли вторичных питательных веществ (Ca, Mg, Na и др.).

Цель работы – провести мониторинг физико-химических показателей качества удобрений, отвечающих за их катионно-анионный состав, таких как, содержание  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ , показатель кислотности рН, показатель общей минерализации.

Для исследования были выбраны образцы жидких комплексных удобрений, реализуемых на рынке Республики Беларусь, характеристика которых представлена в таблице 1.

**Таблица 1 – Характеристика образцов жидких комплексных удобрений**

№	Название	Назначение	Страна-производитель	Состав
1	Жидкий биогумус	Корневая подкормка растений	Беларусь	Гуминовые кислоты, фульвокислоты, природные фитогормоны, макро- и микроэлементы
2	Удобрение комплексное «Витоккоктейль»	Для подкормки капусты, огурцов	Беларусь	Азот 0,4-0,6%; фосфор 0,3-0,5%; калий 0,3-0,5%; бор 0,005-0,015 г/дм <sup>3</sup> ; медь 0,01-0,02 г/дм <sup>3</sup> ; цинк 0,01-0,035 г/дм <sup>3</sup> ; марганец 0,005-0,02 г/дм <sup>3</sup> ;
3	Удобрение комплексное «Витоккоктейль»	Для подкормки растений	Беларусь	Азот 0,6-0,7%; фосфор 0,2-0,3%; калий 0,65-1%; бор 0,01-0,035 мг/дм <sup>3</sup> ; цинк 0,024-0,055 г/дм <sup>3</sup> ; марганец 0,008-0,045 г/дм <sup>3</sup> ; магний 0,01-0,012 г/дм <sup>3</sup> ; молибден 0,008-0,025 г/ дм <sup>3</sup> ; селен 0,0002-0,0007 г/ дм <sup>3</sup> .
4	Белвито	Для фиалок	Беларусь	Азот 3,1-3,8 %; калий 3,8-4,5; фосфор 0,8-1,2 %; магний 0,55-0,75 %; микроэлементы: железо, марганец, цинк, кобальт, медь, молибден, бор.
5	Жидкое удобрение «Здравень-аква»	Для подкормки томатов и перцев	Россия	Азот 1,2%, фосфор 4,6%, калий 3,5%, магний 0,4%, бор 0,006%, марганец 0,008%, цинк 0,004%, медь 0,005%, молибден 0,001%, гумат натрия 0,6%. В форме хелатов: Mn, Zn, Cu.
6	Мечта ботаника	Для подкормки лимона, мандарина жасмина	Беларусь	Азот 0,4-0,6%; фосфор 0,3-0,5%; калий 0,3-0,5%; бор 0,005-0,015 г/дм <sup>3</sup> ; марганец 0,005-0,02 г/дм <sup>3</sup> ; магний 0,014-0,07 г/дм <sup>3</sup> ;
7	Мир цветов	Для декоративно-цветущих растений	Беларусь	Азот 0,3-0,5%; фосфор 0,3-0,5%; калий 0,3-0,5%; марганец 0,005-0,015 г/дм <sup>3</sup> ; магний 0,002-0,02 г/дм <sup>3</sup> .
8	Биогумус для растений	Для повышения плодородия почвы	Россия	Азот 3 кг/т; калий 3 кг/т; фосфор 2 кг/т.

Методика проведения исследования. Значение показателя кислотности определяли с помощью рН-метра марки рН-150М, предварительно откалиброванного по трем буферным растворам с рН 4,01; 6,80 и 9,18, приготовленным из стандарт-титров. Показания прибора считывали не

ранее, чем через 1,5 мин после погружения электродов в измеряемую среду. Согласно требованиям межгосударственного стандарта, ГОСТ 33830-2016 «Удобрения органические на основе отходов животноводства», значение показателя кислотности для различных видов органических удобрений должен составлять 6,0 – 8,5 единиц рН [1].

Общую минерализацию определяли кондуктометром-солемером HANNA HI 8734, путем погружения датчика кондуктометра в образцы жидких комплексных удобрений. После каждого определения датчик тщательно промывали дистиллированной водой. Показатель общей минерализации указывает на общее содержание диссоциированных солей [2]. Содержание катионов  $K^+$ ,  $Na^+$  и нитрат-ионов  $NO_3^-$  определяли методом прямой потенциометрии с помощью соответствующих ион-селективных электродов на иономере И-160М. В качестве электрода сравнения применяли хлорсеребряный электрод. Для определения  $K^+$ ,  $Na^+$  и  $NO_3^-$  готовили серии соответствующих стандартных растворов, содержащих определяемые ионы в диапазонах, сопоставимых с указанными содержаниями на этикетках образцов удобрений, измеряли разность потенциалов электродной пары  $E$  (мВ) для каждого стандартного раствора и строили градуировочные графики в координатах « $E$ , мВ – концентрация иона, моль/дм<sup>3</sup>» для каждого из определяемых ионов. Затем выполняли измерение  $E$  (мВ) образцов удобрений и по градуировочным графикам определяли содержание  $K^+$ ,  $Na^+$  и  $NO_3^-$ . Поскольку на товарной этикетке содержание калия, натрия и общего азота указано в %, провели соответствующий пересчет, позволяющий в дальнейшем сопоставить полученные результаты с заявленными изготовителем на маркировке.

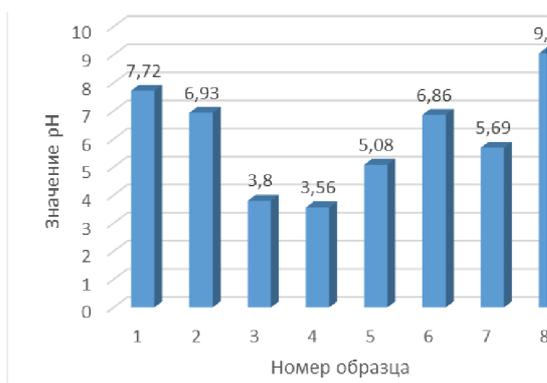
Полученные результаты определения некоторых физико-химических показателей (рН, общей минерализации, содержания калия, натрия, общего азота) представлены в таблице 2 и на рисунках 1-5.

Как видно из таблицы 2 и рисунка 1, образцы № 3 и № 4 обладают значением показателя рН ниже 4 (кислая среда), образцы № 5 и № 7 – значением рН ниже 6 (слабокислая среда), а образец № 8 – значением рН выше 9 (слабощелочная среда). У образцов № 1, № 2, № 6 значение рН соответствует норме согласно ГОСТ 33830-2016.

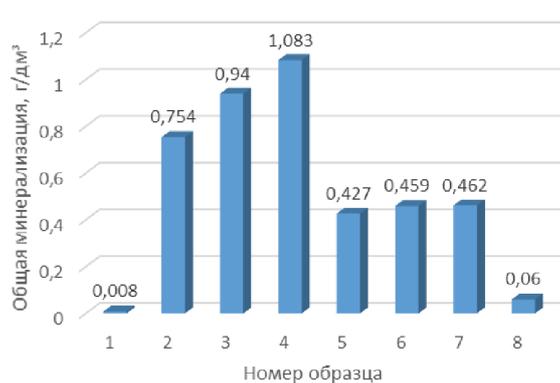
Наибольшим значением общей минерализации обладает образец № 4 (1,083 г/дм<sup>3</sup>), наименьшим – образец № 1 (0,008 г/дм<sup>3</sup>) (таблица 1, рисунок 2).

**Таблица 2 – Результаты определения физико-химических показателей**

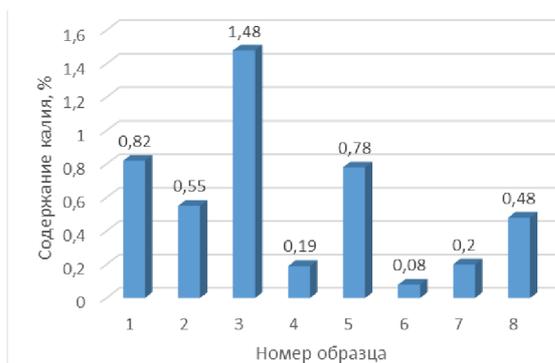
№ образца	рН	Общая минерализация, г/дм <sup>3</sup>	Содержание калия, %		Содержание натрия, %	Содержание общего азота, %	
			установлено экспериментально	указано на этикетке		установлено экспериментально	указано на этикетке
1	7,72±0,08	0,008±0,001	0,82±0,04	-	7,72±0,35	0,85±0,043	-
2	6,93±0,07	0,754±0,027	0,55±0,03	0,3-0,5	7,37±0,33	0,61±0,031	0,4-0,6
3	3,80±0,04	0,940±0,038	1,48±0,07	0,65-1	1,77±0,09	1,35±0,068	0,6-0,7
4	3,56±0,03	1,083±0,045	0,19±0,01	3,8-4,5	2,43±0,12	0,25±0,013	3,1-3,8
5	5,08±0,05	0,427±0,016	0,78±0,04	3,5	5,71±0,02	0,81±0,041	1,2
6	6,86±0,07	0,459±0,017	0,08±0,01	0,3-0,5	10,19±0,05	0,14±0,007	0,4-0,6
7	5,69±0,06	0,462±0,017	0,20±0,01	0,3-0,5	5,20±0,02	0,27±0,014	0,4-0,6
8	9,05±0,09	0,060±0,009	0,48±0,03	0,3	16,80±0,08	0,55±0,028	0,3



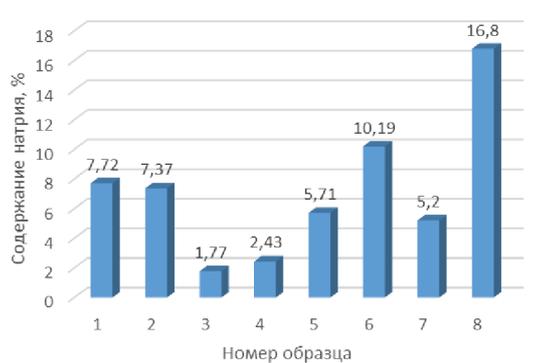
**Рисунок 1 – Значения рН образцов**



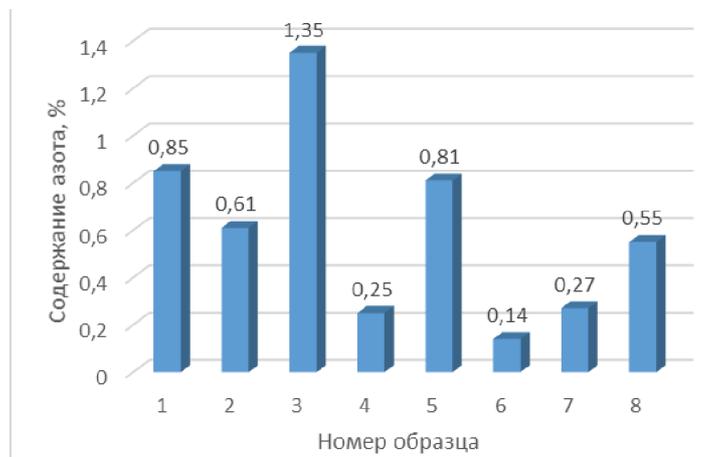
**Рисунок 2 – Значения общей минерализации образцов**



**Рисунок 3 – Содержание калия в образцах**



**Рисунок 4 – Содержание натрия в образцах**



**Рисунок 5 – Содержание азота в образцах**

Содержание калия в образце № 2 соответствует заявленному значению на упаковке. Наибольшее содержание калия получено у образца № 3 (таблица 1, рисунок 3).

Наибольшее значение содержания натрия получено у образцов № 6 и № 8, наименьшее – у образцов № 3 и № 4 (таблица 1, рисунок 4).

Экспериментально полученное содержание азота соответствует заявленному на этикетке у образца № 2 (таблица 1, рисунок 5). У остальных исследованных образцов значения массовой доли калия и азота выше либо ниже заявленного значения на этикетке.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Матвейко Н.П., Брайкова А.М., Садовский В.В. Контроль показателей качества искусственных почвогрунтов // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2015. – №29. – С. 92–100.

2. Брайкова А.М., Гапонова Т.А. Мониторинг показателей качества жидких органоминеральных удобрений // Мичуринский агрономический вестник. – 2022. – № 1. – С. 70–75.