

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью настоящей работы являлось исследование зависимости температур плавления систем, состоящих из четвертичных аммониевых солей и протонодонорных соединений, от химического состава смеси, а также установление возможности получения новой глубокоэвтектической композиции на основе таких систем.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В качестве объектов исследования были выбраны гидрофобная и гидрофильная четвертичные аммониевые соли - бромид тетрабутиламмония и хлорид тетраэтиламмония соответственно; а также два вещества, представляющие собой умеренные доноры протонов - мочевина и 2-метилимидазол. Данный выбор базировался на имеющихся литературных данных. Так, мочевина была исторически первым веществом, использованным в качестве донора протонов в глубокоэвтектической смеси, и значительная часть известных к настоящему моменту глубоких эвтектик содержит это соединение в своем составе. С другой стороны, известно, что бромид тетрабутиламмония и имидазол образуют друг с другом глубокую эвтектику с весьма интересными свойствами [3]. Имелись основания предполагать, что замена имидазола на 2-метилимидазол приведет к дальнейшему снижению температуры плавления системы вследствие понижения симметрии молекулы одного из компонентов.

Была изучена зависимость температуры плавления смесей хлорид тетраэтиламмония - мочевина, бромид тетрабутиламмония - мочевина и бромид тетрабутиламмония - 2-метилимидазол от химического состава смеси.



Хлорид тетраэтиламмония Бромид тетрабутиламмония 2-Метилимидазол

С этой целью образцы смесей различного состава массой 1,00 г гомогенизировались путем их нагревания выше температуры плавления индивидуальных компонентов (при помощи традиционных способов нагревания либо при воздействии микроволнового излучения) и тщательного перемешивания. Затем несколько раз определялась температура плавления смеси, и полученные результаты усреднялись. Отклонение при повторном измерении температуры плавления ни в одном опыте не превышало 1-2°C. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1. Зависимость температуры плавления от состава смесей. (Жирным шрифтом выделено минимальное значение в каждом случае.)

Состав смеси \ Массовое соотношение	1:9	2:8	3:7	4:6	5:5	6:4	7:3	8:2	9:1
	Температура плавления смеси, °C								
хлорид тетраэтиламмония: мочеви́на	131	127	114	96	90	112	119	122	125
бромид тетрабутиламмония: мочеви́на	130	129	127	123	118	128	129	131	133
бромид тетрабутиламмония: 2-метилимидазо́л	134	129	112	109	104	99	43	58	60

Из приведенных данных видно, что образование глубокой эвтектики наблюдалось лишь в одном случае из трех, а именно - при использовании смеси бромид тетрабутиламмония и 2-метилимидазола в массовом соотношении 7:3. Такой состав композиции хорошо коррелирует с данными работы [3], однако следует отметить, что, вопреки ожиданию, полученная глубокая эвтектика имеет более высокую температуру плавления по сравнению с аналогичной системой в [3], где использовался незамещенный имидазол. Для объяснения указанного явления требуются дополнительные исследования.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в результате проведенного исследования получена композиция, обладающая свойствами глубокой эвтектики. Данная композиция пригодна для использования в качестве растворителя, представляющего собой нетрадиционную альтернативу как классическим молекулярным растворителям, так и ионным жидкостям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Abbott A.P., Capper G., Davies D.L., Rasheed R.K., Tambyrajan V. // Chem Commun. - 2003, pp. 70-72
2. Abbott A.P., Boothby D., Capper G., Davies D.L., Rasheed R.K. // J. Am. Chem. Soc. - 126 (2004), pp 9142-9143
3. Hou Y., Gu Y., Zhang S., Yang F., Ding H., Shan Y. // Journal of Molecular Liquids. - 143 (2008). pp 154-159.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью настоящей работы являлось исследование зависимости температур плавления систем, состоящих из четвертичных аммониевых солей и протонодонорных соединений, от химического состава смеси, а также установление возможности получения новой глубокоэвтектической композиции на основе таких систем.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В качестве объектов исследования были выбраны гидрофобная и гидрофильная четвертичные аммониевые соли - бромид тетрабутиламмония и хлорид тетраэтиламмония соответственно; а также два вещества, представляющие собой умеренные доноры протонов - мочевины и 2-метилимидазол. Данный выбор базировался на имеющихся литературных данных. Так, мочевины были исторически первым веществом, использованным в качестве донора протонов в глубокоэвтектической смеси, и значительная часть известных к настоящему моменту глубоких эвтектик содержит это соединение в своем составе. С другой стороны, известно, что бромид тетрабутиламмония и имидазол образуют друг с другом глубокую эвтектику с весьма интересными свойствами [3]. Имелись основания предполагать, что замена имидазола на 2-метилимидазол приведет к дальнейшему снижению температуры плавления системы вследствие понижения симметрии молекулы одного из компонентов.

Была изучена зависимость температуры плавления смесей хлорид тетраэтиламмония - мочевины, бромид тетрабутиламмония - мочевины и бромид тетрабутиламмония - 2-метилимидазол от химического состава смеси.



Хлорид тетраэтиламмония Бромид тетрабутиламмония 2-Метилимидазол

С этой целью образцы смесей различного состава массой 1,00 г гомогенизировались путем их нагревания выше температуры плавления индивидуальных компонентов (при помощи традиционных способов нагревания либо при воздействии микроволнового излучения) и тщательного перемешивания. Затем несколько раз определялась температура плавления смеси, и полученные результаты усреднялись. Отклонение при повторном измерении температуры плавления ни в одном опыте не превышало 1-2°C. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1. Зависимость температуры плавления от состава смесей. (Жирным шрифтом выделено минимальное значение в каждом случае.)

Состав смеси	Массовое соотношение	1:9	2:8	3:7	4:6	5:5	6:4	7:3	8:2	9:1
	Температура плавления смеси, °C									
хлорид тетраэтиламмония: мочевина		131	127	114	96	90	112	119	122	125
бромид тетрабутиламмония: мочевина		130	129	127	123	118	128	129	131	133
бромид тетрабутиламмония: 2-метилимидазол		134	129	112	109	104	99	43	58	60

Из приведенных данных видно, что образование глубокой эвтектики наблюдалось лишь в одном случае из трех, а именно - при использовании смеси бромид тетрабутиламмония и 2-метилимидазола в массовом соотношении 7:3. Такой состав композиции хорошо коррелирует с данными работы [3], однако следует отметить, что, вопреки ожиданию, полученная глубокая эвтектика имеет более высокую температуру плавления по сравнению с аналогичной системой в [3], где использовался незамещенный имидазол. Для объяснения указанного явления требуются дополнительные исследования.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в результате проведенного исследования получена композиция, обладающая свойствами глубокой эвтектики. Данная композиция пригодна для использования в качестве растворителя, представляющего собой нетрадиционную альтернативу как классическим молекулярным растворителям, так и ионным жидкостям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Abbott A.P., Capper G., Davies D.L., Rasheed R.K., Tambyrajan V. // Chem Commun. - 2003, pp. 70-72
2. Abbott A.P., Boothby D., Capper G., Davies D.L., Rasheed R.K. // J. Am. Chem. Soc. - 126 (2004), pp 9142-9143
3. Hou Y., Gu Y., Zhang S., Yang F., Ding H., Shan Y. // Journal of Molecular Liquids. - 143 (2008). pp 154-159.

одним из мощных факторов, обеспечивающих ее высокое плодородие.

Оптимизация минеральных почв является энергетически целесообразным мероприятием. Энергетические затраты на торфование компенсируются в течение 2 лет энергией, накопленной в урожае сельскохозяйственных культур. Анализ энергетической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур в восьмипольном севообороте показал, что на каждый мегаджоуль технической энергии, затраченный на проведение оптимизации методом торфования, получено 4 мегаджоуля полезной энергии, аккумулированной в урожае. Это свидетельствует о высокой энергетической эффективности оптимизации почв.

Как показала практика, оптимизация на основе торфования позволяет коренным образом улучшить все свойства почвы: физические, механические, водные, воздушные, агрохимические и микробиологические. В результате оптимизации формируется высокоплодородный пахотный горизонт мощностью 30 ± 5 см, с содержанием физической глины 25 ± 5 см, органического вещества $7 + 2$ %, в том числе 5 % гумуса, и с оптимальными водно-физическими и агрохимическими свойствами.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 37.1

НОВАЯ ГЛУБОКОЭВТЕКТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ ЧЕТВЕРТИЧНОЙ АММОНИЕВОЙ СОЛИ

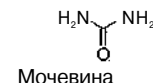
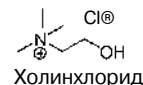
Е.Б.Окаев, Д.К.Макарчук

ВВЕДЕНИЕ

Летучие органические соединения (ЛОС), такие, как хлороформ, дихлорэтан, ацетон, толуол, являются продуктами крупнотоннажного производства в связи с их широким использованием в качестве растворителей. Их летучесть обусловлена относительно малым размером молекул и довольно слабым межмолекулярным взаимодействием. Большинство таких соединений способны давать с воздухом взрывоопасную смесь, а также огнеопасны и зачастую ядовиты. Кроме того, хлорсодержащие ЛОС вносят заметный вклад в разрушение озонового слоя атмосферы и могут участвовать в образовании стойких и высокотоксичных загрязнителей окружающей среды, таких, как диоксины. Поэтому на рубеже XX-XXI столетий развернулись широкомасштабные исследования по поиску более экологически безопасной и вместе с тем экономически оправданной альтернативы ЛОС. В этом отношении наибольший интерес представляют растворители из класса ионных жидкостей, ввиду своей нелетучести, низкой пожаро- и взрывоопасностиTM, а также - что наиболее важно - возможности многократного повторного использования без существенного ухудшения рабочих качеств.

При всех своих достоинствах, классические ионные жидкости (по природе, как правило, представляющие собой производные имидазола) все еще достаточно дороги из-за довольно высокой стоимости сырья, используемого при их синтезе. В ряде случаев их использование, несмотря на все связанные с этим выгоды, оказывается экономически нецелесообразным. Поэтому в последние несколько лет внимание исследователей сосредоточено на поиске более дешевых растворителей, обладающих достоинствами ионных жидкостей. В этой связи особенно перспективными представляются недавно открытые смеси с участием легкодоступных ионных соединений, проявляющие сильную (100°C и более) депрессию температуры плавления, и по этой причине находящиеся в жидком состоянии при комнатной или близкой к ней температуре. Такие композиции получили название глубоких эвтектик.

В первых публикациях, посвященных глубоким эвтектикам [1-2], данные системы получались на основе ионного компонента - холинхлорида, и органических соединений, содержащих подвижные атомы водорода, таких как мочевины или органические кислоты. Теоретическое объяснение сильной депрессии температуры плавления, представленное авторами [1], заключается в том, что хлорид-анион, входящий в состав холинхлорида, образует прочные водородные связи с соединением-донором протонов, вследствие чего его эффективный радиус сильно увеличивается, а энергия кристаллической решетки в соответствующей степени уменьшается.



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

«Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка»

ВОПРОСЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Сборник научных статей

Основан в 2008 году

ВЫПУСК 4

Минск 2009