



УДК 579.222.7'124.5:579.842.14

ВВЕДЕНИЕ ОСТАТКОВ АБЕКВОЗЫ В О-СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ПОЛИСАХАРИДЫ САЛМОНЕЛЛ СЕРОГРУПП В, С₂ И С₃

Дружинина Т. Н., Сизова О. В., Шибанов В. Н.,
Рожнова С. Ш.*

Институт органической химии им. Н. Д. Зелинского
Академии наук СССР, Москва;

*Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии
Министерства здравоохранения СССР, Москва

В бесклеточной системе из *Salmonella typhimurium* показана возможность химико-ферментативного синтеза О-специфического полисахарида и его модифицированных производных исходя из синтетических полипренилпирофосфатолигосахаридов с использованием реакции, катализируемой абеквозилтрансферазой. Продемонстрирована активность абеквозилтрансферазы при биосинтезе О-специфических полисахаридов *S. newport* и *S. kentucky*. Показано, что акцептором остатков абеквозы служит полипренилпирофосфатолигосахарид и реакция абеквозилирования протекает до полимеризации олигосахаридных повторяющихся звеньев.

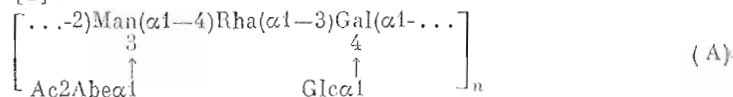
В состав О-специфических полисахаридов целого ряда салмонелл входят остатки 3,6-дидезоксисахаров; эти моносахариды обычно присутствуют в разветвлениях О-антигенных полимеров и являются носителями серологической специфичности. Так, присутствие остатка абеквозы (3,6-дидезокси-D-ксило-гексозы, Abe) характерно для О-специфических полисахаридов салмонелл серогрупп В, С₂ и С₃ [1]. Иммунохимические исследования показали [2], что дисахаридный фрагмент Abe(α1-3)Man является детерминантой для серологического фактора O4 в серогруппе В, а серологический фактор O8, общий для серогрупп С₂ и С₃, определяется фрагментом Abe(α1-3)Rha.

Как было показано ранее, биосинтез О-специфических полисахаридов у микроорганизмов серогрупп В, С₂ и С₃ протекает по блочному механизму [3, 4]. В качестве промежуточных продуктов образуются полипренилпирофосфатолигосахариды, которые служат в дальнейшем субстратами для реакции ферментативной полимеризации.

В рамках нашего исследования по химико-ферментативному синтезу О-специфических полисахаридов салмонелл [5] получение полимеров, содержащих остатки 3,6-дидезоксисахаров, и их модифицированных производных с использованием синтетических полипренилпирофосфатолигосахаридов представляет значительный интерес. Настоящая работа посвящена выяснению возможности такого синтеза на примере использования ферментных систем из *Salmonella typhimurium* (серогруппа В), *S. newport* (серогруппа С₂) и *S. kentucky* (серогруппа С₃).

ИССЛЕДОВАНИЕ АБЕКВОЗИЛТРАНСФЕРАЗНОЙ АКТИВНОСТИ В *SALMONELLA TYPHIMURIUM*

Структуре О-специфического полисахарида *S. typhimurium* соответствует формула (А) [1]:



Исследования биосинтеза О-антигенного полисахарида показали [3], что трисахаридное повторяющееся звено главной цепи собирается на полипренилпирофосфатном акцепторе последовательным переносом остатков

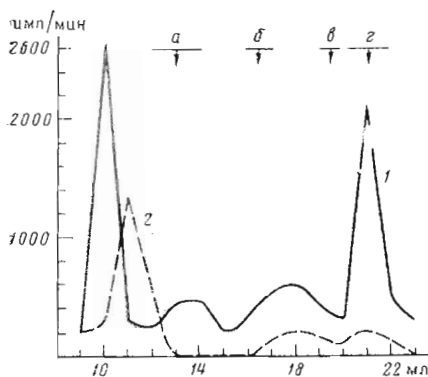


Рис. 1. Распределение радиоактивности при хроматографии на колонке (1×50 см) с TSK HW 40 продуктов биосинтеза с мембранным препаратом из *S. typhimurium* на основе нуклеотидсахаров (1) или [^{14}C]-Abe-Man-Rha-Gal-PPMpr (2). Трелками указаны объемы выхода стандартов: а — декстран Т10, б — гексахарид (Man-Rha-Gal) $_2$, в — раффиноза, з — глюкоза (30 мин, 15° С)

галактозилфосфата, рамнозы и маннозы с UDP-Gal, dTDP-Rha и GDP-Man. Образующийся полипренилпирофосфаттрисахарид может превращаться далее в линейный полисахарид, но в природных условиях он служит акцептором остатка абеквозы при реакции абеквозилирования с CDP-Abe, а субстратом для реакции полимеризации является производное тетрасахарида, содержащего остаток абеквозы. Включение же остатков глюкозы и ацетатных групп протекает, по-видимому, после образования полимерной цепи.

Включение остатка абеквозы в О-специфический полисахарид *S. typhimurium* было продемонстрировано ранее Осборн с сотр. [6, 7]. Было обнаружено, что абеквозилтрансфераза в отличие от гликозилтрансфераз, участвующих в сборке трисахаридного звена основной цепи полимера, весьма лабильна и не может быть переведена в раствор действием неионных детергентов. Вследствие этого при получении абеквозилированного О-специфического полисахарида в качестве источника как полимеразы, так и абеквозилтрансферазы был использован препарат бактериальных мембран.

Для отработки оптимальных условий включения абеквозы в олиго- и полисахаридную цепи были проведены опыты с использованием нуклеозиддифосфатсахаров в качестве субстратов. После инкубации препарата мембран из *S. typhimurium* с UDP-Gal, dTDP-Rha, GDP-Man и CDP-[^{14}C]Abe реакционную смесь обрабатывали 0,25 М уксусной кислотой (15 мин, 100° С) для отщепления остатка полипренола (более мягкие условия кислотного гидролиза по сравнению со стандартной методикой [8] были использованы в связи с высокой лабильностью гликозидной связи остатка абеквозы) и щелочной фосфомоноэстеразой (2 ч, 37° С) для расщепления гликозилфосфатной связи. Образующиеся продукты были подвергнуты далее анализу гель-фильтрацией на колонке с TSK HW 40. Как видно из рис. 1 (кривая 1), основная радиоактивность обнаруживается при этом в зоне полимера, в меньшем количестве присутствуют радиоактивные олигосахариды и моносахарид.

Приведенные в табл. 1 результаты показывают, что оптимальной температурой для получения полисахарида при инкубации природных нуклеозиддифосфатсахаров с препаратом мембран из *S. typhimurium* в течение 30 мин является 15–18° С. Необходимость проведения реакции при пониженной температуре связана, по-видимому, с высокой лабильностью абеквозилтрансферазы. В оптимальных условиях в полимер включается до 56% [^{14}C] абеквозы от всей внесенной в инкубационную смесь радиоактивности в виде CDP-[^{14}C]Abe.

Отработав условия абеквозилирования с использованием суммарного мембранного препарата из *S. typhimurium* с природными субстратами на эндогенном ундекапренилфосфате, мы приступили к исследованию возможности синтеза с этим же ферментным препаратом О-специфического полисахарида из экзогенных морапренилпирофосфатлигосахаридов.

Ранее с использованием синтетических производных морапренилпирофосфата была показана в целом ряде бесклеточных систем возможность

Влияние температуры на выход абеквозилированного полимера *

Температура, °C	Радиоактивность в полимерной фракции, имп/мин
6	2460
15-18	5030
22	3400

* Инкубация препарата мембран из *S. typhimurium* с UDP-Gal, CDP-Man, dTDP-Rha и CDP-[¹⁴C]Abe в течение 30 мин.

Таблица 2

Синтез олиго- и полисахаридов, содержащих остаток [¹⁴C]абеквозы из CDP-[¹⁴C]Abe (5 нмоль) и морапренилпирофосфатолигосахаридов (10 нмоль) с ферментами из *S. typhimurium*

№ опыта	Морапренилпирофосфатолигосахарид *	Выход абеквозилированных олиго- и полисахаридов		Отношение полимер/олигосахарид
		радиоактивность, имп/мин	% **	
1	III	10 400	36	96 : 4
2	I	11 000	38	95 : 5
3	IV	6 400	22	89 : 11
4	V	16 600	54	20 : 80
5	II	7 000	24	61 : 36
6	Контроль	600	—	—

* Кроме указанного олигосахаридов в опытах 2 и 4 смесь содержит CDP-Man (25 нмоль), в опыте 5 — GDP-Man (25 нмоль) и dTDP-Rha (25 нмоль). Опыт 6 проводится в отсутствие экзогенных субстратов.

** Выход абеквозилированных продуктов рассчитан от суммы радиоактивности продуктов, элюированных с колонки после гель-фильтрации.

ферментативного синтеза О-специфических полисахаридов *in vitro* [8].

Для изучения синтеза абеквозилированных олиго- и полисахаридов в системе биосинтеза *S. typhimurium* представляло интерес включение в эту систему полученных путем химического синтеза в нашей лаборатории [9-12] морапренилпирофосфатных производных дисахаридов (I, II), линейных трисахаридов (III, IV) и трисахаридов (V) с остатком α-D-глюкозы в боковой цепи:

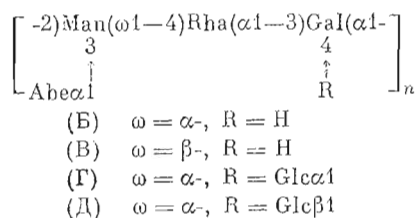
- (I) Rha(α1-3)Gal(α)-PPMpr
- (II) Glc(β1-4)Gal(α)-PPMpr
- (III) Man(α1-4)Rha(α1-3)Gal(α)-PPMpr
- (IV) Man(β1-4)Rha(α1-3)Gal(α)-PPMpr
- (V) Rha(α1-3)Gal(α)-PPMpr



Первоначально были исследованы морапренилпирофосфатолигосахариды, соответствующие по структуре природным предшественникам биосинтеза (I, III). Об акцепторных свойствах синтетических производных морапренилпирофосфата судили по включению [¹⁴C]абеквозы из CDP-[¹⁴C]Abe в олиго- и полимерную фракции при инкубации с мембранным препаратом из *S. typhimurium*. Для сборки трисахаридного повторяющегося звена — субстрата абеквозилирования — в реакционную смесь для производного (I) дополнительно добавляли GDP-Man.

Полученные данные (см. опыты 1 и 2, табл. 2) свидетельствуют о том, что линейный трисахаридный акцептор (III), полученный как химическим синтезом, так и ферментативно из дисахаридного производного (I),

может служить субстратом для абеквозилтрансферазы *S. typhimurium*, Образовавшееся производное тетрасахарида под действием суммарного мембранного препарата быстро превращается далее в полимерный продукт, которому на основании данных о структуре акцептора и известной специфичности абеквозилтрансферазы и полимеразы из *S. typhimurium* можно приписать структуру (Б).



После инкубации в течение 30 мин при 18° С практически вся абеквоза обнаруживается в полимерной фракции.

Далее мы изучали возможность проведения процесса таким образом, чтобы расчленил реакции абеквозилирования и полимеризации. Этой цели удалось добиться при инкубации производного (II) с препаратом мембран из *S. typhimurium* в течение 7 мин при 18° С. Образующийся абеквозилированный полипренилпирофосфаттетрасахарид был выделен экстракцией смесью хлороформ — метанол; при повторной инкубации с мембранным препаратом он превращался в полисахарид с выходом около 80% (см. рис. 1, 2).

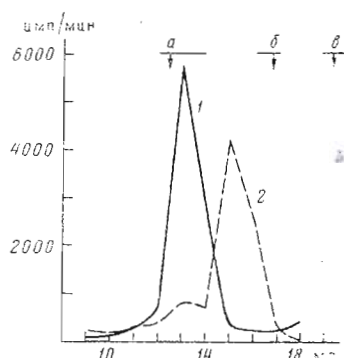
Суммарную олигосахаридную фракцию продуктов абеквозилирования соединения (III) из нескольких опытов анализировали с помощью хроматографии на бумаге в системе *n*-бутанол — пиридин — вода (6:4:3). Основной радиоактивный продукт имеет $R_{\text{Gal}}=0,64$, что соответствует ожидаемой подвижности тетрасахарида [^{14}C]Abe-Man-Rha-Gal [6] (для трисахарида [^{14}C]Man-Rha-Gal в этой системе $R_{\text{Gal}}=0,60$).

Мы обратились далее к исследованию полипренилпирофосфатолigosахаридов, отличающихся по строению олигосахаридной цепи от нормальных предшественников биосинтеза О-специфического полисахарида.

Сравнение эффективности абеквозилирования и полимеризации для производных (III) и (IV), различающихся конфигурацией концевой остатка маннозы (см. опыты 1 и 3, табл. 2), показывает, что модифицированное соединение способно участвовать в этих реакциях. Следует отметить, что в отличие от рамнозил- и маннозилтрансфераз, для которых изменение конфигурации при С-1 терминального моносахаридного остатка акцептора приводит к полной потере субстратных свойств [13], абеквозилтрансфераза из *S. typhimurium* относительно мало чувствительна к такой модификации субстрата: происходит только небольшое уменьшение эффективности гликозилрования, это справедливо и для полимеразы О-специфического полисахарида. Благодаря этому становится возможным получение модифицированного полисахарида, имеющего в повторяющемся звене остаток маннозы в β -конфигурации (структура В).

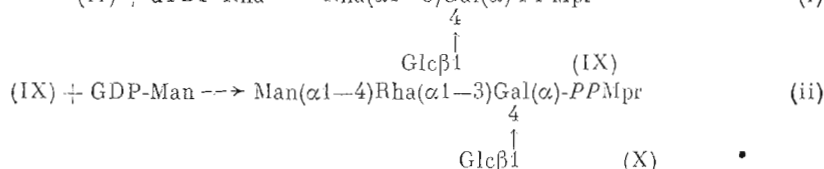
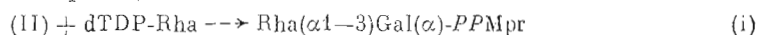
Как было сказано выше, гликозилрованные разветвленные олигосахаридные акцепторы уже применялись нами ранее в химико-ферментативном синтезе [9, 14]. Использование синтетического производного (V), содержащего остаток α -D-глюкозы в боковой цепи, позволяло надеяться получить О-антигенные цепи, несущие оба иммунодоминантных остатка сахара — глюкозу и абеквозу (структура Г). Анализ гель-фильтрацией на TSK HW40 продуктов, образующихся из производного (V), GDP-Man и CDP- ^{14}C Abe (опыт 4, табл. 2), показал, что разветвленный акцептор также может служить эффективным субстратом для абеквозилтрансферазы (см. рис. 2). Реакция полимеризации протекает в этом случае значительно хуже, что приводит к заметному изменению соотношения продуктов: выход полисахарида резко снижается с одновременным увеличением олигосахаридной фракции. Можно предположить, что остаток α -D-глюкозы в боковой цепи повторяющегося звена затрудняет реакцию полимеризации.

Рис. 2. Распределение радиоактивности при хроматографии на колонке (1×50) с TSK HW40 продуктов абеквозилирования производных Rha-Gal-PPMpr (1) и Rha-Gal(Glc)-PPMpr (2) с мембранным препаратом из *S. typhimurium*. а-в — см. рис. 1



В олигосахаридной фракции продуктов абеквозилирования соединения (V) с помощью хроматографии на бумаге был обнаружен основной радиоактивный продукт с $R_{\text{Gal}}=0,3$. Это соответствует ожидаемой подвижности пентасахарида [^{14}C] Abe-Man-Rha(Glc-)Gal.

Интересно было проверить, насколько существенным окажется замедление реакции полимеризации при другой конфигурации остатка моносахарида в боковой цепи. В качестве исходного соединения для химико-ферментативного синтеза мы выбрали дисахаридное производное морепенилпирофосфата (II) с β -конфигурацией остатка глюкозы. Для превращения соединения (II) в разветвленное тетрасахаридное производное (X) — потенциальный акцептор для абеквозилирования — должны быть проведены две ферментативные реакции:



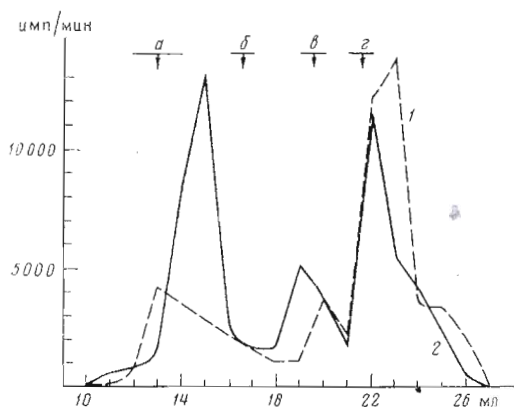
Возможность протекания реакции (ii) с манозилтрансферазой из *S. typhimurium* была нами ранее продемонстрирована с использованием синтетического производного (IX) [9], однако способность соединения (II) служить субстратом для манозилтрансферазы (реакция i) не была исследована.

Мы показали, что при инкубации производного (II) с dTDP-Rha, GDP- ^{14}C Man и препаратом растворимых гликозилтрансфераз из *S. typhimurium* происходит образование соединения (X). Продукт был выделен из инкубационной смеси экстракцией органическим растворителем, содержание радиоактивности соответствовало выходу 40% из расчета на дисахарид. Это позволило приступить далее к изучению процесса абеквозилирования производного разветвленного тетрасахарида.

Согласно табл. 2 (см. опыт 5), полученный ферментативно на основе соединения (II) полипенилпирофосфат тетрасахарида (X) может служить субстратом для абеквозилтрансферазы из *S. typhimurium*. При этом общий выход продуктов абеквозилирования снижается более чем в 2 раза по сравнению с данными для производного (V). В то же время эффективность полимеризации образовавшегося пентасахарида заметно выше, чем в предыдущем случае, что следует из отношения поли- и олигосахаридных продуктов. Для образующегося полисахарида можно предполагать структуру (Д).

Для использования полученных химико-ферментативно полисахаридов в иммунохимических реакциях необходимо освободиться от эндогенного гаптена. Ранее при исследовании химико-ферментативного синтеза O-специфического полисахарида *S. anatum* была разработана процедура для удаления эндогенных полисахаридных примесей из препарата мембран, основанная на экстракции последнего холатом [15]. Мы изучили применение этой методики для мембран *S. typhimurium*.

Рис. 3. Распределение радиоактивности при хроматографии на колонке (1×50 см) с TSK HW40 продуктов абеквозилирования, полученных с мембранными препаратами из *S. newport* (1) и *S. kentucky* (2) из нуклеотидсахаров (3 ч, 18° С). а-г — см. рис. 1



вания по методу, описанному выше для *S. typhimurium* (гель-фильтрация на TSK HW40 после мягкого кислотного гидролиза и обработки щелочной фосфатазой), мы обнаружили образование олиго- и полисахарида, содержащих остатки [¹⁴C]абеквозы (рис. 3). В данных условиях выход полисахарида составил ~60% (табл. 4). При уменьшении времени инкубации и понижении температуры доля полисахарида значительно уменьшалась, вплоть до практически полного отсутствия полимера при инкубации в течение 1 ч при 10° С. Основной пик радиоактивности в этом случае смывался с колонки в зоне олигосахарида. Этот результат показывает, что, как и в случае биосинтеза О-специфического полисахарида *S. typhimurium*, акцептором остатка абеквозы служит полипренилпирофосфатолигосахарид, т. е. реакция абеквозилирования протекает раньше, чем реакция полимеризации повторяющихся олигосахаридных звеньев.

Этот вывод подтверждается результатами опытов по солиобилизации абеквозилтрансферазы из препарата мембран *S. kentucky*. Было найдено, что абеквозилтрансфераза из *S. kentucky* переходит частично в «препарат растворимых гликозилтрансфераз» (ПРГ) при обработке мембранного препарата 0,65% раствором политергента (ПРГ-1) или 0,6% раствором октил-глюкозида (ПРГ-2) в течение 5 мин. После инкубации ПРГ с UDP-Gal, GDP-Man, dTDP-Rha CDP-[¹⁴C] Abe (2 ч, 18–20° С) с последующей обработкой смесью хлороформ-метанол (2:1) мы обнаружили в органической фазе лишь радиоактивный полипренилпирофосфатолигосахарид. В случае ПРГ-1 его выход составил 4,4%, в случае ПРГ-2—7,9%.

Для подтверждения того, что акцептором остатка абеквозы при ферментативной реакции служат полипренилпирофосфатолигосахариды, мы

Таблица 4

Синтез олиго- и полисахаридов, содержащих остаток [¹⁴C]абеквозы с ферментами из салмонелл серогрупп С₂ и С₃

Источник фермента и условия инкубации *	Суммарный выход абеквозилированных олиго- и полисахаридов		Отношение полимер/ олигосахарид
	радиоактивность, имп/мин	%	
<i>S. newport</i>			
А	21 800	34	55 : 45
Б	28 300	71	60 : 40
<i>S. kentucky</i>			
А	39 700	60	62 : 38
Б	28 650	63	79 : 21

* Инкубационная смесь во всех случаях содержала GDP-[¹⁴C]Abe (12,5 нмоль) и dTDP-Rha (25 нмоль). В условиях А дополнительно присутствовали UDP-Gal (25 нмоль) и GDP-Man (25 нмоль), в условиях Б — соединение (VI) (10 нмоль). Продолжительность инкубации — 3 ч при 18–20° С. В контрольных опытах без акцептора выход абеквозилированных продуктов составил для *S. newport* и *S. kentucky* 600 и 400 имп/мин соответственно.

изучали далее способность сшитического производного Man(α 1-2)Man(α 1-3)Gal(α)-PPMPg (VI) служить субстратом для абеквозилтрансферазы из *S. kentucky*.

Для превращения соединения (VI) в производное тетрасахарида — акцептора абеквозы — в инкубационную смесь добавляли dTDP-Rha в качестве донора остатка рамнозы. Идентификация образующихся продуктов аналогична описанной выше. В результате трех последовательных реакций (рамнозилрования, абеквозилирования и полимеризации) образуются абеквозилсодержащие поли- и олигосахаридные продукты; выход полимера в случае *S. kentucky* несколько выше, чем при проведении реакции с нуклеозиддифосфатами (табл. 4).

При анализе олигосахаридной фракции продуктов абеквозилирования соединения (VI) с помощью хроматографии на бумаге зарегистрировано образование основного радиоактивного продукта с $R_{Gal}=0,46$, что соответствует ожидаемой подвижности пентасахарида [^{14}C]Abe-Rha-Man-Man-Gal (для трисахарида [^{14}C]Man-Man-Gal $R_{Gal}=0,42$). Столь высокую подвижность полученного пентасахарида можно объяснить присутствием в его составе двух дезоксисахаров.

Таким образом, нами впервые продемонстрирована активность абеквозилтрансферазы при биосинтезе О-специфических полисахаридов салмонелл серогруппы C₂ и C₃. Показано, что акцептором остатка абеквозы служат полипрешилфосфатолигосахариды, и синтетические соединения этого ряда могут быть использованы в качестве субстратов для абеквозилирования в системах биосинтеза для *S. newport* и *S. kentucky*.

Экспериментальная часть

В работе использовали культуры штаммов *S. newport* (0:6, 8, H: e, h 1, 2), *S. kentucky* (0:8, H:i, Z₆) и *S. typhimurium* (0:4, 4, 5, 12, H:i, 1, 2), полученные из музея Государственного института контроля и стандартизации медицинских и биологических препаратов им. Л. А. Тарасевича Министерства здравоохранения СССР. Штаммы салмонелл выращивали на пептонной воде с дрожжевым экстрактом в течение 18 ч при 37°С. Получение препаратов мембран, освобождение препарата мембран от эндогенного липополисахарида и определение радиоактивных веществ проводили как описано ранее [7, 15, 17]. Препараты мембран и «растворимых гликозилтрансфераз» хранили в жидком азоте.

Использовали препараты UDP-Gal, GDP-Man (Calbiochem, США), GDP-[^{14}C]Man (Amersham, Англия), dTDP-Rha получена биосинтетически по методу [18] в модификации [19], CDP-[^{14}C]Abe получена биосинтетически [7]. Количество эндогенной абеквозы в липополисахариде определяли по методике [16].

Для хроматографии на бумаге использовали систему *n*-бутанол — пиридин — вода, 6:4:3, и бумагу Whatman 1.

Для ферментативного абеквозилирования и полимеризации aliquоту раствора, содержащего морапрешилфосфатолигосахарид, упаривали. Остаток суспендировали в 15 мкл 0,5% водного раствора твина-85, добавляли 20 мкмоль трис-ацетата (pH 8,4), 2,5 мкмоль MgCl₂, 0,5 мкмоль EDTA (pH 7,4), 3 мкмоль CDP-[^{14}C]Abe (4 мкКи/мкмоль) и препарат мембран (50 мкл, 1,5–2 мг белка). При необходимости добавляли dTDP-Rha и GDP-Man (по 25 мкмоль). Общий объем реакционной смеси составлял 0,15–0,22 мл. После инкубации в течение 20–30 мин при 10–18°С (для *S. typhimurium*) и 1,5–3 ч при 18–20°С (для *S. newport* и *S. kentucky*) олиго- и полисахаридные продукты от липидного фрагмента отщепляли гидролизом в 0,25 М уксусной кислоте в течение 15 мин при 100°С. Содержание полисахарида в смеси определяли с помощью гель-фильтрации на колонке (1×50 см) с TSK HW 40 (Toyo Soda Co, Japan) в воде как долю радиоактивности в зоне полимера от общей радиоактивности.

Для получения «препарата растворимых гликозилтрансфераз» мембранный препарат (МП) обрабатывали растворами ионтергента* (7 мкл 10% водного раствора на 100 мкл МП) или октилглюкозида (10 мкл 6% водного раствора на 100 мкл МП) в течение 5 мин во льду при интенсивном перемешивании.

Полипептилфосфатолигосахариды экстрагировали органическим растворителем как описано в работе [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Nikaido H. // Bacterial membranes and walls/Ed. Lieve L. N. Y.: Dekker, 1973. P. 131–208.
2. Jann K., Westphal O. // The antigens. V. 3./Ed. Sela M. N. Y.: Acad. Press. 1975. P. 1–125.

* Polytergent S305-LF; любезно предоставлен проф. Хойпацким (ПНР).

3. Robbins P. N., Wright A. // Microbial toxins. V. 4./Eds Weinbaum G., Kadis S., Ail S. J. N. Y.: Acad. Press. 1971. P. 351-368.
4. Shibaev V. N., Druzhinina T. N., Popova A. N., Rozhnova S. S., Killeso V. A. // Eur. J. Biochem. 1979. V. 101. № 2. P. 309-316.
5. Шибает В. Н. // Прогресс химии углеводов/Ред. Торгов И. В. М.: Наука, 1985. С. 149-173.
6. Osborn M. J., Weiner I. M. // J. Biol. Chem. 1968. V. 243. № 10. P. 2631-2639.
7. Osborn M. J., Cynkin N. A., Gilbert J. M., Müller L., Singh M. // Meth. Enzymol. 1972. V. 28. P. 583-601.
8. Шибает В. Н., Кусов Ю. Ю., Дружинина Т. Н., Калинин Н. А., Кочетков Н. К., Кулесов В. А., Рожнова С. Ш. // Биоорган. химия, 1978. Т. 4. № 1. С. 47-56.
9. Торгов В. И., Дружинина Т. Н., Нечаев О. А., Шибает В. Н. // Биоорган. химия. 1987. Т. 13. № 7. С. 947-957.
10. Данилов Л. Л., Дружинина Т. Н., Шибает В. Н., Кочетков Н. К. // Биоорган. химия. 1980. Т. 6. № 3. С. 468-470.
11. Данилов Л. Л., Уткина Н. С., Шибает В. Н., Кочетков Н. К. // Биоорган. химия. 1981. Т. 7. № 11. С. 1718-1722.
12. Danilov L. L., Maltsev S. D., Shibaev V. N., Kochetkov N. K. // Carbohydr. Res. 1981. V. 88. № 2. P. 203-211.
13. Шибает В. Н., Данилов Л. Л., Дружинина Т. Н., Торгов В. И., Гоголашвили Л. М., Уткина Н. С. // Биоорган. химия. 1982. Т. 8. № 4. С. 564-566.
14. Шибает В. Н., Дружинина Т. Н., Гоголашвили Л. М., Кочетков Н. К., Рожнова С. Ш., Кулесов В. А. // Докл. АН СССР. 1983. Т. 270. № 4. С. 897-899.
15. Калинин Н. А., Дружинина Т. Н., Шибает В. Н. // Докл. АН СССР. 1985. Т. 283. № 2. С. 481-482.
16. Ashwell G. // Meth. Enzymol. 1966. V. 8. P. 91.
17. Дружинина Т. Н., Шибает В. Н., Кочетков Н. К., Рожнова С. Ш., Кулесов В. А. // Биоорган. химия. 1984. Т. 10. № 11. С. 1548-1551.
18. Bernstein R. L., Robbins P. W. // J. Biol. Chem. 1965. V. 240. № 1. P. 391-397.
19. Шибает В. Н., Кусов Ю. Ю., Петренко В. А., Дружинина Т. Н., Кочетков Н. К. // Биоорган. химия. 1978. Т. 4. № 2. С. 249-256.

Поступила в редакцию
29.IV.1988

THE INCORPORATION OF ABEQUOSE RESIDUES INTO SALMONELLA SEROGROUPS B, C₂ AND C₃ O-SPECIFIC POLYSACCHARIDES

DRUZHININA T. N., SIZOVA O. V., SHIBAEV V. N.,
ROZHNova S. SH.*

*N. D. Zelinsky Institute of Organic Chemistry,
Academy of Sciences of the USSR, Moscow;*
* *Central Research Institute of Epidemiology,
Ministry of Health of the USSR, Moscow*

The possibility of chemical-enzymatic synthesis of O-specific polysaccharide and its modified derivatives was demonstrated with a cell envelope preparation from *Salmonella typhimurium* using synthetic polyprenyl pyrophosphate oligosaccharides and CDP-[¹⁴C]Abe. It was shown that during biosynthesis of O-specific polysaccharides from *S. newport* and *S. kentucky* abequosylation reaction occurs prior to polymerization of oligosaccharide repeating units.