*Неорганічна хімія*

**Примаченко С. В.**

*асистент кафедри хімії і хімічної технології,*

*Національний авіаційний університет*

**Максін В. І.**

### *доктор хімічних наук, професор*

### *кафедри* [*аналітичної і біонеорганічної хімії та якості води*](https://nubip.edu.ua/node/1105)

### [*Національний університет біоресурсів і природокористування*](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%83%D0%BD%D1%96%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%82_%D0%B1%D1%96%D0%BE%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%83%D1%80%D1%81%D1%96%D0%B2_%D1%96_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8) *України*

**Вивчення ПРОДУКТІВ твердофазного синтезу борвмісних сполук на основі маніту МЕТОДОМ   
іч-СПЕКТРОСКОПІЇ**

Останнім часом, у зв’язку з інтенсифікацією господарської діяльності на території України [1] цікавість до нових борвмісних добрив суттєво збільшилась [2]. Так, боретаноламін має високу розчинність, великий питомий вміст бору, який знаходиться у формі, що теоретично покращує його засвоєння, вважається на сьогоднішній день одними з найпоширеніших борвмісних добрив нового покоління [3].

З хімічної точки зору триосновна борна кислота є слабкою але достатньо реакційно здатною. Вона утворює етери з одно-, двох-, трьох- і багатоатомними спиртами, реагує з органічними кислотами. Утворення продуктів взаємодії відбувається з відщепленням молекул води, тому синтез у розчині проводять в умовах її виділення або концентрованою сірчаною кислотою або відгонкою [4].

У світі вищезгаданого цікавим є питання одержання нових борвмісних сполук у твердому стані і дослідження їх структури, та застосування продуктів реакції у якості борвмісних добрив.

В даній роботі ми спробували відійти від традиційного синтезу композиції у розчині, з використанням сірчаної кислоти, у якості агента, що може зв'язувати воду, і перейти до твердофазного синтезу у вигляді розплавів. В якості аналізованих сполук були обрані етери борної кислоти з манітом (органічним багатоатомним спиртаом). Зразки досліджували на методом ІЧ-спектроскопії. ІЧ-спектри таблетованих зразків отримали на приладі Perkin Elmer Spectrum one FT-IR Spectrometer (300-4000 см-1). Суміш, в співвідношенні 1 мг речовино на 200 мг KBr пресували під тиском 7 т/см2 впродовж 30 с. Аналізу піддалися наступні речовини: борна кислота, маніт, механічна суміш борної кислоти та маніту, продукт реакції борної кислоти та маніту у співвідношенні 1:1, продукт реакції борної кислоти та маніту у співвідношенні 2:1, продукт реакції борної кислоти, маніту та безводного купрум (II) сульфату у співвідношенні 1:1:1, продукт реакції борної кислоти, маніту та безводного купрум (II) сульфату, у співвідношенні 2:1:1.

Вихідний ІЧ–спкектр борної кислоти та D–маніту, взятий з <http://sdbs.db.aist.go.jp/> і має наступні характерні смуги поглинання (с.п) , що позначені на рис.1-4 суцільною лінією (борна кислота) та пунктирною лінією (маніт): **H3BO3: ІЧ–спектр** 3500 осш (υ, ОН в воді), 3212 (υ, ОН в B–O–H), 2270, 1642 (δ OН в воді), 1480, 771 (δ OН в B–O–H), 1419, 1198, 639, 539 (δ О–В–О).

**D–манітол (маніт): ІЧ–спектр:** 3399 та 3286 осш (υ, ОН), 2986, 2942, 2964 (υ, С–Н в СH2, CH), 1460 (δ С–Н в СН2), 1420 (δ О–Н в СН2), 1376 – 1296 (δ С–H в СН2, СН), 1260 – 970 (δ С–О в СН2, 1105, в СНОН, 1051 в СН2ОН)

**Борна кислота +D–маніт механічна суміш: ІЧ–спектр (KBr, υ, cм–1):** 3541 – 3300 (υ, ОН в воді та D–маніт), 2980 – 2920 (υ, С–Н в СH2, CH), 2270  (H3BO3), 1639 (δ О–Н в Н2О) 1474, 771 (δ С–Н в СН2 та δ В–О–Н в H3BO3), 1412 (δ О–Н в СН2), 1198 (δ В–О–Н, в H3BO3), 1073, – 1296 (δ С–H в СН2, СНОН), 1260 – 970 (δ С–О в СН2, 1105, в СНОН, 1051 в СН2ОН)



**Рис.1. Порівняння ІЧ-спектру борної кислоти та механічної суміші борної кислоти та маніту.**

Присутні с.п. при 1198, 1474 та 2270 см–1 характерні для борної кислоти, разом з тим не ідентифікуються с.п. при 3212 см–1, що відповідають валентному коливанню гідроксильних груп у борній кислоті. Очевидно, що остання с.п. не проявляється внаслідок перекривання О–Н коливань води та маніту.

**Борна кислота + D–маніт. Співвідношення 2:1. Продукт реакції.  
ІЧ–спектр (KBr, υ, cм–1):** 3541 – 3300 (υ, ОН в воді та D–маніт), 2980 – 2920 (υ, С–Н в СH2, CH), 2270 (δ, H3BO3), 1639 (δ О–Н в Н2О) 1464, 1432 (δ С–Н в СН2 та δ В–О–Н в H3BO3), 1407 (δ О–Н в СН2), 1198 (δ В–О–Н, в H3BO3), 1073, – 1296 (δ С–H в СН2, СНОН), 1260 – 970 (δ С–О в СН2, 1105, в СНОН, 1051 в СН2ОН), 881(δ В–О, в H3BO3), 639 (δ О–В– в H3BO3).

На відміну від механічної суміші зразок «Борна кислота +D–маніт» не містить ряду с.п., характерних для обох компонентів, які змішувались. Спостерігається зникнення ряду с.п., що відповідають коливанням В–О–Н та С–О–Н, наприклад, 2270, 1196, 1084,1017, 921, 865 см–1. Замість цього спостерігається утворення додатково с.п. при 1430, 1359, 1323, 1076, 957, 825, 709, 680 см–1. Вірогідно, у даному випадку відбувається утворення комплексу маніту та борної кислоти.



**Рис.2. ІЧ-спектр продукту взаємодії борної кислоти та маніту в співвідношенні 2:1.**



**Рис.3. Порівняння ІЧ-спектрів механічної суміші борної кислоти та маніту з продукту взаємодії борної кислоти та маніту в співвідношенні 2:1.**

**Борна кислота + D–маніт + СuSO4. Співвідношення 1:1:1. Продукт реакції: ІЧ–спектр (KBr, υ, cм–1):** 3541 – 3300 (υ, ОН в воді та D–маніт), 2980 – 2920 (υ, С–Н в СH2, CH), 2270 (δ, H3BO3), 1639 (δ О–Н в Н2О) 1474, 771 (δ С–Н в СН2 та δ В–О–Н в H3BO3), 1412, 1360, 1314 (δ О–Н в СН2), 1198 (δ В–О–Н, в H3BO3), 1073 – 1296 (δ С–H в СН2, СНОН), 1260 – 970 (δ С–О в СН2, 1105, в СНОН, 1051 в СН2ОН)

**Борна кислота + D–маніт + СuSO4. Співвідношення 1:1:1. Продукт реакції: ІЧ–спектр (KBr, υ, cм–1):** 3541 – 3300 (υ, ОН в воді та D–маніт), 2980 – 2920 (υ, С–Н в СH2, CH), 2270 (δ, H3BO3), 1639 (δ О–Н в Н2О) 1474, 771 (δ С–Н в СН2 та δ В–О–Н в H3BO3), 1412, 1360, 1314 (δ О–Н в СН2), 1198 (δ В–О–Н, в H3BO3), 1073, – 1296 (δ С–H в СН2, СНОН), 1260 – 970 (δ С–О в СН2, 1105, в СНОН, 1051 в СН2ОН).

Утворення комплексу відбувається й у випадку додавання до реакційної суміші безводного купрум (II) сульфату. Про проходження реакції свідчить зменшення або зникнення с.п. при 1360, 2270, 1314, 831, 458 см–1 в порівнянні зі спектром механічної суміші. Разом з тим с.п. при 548 см–1 спостерігається при збільшенні вмісту борної кислоти.



**Рис.4. Порівняння ІЧ-спектрів механічної суміші борної кислоти та маніту з продукту взаємодії борної кислоти, маніту та купрум (II) сульфату в співвідношеннях 1:1:1 та 2:1:1 .**

Наявність трьох реакційних центрів в молекулі борної кислоти і шести в органічному спирті манітолі – роблять оптимальні мольні співвідношення реагентів невизначеними, що утруднює ідентифікацію продукту реакції. Зміна інтенсивності коливань зв’язків, встановлена методом ІЧ-спектроскопії, свідчить про відщеплення молекул води та перерозподіл хімічних зв’язків Встановлення структури продуктів реакції та оптимізація умов синтезу потребують подальшого дослідження.

**Список використаних джерел:**

1. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> Виробництво основних сільськогосподарських культур у 2016 році1 (дата звернення: 18.04.2017)
2. URL: <http://pni.com.ua/optimizatsiya-zhivlennya/мінеральне-живлення/бор/> (дата звернення: 18.04.2017)
3. Шевченко Т. В. Продуктивність буряків цукрових різних біологічних форм залежно від показників позакореневого застосування добрив і фунгіцидів при хворобі листкового апарату : дис. канд. с.-г. наук : 06.01.09 / Шевченко Тамара Василівна – Київ, 2016. – 175 с.
4. Немодрук А. А. Аналитическая химия бора / А. А. Немодрук, З. К. Каралова. – Москва: Наука, 1964. – 282 с.

Примаченко С. В. Вивчення продуктів твердофазного синтезу борвмісних сполук на основі маніту методом ІЧ-спектроскопії [Текст] / С. В. Примаченко, В. І. Максін // «Інноваційний розвиток науки нового тисячоліття» (м. Ужгород, 21-22 квітня 2017 р.). — Херсон : Видавничий дім "Гельветика", 2017.