

Синтез і властивості алканоламідів вищих жирних кислот високоерукової ріпакової олії

Г.С. Пон, Ю.С. Бодачівський, О.І. Сафронов

*Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України,
Україна, 02660 Київ, вул. Мурманська, 1, тел/факс: (044) 559-60-59*

У результаті амідування вищих жирних кислот високоерукової ріпакової олії аміноспиртами синтезовано суміші алканоламідів та моно- і діацилгліцеролів кислот, а в разі неочищеної олії – ще й суміш гліцеролфосфатидів. Комплексом фізико-хімічних методів встановлено будову синтезованих продуктів та їхні властивості. Показано, що алканоламіди вищих жирних кислот мають поліпшені поверхнево-активні властивості й термоокиснювальну стабільність, високі трибологічні й екотоксикологічні характеристики, тому можуть бути ефективними емульгаторами-стабілізаторами дисперсних систем для нафтогазодобувної галузі та екобезпечними функціональними додатками до мастильних матеріалів різних типів і призначення.

Зростаючі потреби в нафтопродуктах разом із постійним підвищенням цін на них і погіршенням екологічного стану навколишнього середовища зумовлюють пошук нових джерел альтернативної сировини. Серед них чільне місце посідають рослинні олії – відновлювані, екобезпечні, що легко і швидко біорозкладаються й асимілюються природною біосистемою. Олеохімічні продукти – речовини, які отримують хімічною трансформацією олій, за експлуатаційними властивостями не поступаються нафтохімічним аналогам, і вже сьогодні можуть замінити їх левову частку.

Зважаючи на динаміку виробництва та споживання олій, світова промисловість і надалі розвиватиметься в олеохімічному напрямі [1]. Перш за все це стосується виробництва біодизельного палива і поверхнево-активних речовин (ПАР). Серед них важливе місце відведено азотовмісним похідним вищих жирних кислот (ВЖК), які через комплекс специфічних властивостей, широко використовують для технічних потреб. Це і замазлювачі для підвищення адгезії, агенти регулювання гладкості та фрикційних властивостей у процесах прядіння, перемотування, витягування, кручення ниток і ткацтва, пластифікатори у виробництві пластмас, емульгатори-стабілізатори дисперсних систем, гідрофобізатори, інгібітори корозії, і поліфункціональні добавки до мастильних та полімерних матеріалів, захисні компоненти мікромеханічних і мікроелектронних пристроїв [2]. Зауважимо, що більшість сучасних олеохімічних технологій базується на використанні рафінованих олій, яких в Україні для технічних потреб немає.

Валовий збір олійних культур в Україні зменшився в 2015 р. на 780 тис. т, до 11,45 млн т, з них, за рекордної урожайності 2,63 т/га, на частку насіння ріпаку припадає 2,50 млн. т, з яких 86 % або 2,15 млн т експортовано в країни Євросоюзу за ціною 418 дол. США/т,

переважно для виробництва біопалива. На власні технічні потреби використано всього 333 тис. т насіння ріпаку. Через високі ціни на зовнішніх ринках ця тенденція зберігатиметься й надалі. За реалістичним сценарієм, маючи власні потужності з переробки олій, можливість використання незадіяних мільйонів гектарів сільськогосподарських угідь, у тому числі близько 40 тис. га відчужених земель навколо Чорнобильської АЕС, за вирощування вітчизняних (стійких до заморозків і різких коливань температури) високоерукових сортів озимого ріпаку можна обробити майже 3 млн га ґрунту. За урожайності 3 т/га з цієї площі реально щорічно збирати понад 9 млн т насіння ріпаку, з якого можна отримати близько 3 млн т олій і 150–300 тис. т побічних продуктів – фузів, гідрофузів, фосфатидного концентрату – ефективною сировини для створення мастильних матеріалів [3]. Додавши до цього непридатні для харчових цілей жиромісні відходи харчової, м'ясо-молочної і м'ясопереробної галузей промисловості, можна впевнено стверджувати, що сировинний потенціал достатній для впровадження в промисловості України інноваційного досвіду країн Західної Європи з організації вітчизняного виробництва олеохімічних продуктів замість імпортованих нафтохімічних, які важко піддаються біорозкладанню [3].

Виходячи з наведеного, метою нашої роботи було розроблення методів синтезу азотовмісних ПАР на основі ріпакової олії з високим вмістом отруйної для людини ерукової кислоти, встановлення їх будови, дослідження властивостей та встановлення найбільш перспективних напрямків їх застосування.

Експериментальна частина

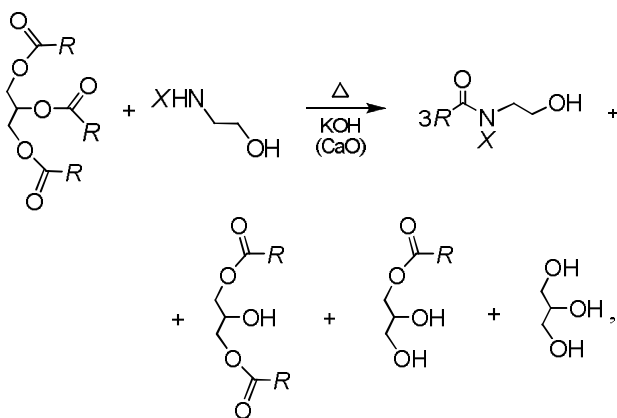
Високоерукову ріпакову олію виділяли екстракційним методом із селекційно вирощеного в умовах Івано-Франківської державної сільськогосподарської дослідної станції, високоурожайного озимого ріпаку.

Таблиця 1. Жирнокислотний склад зразків вихідної ріпакової олії

Жирна кислота $C_{nm(C=C)}$	Масова частка жирних кислот, %	
	Очищена олія	Неочищена олія
Пальмітинова $C_{16:0}$	2,1	1,9
Стеаринова $C_{18:0}$	2,0	1,8
Олеїнова $C_{18:1}$	17,7	15,3
Лінолева $C_{18:2}$	25,3	21,5
Ліноленова $C_{18:3}$	8,0	7,0
Ейкозенова $C_{20:1}$	2,3	2,1
Ерукова $C_{22:1}$	42,3	35,9
Фосфоліпіди	0,3	14,5

Жирнокислотний склад вихідної олії оцінювали за допомогою газохроматографічного аналізу за EN14103. Одержані результати для очищеної й неочищеної олій наведені в табл. 1.

Тригліцериди ВЖК олій амідували моноетаноламіном (МЕА), діетаноламіном (ДЕА), N-(2-гідроксіетил)етилендіаміном (МГЕД) та N,N'-біс(2-гідроксіетил)етилендіаміном (БГЕД) у середовищі азоту з використанням основних катализаторів-реагентів – KOH чи CaO. За температури 120–125 °C і постійного перемішування упродовж 2,0–4,0 год, реакція відбувалась за схемою



де R – залишки кислот пальмітинової ($-C_{15}H_{31}$), стеаринової ($-C_{17}H_{35}$), олеїнової ($-C_{17}H_{33}$), лінолевої ($-C_{17}H_{31}$), ліноленової ($-C_{17}H_{29}$), ейкозенової ($-C_{19}H_{35}$), ерукової ($-C_{21}H_{41}$); X – H, C_2H_4OH , $C_2H_4NH_2$, $C_2H_4N(H)C_2H_4OH$.

Перебіг реакції контролювали за зміною концентрації амінів потенціометричним титруванням. Встановлено, що зменшення амінного числа вказувало на перебіг основної реакції з утворенням алканоламідів. Співвідношення вихідних реагентів, виходи та деякі фізичні властивості синтезованих ПАР наведено в табл. 2.

Будову синтезованих речовин встановлювали за допомогою ІЧ- та ЯМР-спектроскопії. ІЧ-спектри вихідної олії та продуктів її трансформації записували у тонкій плівці на спектрометрі Bruker Vertex-70. 1H та

^{13}C ЯМР-спектри знімали у диметилсульфоксиді (DMSO- d_6) із внутрішнім стандартом тетраметилсиланом на приладі Bruker AVANCE DRX-500. Колоїдно-хімічні дослідження проводили загальновідомими методами, зокрема поверхневий натяг розчинів ПАР на межі поділу з повітрям, методом відриву пластини (метод Вільгельмі).

Для дослідження емульгуювальної й стабілізуювальної дії синтезованих алканоламідів ВЖК очищеної й неочищеної високоерукової ріпакової олії, відповідно АВРО та АВРОн, а також порівняння їх ефективності із продуктом-аналогом на базі етаноламідів кислот безерукової ріпакової олії (ЕРО) та промислового емульгатора – емульталу, ми розробили зворотні емульсійні системи. Усі дисперсії отримували шляхом інтенсивного механічного перемішування. Для цього ПАР вносили у дисперсійне середовище (дизпаливо), у разі потреби підігрівали і збовтували до утворення прозорого розчину. На наступному етапі в систему поступово додавали мінералізовану воду (дисперсна фаза) й перемішували суміш зі швидкістю 3000–5000 об/хв упродовж 1–2 хв. Для регулювання густини отриманих систем до їх складу додатково вводили високодисперсні наповнювачі типу сульфату барію, карбонату кальцію, твердих суцільних або газонаповнених мікросфер із натрійборосилікатного скла. Густину, електростабільність, добовий відстій, фільтрівність та динамічну в'язкість розроблених дисперсних систем визначали відповідно до РД 39-2-645-81.

Мастильні оливи готували розчиненням синтезованих ПАР на основі АВРО, АВРОн та ЕРО чи продуктів-аналогів у мінеральній оліві МС-20 за нагрівання до 60–70 °C і постійного перемішування упродовж 15–30 хв. Масова частка ПАР в усіх зразках становила 5 %. Після компаундування оливи із додатками отримували прозорі системи. Властивості оливи вивчали стандартизованими методами: антиокиснювальні – за ГОСТ 981-75; трибологічні – за ГОСТ 9490-75; біорозкладання – за ДСТУ 4247-2003.

Результати досліджень та їх обговорення

Отримані продукти за консистенцією є однорідними твердими парафіноподібними чи мастилоподібними речовинами від світло-жовтого до темно-коричневого кольору зі специфічним аміним запахом. Основна маса продуктів добре розчинна у хлороорганічних розчинниках, індивідуальних аліфатичних і ароматичних вуглеводнях та їхніх технічних сумішах. За нагрівання окремі складові дорозчинялись, а при охолодженні за наявності води утворювались гелі.

Встановлено, що реакція відбувається вже за температури 80–90 °C, проте вихід основного алканоламіду кислот становить усього 36 % (табл. 2, зразок 1). З підвищенням температури до 160 °C швидкість реакції різко зростає, одночасно пришвиджується перебіг побічних процесів. Найприйнятнішою експериментально встановленою температурою амідування гліцери-

Таблиця 2. Співвідношення вихідних реагентів, умови та результати синтезу ПАР на основі високоерукової ріпакової олії

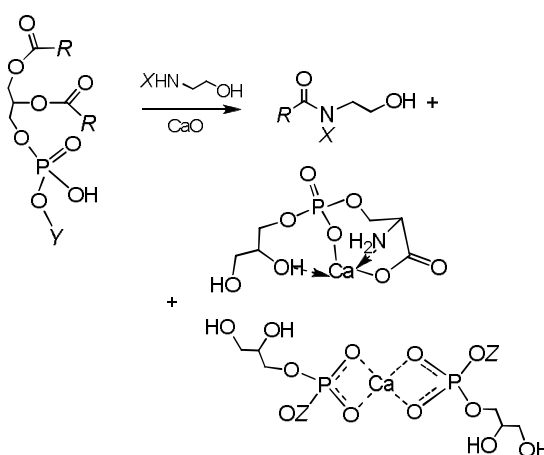
№ з/п	Вихідні реагенти – моль			Умови синтезу та вихід основного продукту		
	Ріпакова олія	Амін	Катализатор-реагент	Температура, °С	Тривалість, год	Вихід, мас. частка, %
1	1	МЕА – 3	КОН – 0,4	80–90	4,0	36,3
2	1	МЕА – 3	КОН – 0,4	80–100 120–125	2,0 2,0	98,0
3	1	МЕА – 3	КОН – 0,4	80–100 120–125	2,0 2,0	88,6
4	1	МЕА – 3	СаО – 0,4	80–90 100–110	0,4 1,5	100
5	1	ДЕА – 3	КОН – 0,4	80–100 120–125	2,0 2,0	98,7
6	1	ДЕА – 3	СаО – 0,4	80–90 100–110	0,4 1,5	100
7	1	МГЕД – 3	КОН – 0,4	80–100 120–125	2,0 2,0	95,1
8	1	МГЕД – 3	СаО – 0,4	80–90 100–110	0,4 1,5	98,6
9	1	БГЕД – 3	КОН – 0,4	80–100 120–125	2,0 2,0	94,4
10	1	БГЕД – 3	СаО – 0,4	80–90 100–110	0,4 1,5	97,7

дів, за якої здійснено всі наступні синтези, виявилася 120–125 °С.

Із дотриманням визначених оптимальних умов проведення реакції показано, що за наявності основ лужних металів тригліцериди очищеної ріпакової олії практично кількісно реагують з утворенням алканоламідів кислот високоерукової олії (табл. 2, зразки 2, 5, 7, 9), тоді як у разі неочищеної олії (зразок 3) за цих умов утворюється твердий пластичний продукт коричневого кольору, що за густиною розділяється на дві частини пропорційно наявності у вихідному продукті фосфатидів. Верхній шар легко розчиняється у вуглеводнях (гексан, конденсат, дизельне паливо, толуол тощо), а нерозчинний нижній шар, що становить 12–14 %, як і передбачалося, виявився сумішшю гідрофільних гліцеролфосфатидів, які диспергуються у воді з утворенням молочно-білої дисперсії й наразі не використовуються. Доречно зазначити, що алканоламіди, синтезовані авторами праць [4, 5] із використанням безерукової ріпакової олії, є жовто-сірими пастами з температурою плавлення 42–46 °С.

За аналогічних співвідношень вихідних реагентів і дещо м'якших умов (100–110 °С), проведенням реакції в присутності оксиду кальцію (табл. 2, зразки 4, 6, 8, 10) нам вдалось позбутися “баластного” осаду переведенням гліцеролфосфатидів у гліцеролфосфати

кальцію, а фосфатидилсеринів, фосфатидних кислот, дифосфатидил- і трифосфатиділінозитолів, які мають кислотні властивості, в комплексні сполуки кальцію за такою схемою:



де Z – H, CH₂CH₂N(OH)(CH₃)₃, CH₂CH₂NH₂, CH₂CH(NH₂)COOH тощо.

Встановлено, що гідрофобізовані таким чином фосфатидні залишки разом з етаноламідами утворюють за 60 °С гомогенну суміш, яка повністю розчиняється у вуглеводнях.

За результатами аналізу ЯМР- та ІЧ-спектроскопії, продукти, як і передбачалось, є сумішшю N-

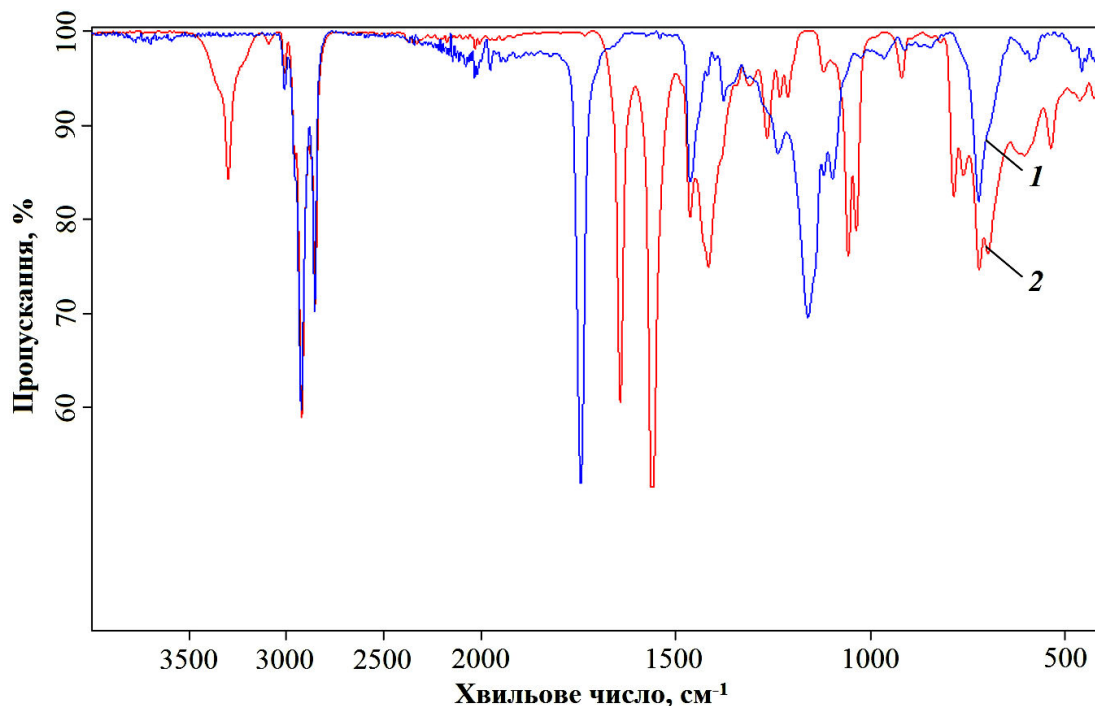


Рис. 1. ІЧ-спектри високоолевої ріпакової олії (1) та моноетаноламідів її кислот (2)

алкілоламідів, ди- і моноацилгліцеридів кислот.

При інтерпретації ІЧ-спектрів, один з яких наведено на рис. 1, основну увагу зосереджували на виявленні частот валентних коливань груп OH , C=O , CH_2 і CH_3 в молекулах вихідних тригліцеридів і появі характеристичних частот амідних груп в утворених сполуках. Справді, внаслідок амидування тригліцеридів аміноспиртами, незалежно від ступеня чистоти і складу олій, інтенсивна смуга поглинання за 1740 см^{-1} , властива валентним коливанням C=O -груп гліцеридів, у складі основного продукту реакції зникала. Натомість реєстрували нові смуги валентних коливань C=O -груп амідів за 1640 см^{-1} та деформаційних коливань груп N-H поблизу 1560 см^{-1} , що вказувало на утворення основного продукту [6].

Результати аналізу ^1H ЯМР та ІЧ-спектрів добре корелюють між собою і чітко вказують на утворення сполук із характерними сигналами амідів у межах 8,0–7,2 м.ч. (C(O)NH) та 3,4–3,3 м.ч. (C(O)NHCH_2) (рис. 2, 1), які дещо змінюються залежно від вихідних реагентів [6]. Характеристичною є і поява широкого піка в області 5,0–4,7 м.ч., який вочевидь відповідає за гідроксильні групи молекул алканоламідів, залишкового гліцерину, моно- та діацилгліцеролів. Доказом усунення тригліцеридної складової вихідних олій чи фосфоліпідів є практично повне зникнення триплету, властивого протонам водню α -метилової групи біля карбонільних груп гліцеридів [7]. Подібну картину спостерігали і у спектрах ^{13}C ЯМР (рис. 2, 2) – замість смуг, характерних для карбонільних груп тригліцеридів в

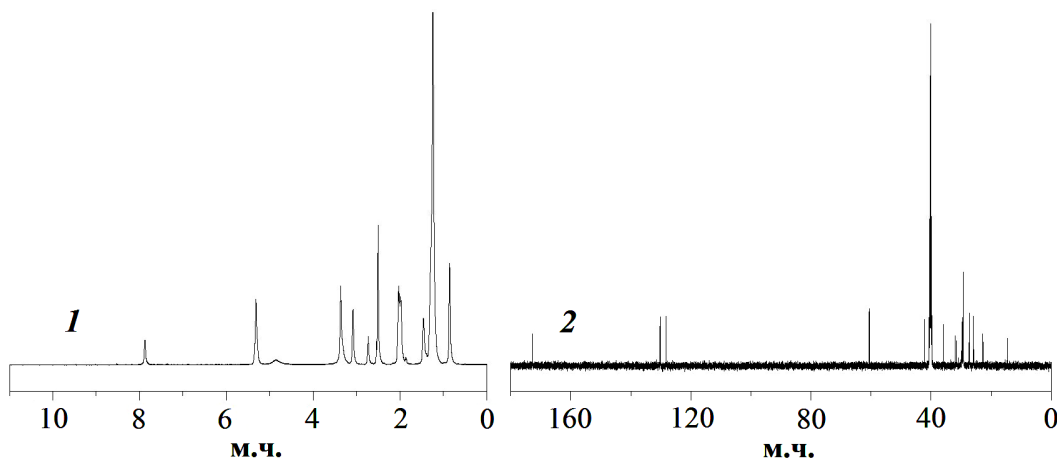


Рис. 2. ЯМР-спектри моноетаноламідів вищих жирних кислот високоолевої олії: 1 – ^1H ; 2 – ^{13}C

Таблиця 3. Склад і порівняльні властивості емульсійних систем, стабілізованих АВРО, АВРОн, ЕРО та емульталом

Но- мер зразка	Емульгатор		Водний розчин, об. частка, %	Дизельне паливо, об. частка, %	Тип емуль- сії, консис- тенція	Густи- на, кг/м ³	В'язкість, Па·с	Електро- стабіль- ність, В	Відділення вуг- леводню за добу, об. частка, %
	Назва	Об. част- ка, %							
1	АВРО	0,5	59,7	39,8	Зворотна, малотекуча	980–986	0,15–0,19	260–280	0,1–0,2
2		2,0	58,8	39,2	Зворотна, пастоподібна	983–988	0,23–0,26	440–465	0,0
3	АВРОн	0,5	59,7	39,8	Зворотна, малотекуча	984–990	0,20–0,27	230–240	0,0
4		2,0	58,8	39,2	Зворотна, пастоподібна	985–993	0,34–0,40	420–450	0,0
5	ЕРО	1,5	59,7	38,8	Зворотна, легкотекуча	982	0,18	140	6,0
6		3,0	58,8	38,2	Зворотна, малотекуча	984	0,40	355	1,9
7	Емуль- тал	1,0	59,7	39,3	Зворотна, текуча	983	0,15	140	5,6
8		3,0	58,8	38,2	Зворотна, нетекуча	985	0,23	330	2,3

області 174–172 м.ч. з'являлись смуги, властиві амідам за 173–172 м.ч. та ізопопу карбону біля гідроксильної групи за 61–60 м.ч. [6, 8].

Тензіометричними дослідженнями встановлено, що синтезовані продукти, внаслідок змішаного складу алкілоламідів із моноацил- і діацилгліцерилами, перші з яких мають підвищену поверхневу активність і, відповідно, диспергувальну здатність, а другі – забезпечують стабільність олеодисперсних систем як унаслідок об'ємного структуроутворення, так і через формування змішаного адсорбційно-сольватного шару, є ефективними емульгаторами-стабілізаторами інвертних дисперсій. З'ясовано, що емульсії на основі АВРО та їхнього аналога на неочищеній олії АВРОн не потребують тривалого й інтенсивного перемішування, готуються досить легко – емульгування водної фази відбувається швидко. Доведено, що, як і для більшості відомих ПАВ, за концентрації, близької до критичної концентрації міцелоутворення (ККМ) – 0,10–0,25 %, ступінь екранування гідрофільного ядра неполярними вуглеводневими ланцюгами недостатній для стабілізації емульсій, унаслідок чого проходить коалесценція крапель водної фази і, в кінцевому підсумку, система руйнується з розділенням фаз. За кількості емульгатора більшої від ККМ (0,5–2,0 %), структурно-реологічні характеристики і стійкість систем істотно поліпшуються внаслідок донасичення захисного шару молекулами ПАВ і додаткової стабілізації прошарків вуглеводневого середовища навколо крапель води. Допоміжним чинником підвищення міцності адсорбційно-сольватного шару на поверхні глобул води є уведення у водну фазу електролітів, які забезпечують максимальну сольватацію на міжфазній поверхні полярної

частини дифільних молекул ПАВ, що поліпшує процеси емульгування водної фази та сприяє утворенню дрібніших глобул води і, відповідно, збільшує стійкість емульсійних композицій [9].

Із даних, наведених у табл. 3, видно, що утворені емульсії є не тільки високодисперсними та агрегативно стійкими, а й за низкою показників – електростабільністю, добовим відстоєм, переважають аналогічні системи, стабілізовані етаноламидами кислот безерукової олії (ЕРО) та добре відомим промисловим продуктом емульталом, що є естерами ВЖК із триетаноламіном. З урахуванням великих обсягів використання таких дисперсій у нафтогазодобувній галузі ми розробили низку емульсійно-суспензійних систем із регульованими, відповідно до умов застосування, густиною, в'язкістю, стійкістю, захисними і структурно-механічними властивостями (табл. 4).

З метою зменшення густини емульсійно-суспензійних систем до них добавляли газонаповнені мікрокульки з високою механічною міцністю і густиною 200 кг/м³. Мікрокульки погано змочуються водою та органічними розчинниками, тому вводити їх у систему необхідно за спеціальною технологією із дотриманням певного співвідношення водної та вуглеводневої фаз за достатньої кількості емульгатора. У систему з підвищеним співвідношенням фаз (вода : вуглеводень = 70,0 : 30,0), незважаючи на велику концентрацію ПАВ (17–24 %), через високу в'язкість вдається ввести не більш як 20 % мікрокульок. Навпаки, у разі збільшення вмісту вуглеводневої фази до 40–43 % за значно меншої концентрації емульгатора (3,5–10,0 %) отримуємо рухливу емульсію, в яку можна ввести до 50 % мікрокульок. За подальшого збільшення концентрації

Таблиця 4. Властивості інвертних дисперсій

Назва показника	Значення показників
Зовнішній вигляд	Система жовто-білого кольору
Консистенція	Від легкорухливої рідини до нетекучої пасти
В'язкість, Па·с	0,04–4,2
Густина, кг/м ³	520–1750
Добовий відстій, %	0–10
Електростабільність, В	100–(>) 1200
Фільтрація, см ³ /30 хв	0–3

мікрокульок системи втрачають рухливість і стають пастоподібними.

Таким чином, уведенням мікрокульок можливо зменшити густину емульсії від 980 до 520 кг/м³ і змінити консистенцію від текучої до пастоподібної. Мабуть, незважаючи на велику різницю питомих мас дисперсійного середовища і наповнювача, через формування гліцеридами тривимірної сітчастої структури емульсійно-суспензійні системи залишаються високоструктурованими і легко утримують мікрокульки від розділення фаз.

Густину систем легко підвищити додаванням до емульсії типових обважнювачів – CaCO₃ ($\rho = 2711$ кг/м³), BaSO₄ ($\rho = 4500$ кг/м³). При цьому уведення їх не лише не погіршує властивостей систем, а й сприяє структурованню і зменшенню фільтрації. Збільшення кількості твердої фази призводить до підвищення як густини, так і в'язкості навіть за невисокої концентрації емульгатора.

Встановлено, що всі синтезовані алканоламіди кислот ріпакової олії добре суміщаються практично зі всіма традиційними мінеральними і синтетичними оливами. Результати дослідження термоокиснювальної стійкості, біорозкладання і трибологічні випробування показали, що синтезовані продукти характеризуються не лише поліпшеною поверхневою активністю, а й можуть слугувати якісними біорозкладальними полі-

функціональними додатками до мастильних матеріалів, оскільки композиція оливи МС-20 з АВРО має більшу термоокиснювальну стійкість і ліпші триботехнічні характеристики, ніж сама олива МС-20 та вихідна ріпакова олія чи олива МС-20 із безеруковим аналогом ЕРО (табл. 5).

На основі результатів виконаної роботи можна стверджувати, що з використанням алканоламідів високоерукової ріпакової олії та доступних екологічно сприятливих компонентів розроблено дисперсійні системи з регульованими структурно-механічними і колоїдно-хімічними властивостями за збереження їх високої агрегативної й седиментаційної стійкості в широкому діапазоні густини – 520–1750 кг/м³. Розроблено передумови для створення комплексних технологій їх використання в різних процесах поточного і капітального ремонту свердловин, які знайдуть широке застосування на пізній стадії розробки газових, газоконденсатних та нафтових родовищ із високопроникними колекторами й аномальними пластовими тисками [9, 10]. Завдяки покращеній термоокиснювальній стабільності, високим антифрикційним, протизношувальним і антизадирним характеристикам, біорозкладанню 80–86 %, синтезовані ПАР можуть слугувати ефективними поліфункціональними додатками до олив, мастильно-охолоджувальних рідин і пластичних мастил, які експлуатуються в умовах з підвищеними технічними й екологічними вимогами.

Висновки

1. Амідуюванням високоерукової ріпакової олії моно- й діетаноламінами, N-(2-гідроксіетил)- та N,N'-біс(2-гідроксіетил)етилендіаміном синтезовано суміші алканоламідів, моно- і діацилгліцеролів кислот, а в разі неочищеної олії – ще й суміш гліцеролфосфатидів.

2. Встановлено, що за визначених оптимальних умов, уведенням в реакційну масу оксиду кальцію, перебіг реакції амідуювання нерафінованої високоерукової олії з аміноетанолами пришвидшується, а “баластний” осад гліцеролфосфатидів, що не утилізується, переходить у розчинну кальцієву форму.

3. Комплексом інструментальних методів аналізу встановлено склад і хімічну будову синтезованих продуктів. Показано, що незаперечною перевагою синте-

Таблиця 5. Біорозкладання і властивості оливи МС-20, ріпакової олії та розроблених мастильних композицій із використанням синтезованих ПАР-додатків

Олія, олива чи мастильна композиція	Навантаження, Н		$d_{3\%}$, мм	Біорозкладання, %	К.ч., мг КОН/г	
	критичне $P_{кр}$	зварювання $P_{зв}$			до випробування	через 12 год
Олива МС-20	617/490	1568/1381	0,90/0,96	36	0,06	13,0
Ріпакова олія	823/647	1568/1470	0,83/0,95	95	1,2	14,6
МС-20 + ЕРО	980/921	1842/1744	0,79/0,84	83	1,8	9,4
МС-20 + АВРО	980/921	1960/1842	0,65–0,68/0,70–0,72	86–90	0,4–0,7	1,8–3,2
МС-20 + АВРОн	875/735	1842/1744	0,80–0,83/0,89–0,91	80–84	3,0–3,9	10,6–12,1

Примітка: наведено значення показників К.ч. до і після витримання зразків за 120 °С упродовж 14 год.

зованих речовин перед існуючими є змішаний склад, в якому етаноламідів виявляють підвищену поверхневу активність, а ацилгліцероли кислот і гліцеролфосфатиди забезпечують стабільність олеодисперсних систем.

4. Доведено, що алканоламідів високоерукової ріпакової олії є ефективними емульгаторами-стабілізаторами і в поєднанні з доступними екологічно безпечними компонентами дають змогу отримати стійкі емульсійно-суспензійні системи з регульованими структурно-реологічними і колоїдно-хімічними властивостями в широкому діапазоні густини – 520–1750 кг/м³.

5. Завдяки поліпшеній термоокиснювальній стабільності, високим трибологічним та екотоксикологічним характеристикам синтезовані ПАР можуть слугувати ефективними поліфункціональними додатками до мастильних матеріалів.

1. Gupta V.K., Tuohy M.G., Kubicek C.P. et al., *Bioenergy research: advances and applications*, Waltham, Elsevier, 2014.

2. Kjellin M., Johnsson I., *Surfactants from renewable*

resources, Chichester, John Wiley&Sons Inc., 2010.

3. Бодачівський Ю.С., Поп Г.С., Донець О.Є., *Матеріали V Всеукр. з'їзду екологів з міжнар. участю*, Вінниця, 2015, 192.

4. Ковальов В.М., Шкваренина С., Кралик М. та ін., *Хім. пром-сть України*, 2007, 3 (80), 10–13.

5. Corma A., Iborra S., Velty A., *Chem. Rev.*, 2007, 107, 2411–2502.

6. Pretsch E., Bühlman P., Badertscher M., *Structure Determination of Organic Compounds*, Berlin, Springer, 2009.

7. Nieva-Echevarría B., Goicoechea E., Manzano M.J., Guillén M.D., *Food Res. Int.*, 2014, 66, 379–387.

8. Vlahov G., *Prog. Nucl. Magn. Reson. Spectrosc.*, 1999, 35, 341–357.

9. Поп Г.С., Бодачівський Ю.С., Біленка В.І., *Katal. Neftehim*, 2013, 22, 19–25.

10. Поп Г.С., Бодачівський Ю.С., Донець О.Є., *Нафтогазова галузь України*, 2014, 5, 32–38.

Надійшла до редакції 15.08.2016 р.

Синтез и свойства алканоламидов высших жирных кислот высокоэрукового рапсового масла

Г.С. Поп, Ю.С. Бодачевский, О.И. Сафронов

Институт биоорганической химии и нефтехимии НАН Украины,
Украина, 02660 Киев, ул. Мурманская, 1, тел./факс: (044) 559-60-59

В результате амидирования высших жирных кислот высокоэрукового рапсового масла аминспиртами синтезированы смеси алканоламидов, моно- и диацилглицеролов кислот, а в случае неочищенного масла – еще и смеси глицеролфосфатидов. Комплексом физико-химических методов установлена структура синтезированных продуктов и их свойства. Показано, что алканоламиды высших жирных кислот имеют улучшенные поверхностно-активные свойства и термоокислительную стабильность, высокие трибологические и эко-токсикологические характеристики, поэтому могут быть эффективными емульгаторами-стабилизаторами дисперсных систем для нефтегазодобывающей отрасли и экобезопасными функциональными присадками к смазочным материалам разных типа и назначения.

Synthesis and properties of higher fatty acids alkanolamides of high-erucic rapeseed oil

G.S. Pop, Yu.S. Bodachivskyi, O.I. Safronov

Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry of the NAS of Ukraine,
1, Murmansk Str., 02660 Kyiv, Ukraine, Tel./Fax: (044) 559-60-59

Mixtures of alkanolamides, mono- and diacylglycerols of acids were synthesized by amidation of higher fatty acids (HFA) of high-erucic rapeseed oil with amino alcohols. In addition, glycerol phosphatides were received from unrefined oil. The structure and properties of the synthesized products were determined via a mix of physicochemical techniques. We have found that fatty acid alkanolamides possess increased surface activity and thermal-oxidative properties, high tribological and eco-toxicological characteristics, and can be used as efficient emulsifiers and stabilizers of dispersed systems for oil and gas field, or as eco-friendly functional additives for lubricants of various type and purpose.