



$k_{La}$  ( $h^{-1}$ ) значение в RTS-1/C



Рис. 3. Влияние различных объемов среды на скорость ее насыщения кислородом в 50 мл TPP Биореакторе при интенсивном реверсивном вращении на RST -1C. Заполнение осуществляли де-ионизированной водой объемом 5, 10, 20 и 30 мл и измерения осуществляли неинвазивным  $O_2$  датчиком и оптикой (PreSens, Германия) при 37 °C, используя метод полного вытеснения растворенного кислорода-азотом. На Рис. 3 представлены средние значения как минимум 5-ти экспериментов, а также их среднеквадратичные отклонения.

Значение  $k_{La}$  исследовали для оптимальных для аэробной ферментации переменных значений интенсивности аэрации, составляющих 2000 об/мин, и частоте смены направления вращения, составляющей 1 раз в секунду. Во всем исследованном диапазоне рабочих объемов среды показана линейная и обратно пропорциональная зависимость значения  $k_{La}$  от объема среды (см. Рис. 3). Наиболее высокий показатель  $O_2$   $k_{La}$  350 мг/лч был показан для 10% объема среды (5 мл среды в 50 мл реакторе).

**Список клеток микроорганизмов и клеточных культур, успешно культивированных на биореакторе RTS-1C**  
*Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia pastoris*, *Yarrowia lipolytica*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Hybridoma*, *Jurkat* and CHO cells.

#### Типы пробирок рекомендуемые для реверс-спин технологии

Для аэробных ферментаций мы рекомендуем использовать пробирки Greiner CELLSTAR®50 мл. Для обеспечения оптимальных условий культивирования аэротолерантных микроорганизмов – анаэробов, рекомендуем те же реакторы, однако закручиваемая крышка не должна иметь мембранные дыхательные фильтры. Допустимо использование аналогичных пробирок других производителей, например Corning 50 мл Mini Bioreactor (США), но в этом случае ротор RTS необходимо модифицировать. Такая опция осуществляется по запросу.

#### Заводская калибровка полипропиленовыми частицами заданного размера и коэффициент пересчета 600 нм / 850 нм

Заводская калибровка прибора разработана для палочковидных бактерий, близких по размерам *E.coli* BL21. Если объект ваших исследований превышает эти размеры, система измерений может работать некорректно. Коэффициент конверсии  $OP_{850}$  в  $OP_{600}$  при заводских настройках составляет 1.9.

#### Заводская калибровка и влияние фазы роста микроорганизмов на точность измерения

В процессе культивирования клеток *E.coli* клетки проходят различные фазы роста, вызывающие физиологические и морфологические изменения, включая снижение объемных размеров и формы клеток. Поэтому независимые референтные значения ОП, полученные на клетках, образцы которых отобраны на различных участках фазы роста, могут отличаться от спецификации калибровки производителя.

#### Какой коэффициент конверсии $OP_{850}$ к $OP_{600}$ рекомендуем

Коэффициент конверсии оптической плотности  $OP_{850}$  к  $OP_{600}$  зависит от линейных размеров и объема. Коэффициент будет различаться для других размеров клеток. Прибор может быть калиброван на требуемой длине с учетом дальнейшего перевода пользователем на оптическую плотность 600 нм.

## Персональные биореакторы RTS-1 и RTS-1C



Видео работы прибора доступно на веб-сайте [biosan.lv](http://biosan.lv)



USB соединение



Инновационная технология перемешивания: Reverse - Spin®

Статьи пользователей: [biosan.lv/report](http://biosan.lv/report)

СПЕЦИФИКАЦИИ

	RTS-1	RTS-1C
Теоретически возможный диапазон измерений ( $OP_{850}$ ), при 10 мл рабочего объема*: Стержневидные бактерии (пр. <i>E.coli</i> ) Дрожжи (пр. <i>P.pastoris</i> )	0-25 (0–45.6 $OP_{600}$ эквивалент**) 0-50 (0–75 $OP_{600}$ эквивалент)	
<i>E.coli</i> BL21 диапазон измерения заводской калибровки, $OP_{850}$ : при объеме 10–20 мл при объеме 20–30 мл	0 – 10 ОП (0 – 19 $OP_{600}$ эквивалент) 0 – 8 ОП (0 – 15.2 $OP_{600}$ эквивалент)	
Точность измерения при заводской калибровке	$\pm 0.3 OP_{850}$	
Коэффициент массопередачи $k_{La}$ ( $h^{-1}$ )	до 350 $\pm$ 26 $h^{-1}$ при 5 мл	
Длина волны для измерений ( $\lambda$ )	850 $\pm$ 15 нм	
Источник света	Светодиод	
Измерение в реальном времени (мин)	1 – 60	
Диапазон установки температуры	+25 °C ... +70 °C (шаг 0.1 °C)	+4 °C ... +70 °C (шаг 0.1 °C)
Нижний уровень контроля температуры	5 °C выше комн.	15 °C ниже комн.
Верхний уровень контроля температуры	70 °C	
Стабильность температуры	$\pm 0.1$ °C	
Точность температуры образца: 20 °C - 45 °C < 20 °C > 45 °C	$\pm 1$ $\pm 2$ $\pm 3$	
Скорость нагрева/охлаждения образца	0.7 °C/мин	
Объем образца	5 – 30 мл	
Диапазон регулировки скорости	50 – 2000 об/мин (шаг 10 об/мин)	
Точность регулировки скорости	$\pm 15$ об/мин	
Время реверсивного перемешивания	1- 60 с (шаг 1 с)	
Дисплей	ЖК	
Минимальные требования к ПК	Intel/AMD Процессор, ОП (RAM) 1 Гб, Windows XP***/Vista/7/8/8.1/10, 2.0 USB порт	
Системные требования	Intel/AMD Процессор, ОП (RAM) 3 Гб, Windows 7/8/8.1/10, 2.0 USB порт	
Размеры (Д×Ш×В)	130 × 212 × 200 мм	
Вес	1.7 кг	2.2 кг
Потребляемый ток/мощность	12 В DC, 3.3 А / 40 Вт	12 В DC, 5 А / 60 Вт
Внешний блок питания	вход AC 100–240 В, 50/60 Гц; выход DC 12 В	

\* — Максимальный  $k_{La}$  ( $h^{-1}$ ) достигается при рабочем объеме 5 мл, который является оптимальным для аэробного культивирования  
\*\* — Коэффициенты конверсии от  $OP_{850}$  до  $OP_{600}$  варьируются между штаммами и фазами роста  
\*\*\* — Нет гарантии потому что операционная система не поддерживается производителем



Рис. 1. 3D график кинетики роста *E.coli* BL21 показывающий эффект разных температур проведённых на 7 RTS биореакторах одновременно

**ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЗАКАЗА:**

RTS-1C с TubeSpin® Bioreactor 50	Кат. номер BS-010160-A04
RTS-1 с TubeSpin® Bioreactor 50	BS-010158-A04
<b>Дополнительные принадлежности для RTS-1 и RTS-1C:</b>	
Пробирки для культивирования клеток с крышками (500 шт/уп)	Greiner-227245
USB 2.0 хаб 10 портов	BS-010158-BK

**RTS-1 и RTS-1C** – персональные биореакторы с использованием запатентованной технологии Reverse-Spin®, которая применяет неинвазивное, механически управляемое, энергосберегающее, инновационное перемешивание. Клеточная суспензия смешивается вращением биореактора вокруг своей оси с изменением направления вращения, что приводит к высокоэффективному перемешиванию и оксигенации для аэробного культивирования. В сочетании с ближней ИК оптической системой можно регистрировать кинетику роста клеток неинвазивно в реальном времени.

- Принцип смешивания Reverse-Spin® в 50-миллилитровых фальконах-биореакторах позволяет достичь высоких значений  $k_L a$  ( $h^{-1}$ ) до 450, что необходимо для эффективного аэробного культивирования
- Индивидуально контролируемый биореактор ускоряет процесс оптимизации
- Возможность культивировать микроаэрофильные и облигатно анаэробные микроорганизмы (не строгие анаэробные условия)
- Принцип смешивания Reverse-Spin® позволяет проводить неинвазивное измерение биомассы в режиме реального времени
- Оптическая система в ближней инфракрасной области позволяет регистрировать кинетику роста клеток
- Бесплатное программное обеспечение для хранения, демонстрации и анализа данных в режиме реального времени
- Компактный дизайн с низким профилем и небольшим размером для личного применения
- Контроль температуры для биопроцесса
- Активное охлаждение для быстрого регулирования температуры, например для экспериментов с флуктуациями температуры
- Профилирование задач для автоматизации процессов
- Хранение облачных данных для удаленного мониторинга процесса культивирования дома или с помощью мобильного телефона

**Возможности программного обеспечения:**

- Регистрация кинетики роста клеток в реальном времени
- Пользовательские графики и 3D-график
- Пауза
- Сохранить/загрузить результаты
- PDF- и Excel- отчеты
- Подключение до 12 приборов одновременно
- Возможность удаленного слежения за экспериментом
- Возможность задачи циклов/профилирования
- Возможность создания собственной калибровки под любой вид микроорганизмов

**Аппликации:**

- Выращивание бактерий с контролем кинетики роста в реальном режиме времени
- Скрининг штаммов
- Эксперименты с температурным стрессом
- Скрининг сред и их оптимизация
- Синтетическая и системная биология
- Тесты на токсичность
- Контроль качества штаммов

**ОПИСАНИЕ**

**Рекомендации, которым следует пользоваться при создании персональных установок для культивирования микроорганизмов**

1. Скорость роста напрямую зависит от скорости вращения пробирки, поскольку она прямопропорционально связана (в диапазоне от 1500 до 2500 об/мин) со скоростью насыщения среды кислородом.
2. При аэробном метаболизме изменение ОП от времени будет расти пропорционально скорости вращения пробирки, что будет сказываться на удельной скорости роста  $\mu$  ( $h^{-1}$ ), а также времени выхода кривой роста на стационарную фазу роста при аэробной ферментации (чем скорость вращения пробирки выше — тем скорость выхода культуры на стационарную фазу быстрее).
3. Насыщение среды кислородом будет зависеть от частоты переключения вращения пробирки на противоположное (RST) Время (hh:mm) – чем чаще переключение направления вращения пробирки на противоположное, тем массообмен кислорода выше.
4. ОП  $\lambda=850$  — длина волны измерения концентрации клеток микроорганизмов. Она выбрана потому, что питательные среды, а также клетки микроорганизмов, имеют цветность, и это надо учитывать при контроле специфической динамики роста микроорганизмов. Для того, чтобы уйти в «теневую» область (независимую от цвета среды и цвета м. о.), мы предлагаем ближний инфракрасный (не видимый для человеческого глаза) диапазон измерения светорассеяния — 850 нм. При этом мы остаемся в чувствительном диапазоне длины волны, и в тоже время, независимы от естественных раскрасок колоний м. о., связанных с ограниченной чувствительностью нашего зрения от 400 до 700 нм. Коэффициент пересчёта  $ОП_{850} / ОП_{600} = 1,9$ .

**Рост клеток в зависимости от интенсивности ротации**

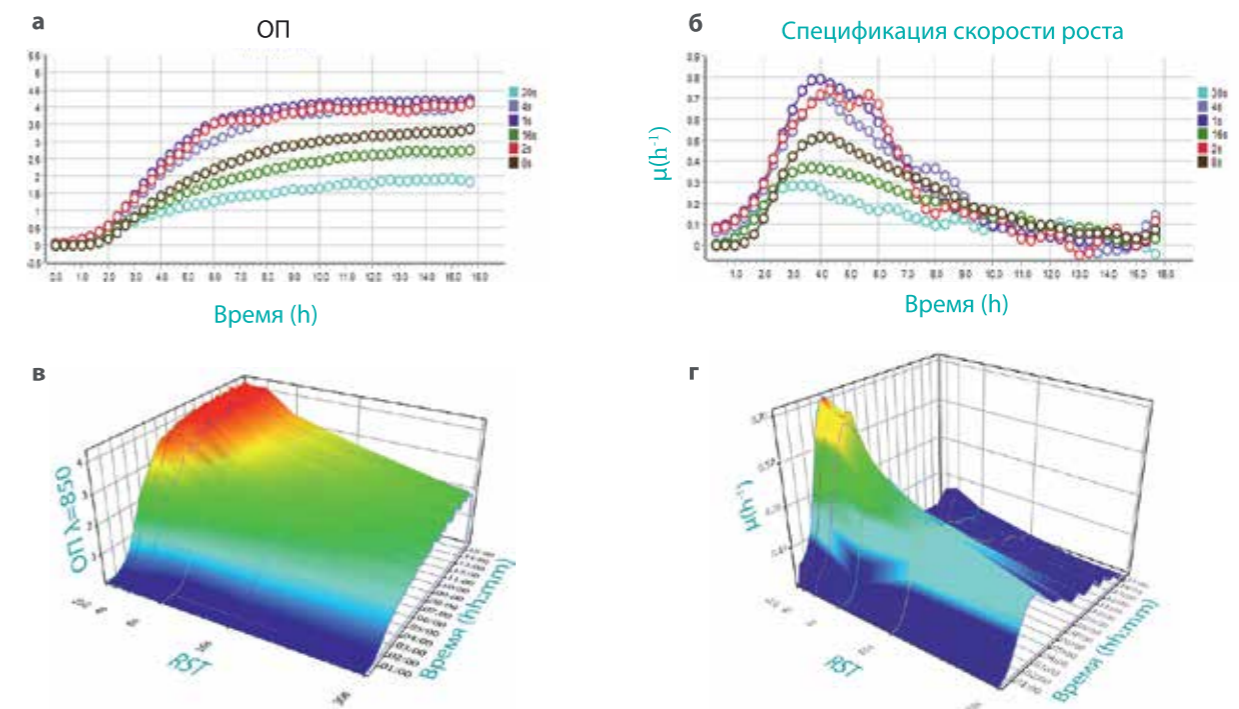


Рис. 2. а-в. Влияние интервала между реверсивными вращениями пробирки (RST) на кинетику роста *E.coli* BL21 (а-в) рост биомассы клеток; (б-г) специфическая скорость роста клеток; культивирование проводили в 50 мл TPP Bioreactor tubes, объём среды 30%, обороты вращения пробирки 2000 об/мин; время между сменой вращения пробирки (RST) на противоположное составляло 1, 2, 4, 8, 16, 30 секунд; среда культивирования LB; температура культивирования 37 °С. Для того, чтобы перевести  $ОП_{850}$  на  $ОП_{600}$  умножьте  $ОП_{850}$  на 1.9.

Известно, что аэробный рост бактерии *E.coli* зависит от интенсивности аэрации. Чем она выше, тем скорость роста клеток выше. Рис. 2 а-в иллюстрирует оптимизацию роста клеток бактерии и показывает связь между частотой смены направления вращения пробирки RST (сек.) и газообменом.

**Вывод:** при снижении времени RST специфическая скорость роста возрастает, и вместе с ним увеличивается выход биомассы клеток. Наиболее высокий уровень аэрации с учетом оптимума условий для роста *E.coli* BL21 был установлен для режима скорости вращения пробирки 2000 об/мин, показатель частоты смены вращения пробирки (RST) составил 1 раз в секунду.