

Е.А. Дикусар¹, В.И. Поткин¹, С.Г.Степин²

**ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ЛИТИЕВЫЕ, НАТРИЕВЫЕ И КАЛИЕВЫЕ ДИСОЛИ
(E)-(3-АЛКОКСИ-4-ГИДРОКСИБЕНЗИЛИДЕН)АМИНО-2-УКСУСНЫХ ИЛИ
4-БЕНЗОЙНЫХ КИСЛОТ**

¹Институт физико-органической химии Национальной академии наук
Республики Беларусь

²Витебский государственный технологический университет

Взаимодействием ванилина или ванилала с аминокислотами – глицином, L-α-аланином, L-валином, L-лейцином, L-изолейцином, L-триптофаном, 4-аминобензойной кислотой и метилатами лития, натрия, калия в среде кипящего абсолютного метанола синтезированы водорастворимые литиевые, натриевые и калиевые соли (E)-[3-метокси- или 3-этокси-4-(литий, натрий или калийокси)бензилиден]амино-2-уксусных или 4-бензойных кислот. Строение синтезированных соединений подтверждено данными элементного анализа, инфракрасными спектрами, протонным магнитным резонансом.

Ключевые слова: глицин, L-α-аланин, L-валин, L-лейцин, L-изолейцин, L-триптофан, 4-аминобензойная кислота, ванилин, ванилаль, бензилиденаминокислоты, соли лития, натрия, калия, фунгицидная и бактерицидная активность.

ВВЕДЕНИЕ

Природные аминокислоты и их производные являются физиологически активными соединениями, проявляющими высокую биологическую активность [1-3]. В связи с этим представляют интерес исследова-

ния по разработке новых препаративных методов получения производных аминокислот [4,5] и исследованию их свойств и превращений [6]. Перспективными производными аминокислот являются их водорастворимые соли, пригодные для создания разнообразных лекарственных форм

[7,8]. Ванилин и его производные являются душистыми веществами [9], проявляющими антиоксидантную активность [10].

Английский хирург Джозеф Листер еще в 1865 году впервые предложил применять для лечения открытых ран повязки, смоченные в растворе карболовой кислоты (фенол, антисептик Листера). Джозеф Листер, изучив работы Луи Пастера (научно доказывающие, что причиной процессов гниения являются микроорганизмы), пришёл к выводу, что в рану больного микроорганизмы попадают с рук хирурга, а также из воздуха. И в 1867 году Листер опубликовал статью под названием «О новом способе лечения переломов и гнойников с замечаниями о причинах нагноения», в которой изложил основы своего антисептического метода лечения ран. Это был настоящий прорыв в медицине и в частности в хирургии. Однако предложенное Джозефом Листером применение карболовой кислоты в качестве антисептика имело множество противников. Это объяснялось тем, что карболовая кислота обладает сильным раздражающим действием на ткани пациента, а также на руки хирурга. К тому же она весьма токсична [11,12]. Этих недостатков лишены функционально замещенные производные фенола.

Целью настоящей работы является разработка препаративного метода синтеза устойчивых водорастворимых литиевых, натриевых и калиевых солей (E)-[3-метокси- или 3-этокси-4-(литий-, натрий- или калийоксибензильден)амино-2-уксусных (XIII-XXX, XXXIV-LI) или 4-бензойных кислот (XXXI-XXXIII, LI-LIV) из природных альдегидофенолов ванилина (I) или ванилала (II) и аминокислот – глицина (III), L- α -аланина (IV), L-валина (V), L-лейцина (VI), L-изолейцина (VII), L-триптофана (VIII) или 4-аминобензойной кислоты (витамин B10).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Инфракрасные (ИК) спектры синтезированных соединений записаны на ИК Фурье-спектрофотометре Protégé-460 фирмы «Nicolet» в таблетках бромида калия. Спектры протонного магнитного резонанса (ЯМР ^1H) получены на спектрометре Tesla BS-587A (100 МГц) для 5%-ных растворов в дейтерированном диметилсульфоксиде или D_2O , химические сдвиги определяли

относительно внутреннего стандарта – тетраметилсилана. Для взвешивания использовали электронные аналитические весы ВЛР-200 г, 2 кл. точности ГОСТ 19491-74 с погрешностью не более 0,5 мг.

Ванилин (I), ванилаль (II), глицин (III), L- α -аланин (IV), L-валин (V), L-лейцин (VI), L-изолейцин (VII), L-триптофан (VIII), 4-аминобензойная кислота (IX), литий, натрий и калий использовали с содержанием основного вещества $99,5 \pm 0,3\%$. Метанол дважды перегоняли над гидридом кальция с применением елочного дефлегматора.

Методика синтеза солей (E)-[3-метокси- или 3-этокси-4-(литий, натрий или калийоксибензильден)амино-2-уксусных или 4-бензойных кислот (XIII-LIV). К 50 мл абсолютного метанола при охлаждении до 0°C в атмосфере аргона осторожно прибавляли 0,02 моль щелочного металла (Li, Na или K). После полного растворения щелочного металла в метаноле к образовавшемуся раствору метилата щелочного металла (X-XII) прибавляли в один прием смесь 0,01 моль альдегида (I, II) и 0,01 моль аминокислоты (III-IX). Смесь кипятили с обратным холодильником в атмосфере аргона 3-4 ч до полного растворения всех компонентов реакции. Растворитель удаляли в вакууме. Выход солей (XIII-LIV) составлял около 100%.

Биологические испытания проводили по методикам, аналогичным описанным в работе [13].

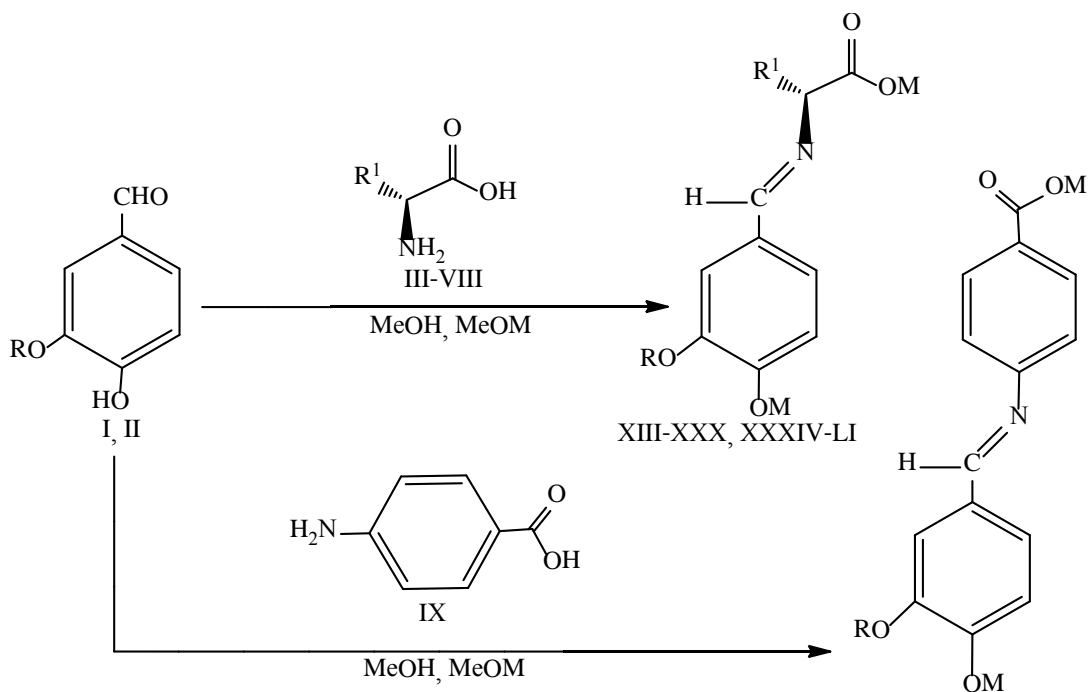
РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Устойчивые водорастворимые литиевые, натриевые и калиевые соли (E)-[3-метокси- или 3-этокси-4-(литий-, натрий- или калийоксибензильден)амино-2-уксусных (XIII-XXX, XXXIV-LI) или 4-бензойных кислот (XXXI-XXXIII, LI-LIV) образуются при взаимодействии ванилина (I) или ванилала (II) (природных альдегидофенолов) с аминокислотами – глицином (III), L- α -аланином (IV), L-валином (V), L-лейцином (VI), L-изолейцином (VII), L-триптофаном (VIII) или 4-аминобензойной кислотой (витамин B10) (IX) и метилатами лития (X) натрия (XI) или калия (XII) в среде кипящего абсолютного метанола. Мольные соотношения: ароматический альдегид, аминокислота, метилат щелочного металла – 1:1:2.

После удаления метанола в вакууме литиевые, натриевые и калиевые соли (E)-[3-метокси- или 3-этокси-4-(литий, на-

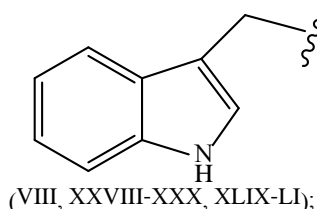
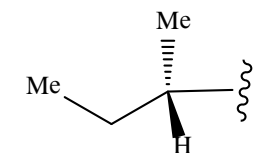
трий или калийокси)бензилиден]амино-2-уксусных или 4-бензойных кислот (XIII-LIV) получены с количественным выходом и степенью конверсии около 100% и чистотой более 99%. Выход и чистота дисолей

зависят от чистоты исходных компонентов (I-XII) и соблюдения стехиометрии реакций и не зависят от строения аминокислот, ароматических альдегидов и щелочного металла (рисунок 1).



XXXI-XXXIII, LI-LIV

R = Me (I, XIII-XXXIII), Et (II, XXXIV-LIV); R¹ = H (III, XIII-XV, XXXIV-XXXVI), Me (IV, XVI-XVIII, XXXVII-XXXIX), Me₂CH (V, XIX-XXI, XL-XLII), Me₂CHCH₂ (VI, XXII-XXIV, XLIII-XLV),



M = Li (X, XIII, XVI, XIX, XXII, XXV, XXVIII, XXXI, XXXIV, XXXVII, XL, XLIII, XLVI, XLIX, LI), Na (XI, XIV, XVII, XX, XXIII, XXVI, XXIX, XXXII, XXXV, XXXVIII, XLI, XLIV, XLVII, L, LIII), K (XII, XV, XVIII, XXI, XXIV, XXVII, XXX, XXXIII, XXXVI, XXXIX, XLII, XLV, XLVIII, LI, LIV).

Рисунок 1 – Схема синтеза солей (XIII-LIV)

Реакция идет с участием как карбоксильных, так и фенольных функциональных групп и приводит к образованию дисолей. Достоинством данного метода является одностадийность процесса, количественные выходы целевых продуктов и простота их очистки. Вместо двухстадийного метода получения сначала бензилиденаминокислот, а затем их солей предложен одностадийный метод. Кроме этого, исключена стадия синтеза, выделения и очистки алколюлятов щелочных металлов.

Данная технология значительно упрощает выделение целевых продуктов и сокращает время проведения синтеза.

Синтезированные соли (XIII-LIV) представляют собой бесцветные кристаллические вещества, хорошо растворимые в метаноле, этаноле и воде. Соли лития и натрия не гигроскопичны, а соли калия расплываются при контакте с влагой воздуха, но легко могут быть получены в сухом виде путем удаления следов воды при азеотропной отгонке их с бензолом.

Строение солей (E)-[3-метокси- или 3-этокси-4-(литий, натрий или калийоксибензилиден)амино-2-уксусных или 4-бензойных кислот (XIII-LIV) доказано данными ИК и ЯМР ^1H спектров, а состав под-

твержден данными элементного анализа. Температуры плавления и данные элементного анализа солей (XIII-LIV) приведены в таблице 1. Чистота солей (XIII-LIV), по данным спектроскопии ЯМР ^1H , составля-

Таблица 1 – Температуры плавления и данные элементного анализа солей (XIII-LIV)

№	Т. пл., °C	Найдено, %				Формула	Вычислено, %				M вычислено
		C	H	M	N		C	H	M	N	
XIII	> 320, разл.	56,75	3,88	5,93	6,03	$\text{C}_{10}\text{H}_9\text{Li}_2\text{NO}_4$	54,33	4,10	6,28	6,34	221,06
XIV	> 320, разл.	47,81	3,66	17,90	5,14	$\text{C}_{10}\text{H}_9\text{Na}_2\text{NO}_4$	47,44	3,58	18,16	5,53	253,16
XV	198-199	42,62	3,34	27,08	4,58	$\text{C}_{10}\text{H}_9\text{K}_2\text{NO}_4$	42,09	3,18	27,40	4,91	285,38
XVI	> 320, разл.	56,69	4,45	5,61	5,43	$\text{C}_{11}\text{H}_{11}\text{Li}_2\text{NO}_4$	56,20	4,72	5,90	5,96	235,09
XVII	258-259	49,90	4,35	17,06	4,88	$\text{C}_{11}\text{H}_{11}\text{Na}_2\text{NO}_4$	49,45	4,15	17,21	5,24	267,19
XVIII	87-88	44,52	3,81	25,94	4,16	$\text{C}_{11}\text{H}_{11}\text{K}_2\text{NO}_4$	44,13	3,70	26,12	4,68	299,41
XIX	> 320, разл.	59,81	5,99	5,03	5,17	$\text{C}_{13}\text{H}_{15}\text{Li}_2\text{NO}_4$	59,34	5,75	5,28	5,32	263,14
XX	263-264	53,22	5,32	15,10	4,35	$\text{C}_{13}\text{H}_{15}\text{Na}_2\text{NO}_4$	52,89	5,12	15,57	4,74	295,24
XXI	193-194	47,46	4,78	23,32	4,01	$\text{C}_{13}\text{H}_{15}\text{K}_2\text{NO}_4$	47,68	4,62	23,88	4,28	327,46
XXII	288-289	60,29	6,34	4,67	4,82	$\text{C}_{14}\text{H}_{17}\text{Li}_2\text{NO}_4$	60,67	6,18	5,01	5,05	277,17
XXIII	250-251	54,82	5,80	14,36	4,22	$\text{C}_{14}\text{H}_{17}\text{Na}_2\text{NO}_4$	54,37	5,54	14,87	4,53	309,27
XXIV	174-175	49,54	4,86	22,53	3,78	$\text{C}_{14}\text{H}_{17}\text{K}_2\text{NO}_4$	49,24	5,02	22,90	4,10	341,49
XXV	> 320, разл.	60,99	6,35	4,62	4,88	$\text{C}_{14}\text{H}_{17}\text{Li}_2\text{NO}_4$	60,67	6,18	5,01	5,05	277,17
XXVI	255-256	54,70	5,78	14,80	4,32	$\text{C}_{14}\text{H}_{17}\text{Na}_2\text{NO}_4$	54,37	5,54	14,87	4,53	309,27
XXVII	97-98	49,61	4,89	22,65	3,87	$\text{C}_{14}\text{H}_{17}\text{K}_2\text{NO}_4$	49,24	5,02	22,90	4,10	341,49
XXVIII	> 320, разл.	65,61	4,38	3,69	7,84	$\text{C}_{19}\text{H}_{16}\text{Li}_2\text{N}_2\text{O}_4$	65,16	4,60	3,96	8,00	350,22
XXIX	243-244	59,90	4,48	11,76	7,05	$\text{C}_{19}\text{H}_{16}\text{Na}_2\text{N}_2\text{O}_4$	59,69	4,22	12,03	7,33	382,32
XXX	53-54	55,46	4,00	18,42	6,38	$\text{C}_{19}\text{H}_{16}\text{K}_2\text{N}_2\text{O}_4$	55,05	3,89	18,86	6,76	414,54
XXXI	> 320, разл.	63,97	4,08	4,64	4,76	$\text{C}_{15}\text{H}_{11}\text{Li}_2\text{NO}_4$	63,63	3,92	4,90	4,95	283,13
XXXII	> 320, разл.	57,62	3,41	14,40	4,11	$\text{C}_{15}\text{H}_{11}\text{Na}_2\text{NO}_4$	57,15	3,52	14,59	4,44	315,23
XXXIII	285-286	52,03	3,27	22,30	3,85	$\text{C}_{15}\text{H}_{11}\text{K}_2\text{NO}_4$	51,85	3,19	22,51	4,03	347,45
XXXIV	> 320, разл.	56,45	4,92	5,63	5,64	$\text{C}_{11}\text{H}_{11}\text{Li}_2\text{NO}_4$	56,20	4,72	5,90	5,96	235,09
XXXV	267-268	49,64	4,32	16,90	5,03	$\text{C}_{11}\text{H}_{11}\text{Na}_2\text{NO}_4$	49,45	4,15	17,21	5,24	267,19
XXXVI	178-179	44,36	3,98	25,90	4,42	$\text{C}_{11}\text{H}_{11}\text{K}_2\text{NO}_4$	44,13	3,70	26,12	4,68	299,41
XXXVII	> 320, разл.	58,03	5,10	5,62	5,19	$\text{C}_{12}\text{H}_{13}\text{Li}_2\text{NO}_4$	57,86	5,26	5,57	5,62	249,12
XXXVIII	256-257	51,44	4,84	16,07	4,62	$\text{C}_{12}\text{H}_{13}\text{Na}_2\text{NO}_4$	51,25	4,66	16,35	4,98	281,22
XXXIX	203-204	46,23	4,31	24,72	4,32	$\text{C}_{12}\text{H}_{13}\text{K}_2\text{NO}_4$	45,98	4,18	24,95	4,47	313,43
XL	304-305	60,90	6,35	4,69	4,80	$\text{C}_{14}\text{H}_{17}\text{Li}_2\text{NO}_4$	60,67	6,18	5,01	5,05	277,17
XLI	253-254	53,99	5,28	14,64	4,30	$\text{C}_{14}\text{H}_{17}\text{Na}_2\text{NO}_4$	54,37	5,54	14,87	4,53	309,27
XLII	77-78	48,87	4,90	22,57	3,86	$\text{C}_{14}\text{H}_{17}\text{K}_2\text{NO}_4$	49,24	5,02	22,90	4,10	341,49
XLIII	288-289	62,10	6,72	4,43	4,54	$\text{C}_{15}\text{H}_{19}\text{Li}_2\text{NO}_4$	61,87	6,58	4,77	4,81	291,20
XLIV	227-228	55,89	5,81	13,83	4,06	$\text{C}_{15}\text{H}_{19}\text{Na}_2\text{NO}_4$	55,73	5,92	14,22	4,33	323,30
XLV	200-201	50,93	5,44	21,87	3,75	$\text{C}_{15}\text{H}_{19}\text{K}_2\text{NO}_4$	50,68	5,39	22,00	3,94	355,51
XLVI	290-291	62,08	6,57	4,60	4,56	$\text{C}_{15}\text{H}_{19}\text{Li}_2\text{NO}_4$	61,87	6,58	4,77	4,81	291,20
XLVII	242-243	56,06	5,98	13,80	3,97	$\text{C}_{15}\text{H}_{19}\text{Na}_2\text{NO}_4$	55,73	5,92	14,22	4,33	323,30
XLVIII	177-178	50,51	5,52	21,64	3,60	$\text{C}_{15}\text{H}_{19}\text{K}_2\text{NO}_4$	50,68	5,39	22,00	3,94	355,51
XLIX	284-285	66,32	5,18	3,47	7,34	$\text{C}_{20}\text{H}_{18}\text{Li}_2\text{N}_2\text{O}_4$	65,95	4,98	3,81	7,69	364,25
L	227-228	60,94	4,40	11,28	6,75	$\text{C}_{20}\text{H}_{18}\text{Na}_2\text{N}_2\text{O}_4$	60,61	4,58	11,60	7,07	396,11
LI	188-189	56,74	4,19	18,06	6,28	$\text{C}_{20}\text{H}_{18}\text{K}_2\text{N}_2\text{O}_4$	56,05	4,23	18,25	6,54	428,56
LII	> 320, разл.	64,85	4,58	4,78	4,52	$\text{C}_{16}\text{H}_{13}\text{Li}_2\text{NO}_4$	64,67	4,41	4,67	4,71	297,16
LIII	267-268	58,57	4,18	13,67	4,06	$\text{C}_{16}\text{H}_{13}\text{Na}_2\text{NO}_4$	58,36	3,98	13,96	4,25	329,26
LIV	296-297	53,43	3,50	21,35	3,48	$\text{C}_{16}\text{H}_{13}\text{K}_2\text{NO}_4$	53,16	3,62	21,63	3,87	361,48

ет $99,5 \pm 0,4\%$. Полученным соединениям (XIII-LIV) приписана (E)-конфигурация по аналогии с родственными (E)-азометинами – производными ванилина и ванилала [4, 5], и согласно данным спектроскопии ЯМР ^1H [11]. Соли (XVI-XXX, XXXVII-LI) – производные природных аминокислот – L- α -аланина (IV), L-валина (V), L-лейцина (VI), L-изолейцина (VII) и L-триптофана (VIII) являются хиральными соединениями и не подвергаются рацемизации в процессе их получения [4, 5].

В ИК спектрах солей (E)-[3-метокси- или 3-этокси-4-(литий, натрий или калий-оксибензилиден)амино-2-уксусных или 4-бензойных кислот (XIII-LIV)] наблюдались следующие характеристические полосы поглощения (ν , см $^{-1}$): СН аром. – 3100-3005, 860-640; СН алиф. – 2980-2830; С=N – 1648-1626; асимм. и симм. валентные колебания $-\text{CO}_2-$ – 1610-1580, 1415-1405; С=C аром. – 1605-1590, 1515-1505; С=О – 1290-1240, 1175-1160, 1030-1015; и отсутствовала полоса поглощения С=О альдегид. – 1700-1685, характерная для исходных бензальдегидов (I, II).

В ЯМР ^1H спектрах солей (E)-[3-метокси- или 3-этокси-4-(литий, натрий или калийоксибензилиден)амино-2-уксусных или 4-бензойных кислот (XIII-LIV)] присутствовали следующие сигналы протонов (δ , м.д.): сигналы группы (MeO) проявлялись в виде синглета в диапазоне 3,90-3,98 (3H) (XIII-XXXIII); группы (EtO) – в спектрах соединений (XXXIV-LIV) сигналы протонов группы EtO проявляются в виде триплета в интервале 0,90-1,35 м.д. (Me) и квартета при 3,82-4,28 м.д. (CH_2). Сигналы ароматических протонов расположены в диапазоне 6,80-7,56 м.д., протоны азометиновой группы (HC=N) проявляются в виде синглета в области 8,10-8,55 м.д., что характерно для азометиннов, имеющих (E)-конфигурацию [14].

В ИК и ЯМР ^1H спектрах солей (XIII-LIV) присутствовали полосы поглощения и сигналы протонов, подтверждающие наличие соответствующих структурных фрагментов аминокислот (III-IX) [15,16].

Ряд полученных солей (XIII-LIV) проявил высокую фунгицидную активность по отношению к штаммам *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Monilia sp.*, *Mucor sp.*, *Penicillium lividum* и штаммам бактерий *Escherichia coli B*, *Pseudomonas*

aeruginosa PA01, *Pseudomonas putida M*, *Serratia marcescens*, *Pantoea herbicola EH103*, *Salmonella typhimurium TA100*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis 494*, *Sarcina lutea*, *Mycobacterium smegmatis* [13,17,18]. Эти соединения могут представлять интерес для разработки антисептических средств наружного применения (мыла и моющие средства медицинского назначения), обладающих фунгицидным и бактерицидным действием. Поскольку ванилин, ванилаль и их производные имеют приятный запах, то мыла на их основе не нуждаются в применении отдушек и могут иметь повышенную стабильность при хранении за счет антиоксидантной активности [10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Взаимодействием ванилина или ванилала с аминокислотами и метилатами лития, натрия или калия в среде кипящего метанола с количественным выходом получены водорастворимые дисоли лития, натрия, калия (E)-(3- алкокси-4-гидроксибензилиден)амино-2- кислот высокой чистоты.

Синтезировано 41 новое химическое соединение и изучены их физико-химические свойства и спектральные характеристики.

Установлено, что синтезированные соединения проявляют ярко выраженную фунгицидную и бактерицидную активность к целому ряду штаммов грибов и бактерий и могут найти применение в качестве лекарственных средств.

SUMMARY

E.A. Dikusar, V.I. Potkin, S.G. Stepin
WATER-SOLUBLE OF LITHIUM, SODIUM AND POTASSIUM DISALTS (E)-(3-ALKOXY- 4-HYDROXY)BENZYLIDENE) AMINO ACETIC AND BENZOIC ACIDS

By the interaction of vanillin or vanillal with amino acids - glycine, L-valine, L-leucine, L-isoleucine, L-tryptophane and 4-amino benzoic acid lithium, sodium or potassium methylate in boiling methanol were synthesized water-soluble lithium, sodium and potassium salts of (E)-[3- methoxy or 3-ethoxy -4-(lithium, sodium or potassiumoxy)benzylidene]amino acetic and 4-benzoic acids. The structure of the synthesized compounds was

confirmed by elemental analysis, infrared spectra, ^1H NMR spectroscopy.

Keywords: glycine, L- α - alanine L-valine, L-leucine, L-isoleucine, L-tryptophane, 4-aminobenzoic acid, vanillin, vanillal, benzylidene aminoacids, lithium, sodium, potassium salts, fungicidal and bactericidal activity.

ЛИТЕРАТУРА

1. Nelson, D.L. Lehninger Principles of Biochemistry / D.L. Nelson, M.M. Cox. – 5th Ed. – New York: W.H. Freeman & Co Ltd., 2009. – 1100 p.

2. Huges, A.B. Amino Acids, Peptides and Proteins in Organic Chemistry. Vol. 1. Origins and Synthesis of Amino Acids / A.B. Huges. – Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co., KGaA, 2009. – 610 p.

3. Barrett, G.C. Amino Acids and Peptides / G.C. Barrett, D.T. Elmore. – Cambridge: Cambridge University Press, 1998. – 480 p.

4. Метилловые эфиры (E, 2S, 3S)-2-арилиденамино-3-метилвалериановых кислот / Е.А. Дикусар [и др.] // Вестник фармации. – 2012. – № 2. – С. 31–38.

5. Дикусар, Е.А. Синтез хиральных азометинов на основе гидрохлорида метилового эфира L-3-фенилаланина и замещенных бензальдегидов ванилинового ряда / Е.А. Дикусар // ЖОрХ. – 2011. – Т. 47. – Вып. 2. – С. 213–216.

6. Сладкова, А.А. Радиационно-индуцированные превращения гидроксилсодержащих аминокислот и их производных в водных растворах. – Автореф. ... канд. хим. н. – Минск: БГУ. – 2012. – 24 с.

7. Stahl, P.H. Handbook of Pharmaceutical Salts. Properties, Selection, and Use / P.H. Stahl, C.G. Wermuth // Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. – 2002. – 220 p.

8. Аминовые соли органических кислот / Е.А. Дикусар [и др.] – Нукус: «Каракалпакстан». – 2009. – 143 с.

9. Технология получения моно- и диалкоксибензальдегидов / Е.А. Дикусар [и др.] // Вестник ВГТУ. – 2013. – Вып. 24. – С. 94–102.

10. Антиоксидантная активность производных лигнина / М.В. Потапович [и др.] // Труды БГУ. – 2009. – Т.4. – ч.2. – С. 1–10.

11. Гостищев, В.К. Общая хирургия / В.К. Гостищев. – М.: ГЭОТАР-Медицина. – 2006. – 620 с.

12. Харкевич, Д.А. Фармакология / Д.А. Харкевич. – М.: ГЭОТАР-Медицина. – 2000. – 680 с.

13. Синтез, фунгицидная и антимикробная активность аммониевых солей *m*-карборан-*C*-карбоновых кислот и гетероциклических аминов / Е.А. Дикусар [и др.] // Весці НАН РБ. Сер. хім. навук. – 2010. – № 4. – С. 76–78.

14. Дайер, Д.Р. Приложения абсорбционной спектроскопии органических соединений / Д.Р. Дайер // М.: Химия, 1970. – С. 92.

15. Замещенные бензальдегиды ванилинового ряда в органическом синтезе: получение, применение, биологическая активность / Е.А. Дикусар [и др.] – Минск: Право и экономика. – 2011. – 446 с.

16. Дикусар, Е.А. Бензальдегиды ванилинового ряда. Синтез производных, применение и биологическая активность / Е.А. Дикусар, В.И. Поткин, Н.Г. Козлов // Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. – 2012. – 612 с.

17. Методические рекомендации по испытанию химических веществ на фунгицидную активность / Под ред. Андреевой Е.И. и Картомышевой В.Г. – Черкассы, 1990. – 96 с.

18. Красильников, А.П. Справочник по антисептике / А.П. Красильников. – Минск: Высшая школа, 1995. – 240 с.

Адрес для корреспонденции:

220072, Республика Беларусь,
г. Минск, ул. Сурганова, 13,
Институт физико-органической
химии Национальной академии
наук Республики Беларусь,
тел +375-17-2841600,
моб. +375-29-6228644,
E-mail: dikusar@ifoch.bas-net.by.
Дикусар Е.А.

Поступила 05.03.2013 г.