



# Влияние рН на МИКРООРГАНИЗМЫ

Исупова А. С.

Активная реакция среды является функцией ионов водорода, их активности и концентрации. Кислотность среды выражается символом pH. Значения pH лежат в интервале от 0 до 14 и представляют собой десятичный логарифм концентрации водородных ионов, взятый с обратным знаком. Значения pH кислых сред находятся в пределах 0—6, щелочных — 8—14, нейтральная точка соответствует pH 7,07.





Развитие того или иного вида микробов возможно только в строго определенных границах щелочности и кислотности. Наиболее благоприятная для большинства бактерий нейтральная или слабощелочная реакция, для плесневых грибков и дрожжей — слабокислая. Границы и оптимумы pH для ряда микроорганизмов приводятся в таблице (след. слайд).



Микроорганизмы	Кислотный минимум	Оптимум	Щелочной максимум
Дрожжи	4	5,8	6,8
Молочнокислые бактерии	4,0 – 5,1	-	7,9
Группа кишечной палочки	4,4	6,5 – 7,8	7,8
Маслянокислые бактерии	5,7	6,9 – 7,3	-
Гнилостные бактерии	5,8	6,8	8,5
Грибы	1,0	1,7 – 7,7	9,2 – 11,1

В зависимости от отношения к кислотности среды прокариоты могут быть разделены на несколько групп. Оптимальный pH для роста подавляющего большинства прокариот, называемых нейтрофилами, - область, близкая к нейтральной, а рост возможен, как правило, в диапазоне от 4 до 9, считающемся нормальным. Типичными нейтрофилами являются разные штаммы *Escherichia coli*, *Bacillus megaterium*, *Streptococcus faecalis*.



- 
- У некоторых видов адаптация к кислотности среды привела к тому, что оптимум pH для роста переместился в кислую (pH 4 и ниже) или щелочную (pH от 9 и выше) зону. Такие прокариоты названы **ацидофильными** или **алкалофильными** (кислото- или щелочелюбивыми) соответственно. Среди обеих групп выделяют облигатные формы, потерявшие способность расти в нейтральной области, и факультативные, сохранившие эту способность. Типичными представителями облигатных ацидофилов служат бактерии рода *Thiobacillus*.
  - Из алкалофилов к облигатным можно отнести некоторых представителей рода *Bacillus*.

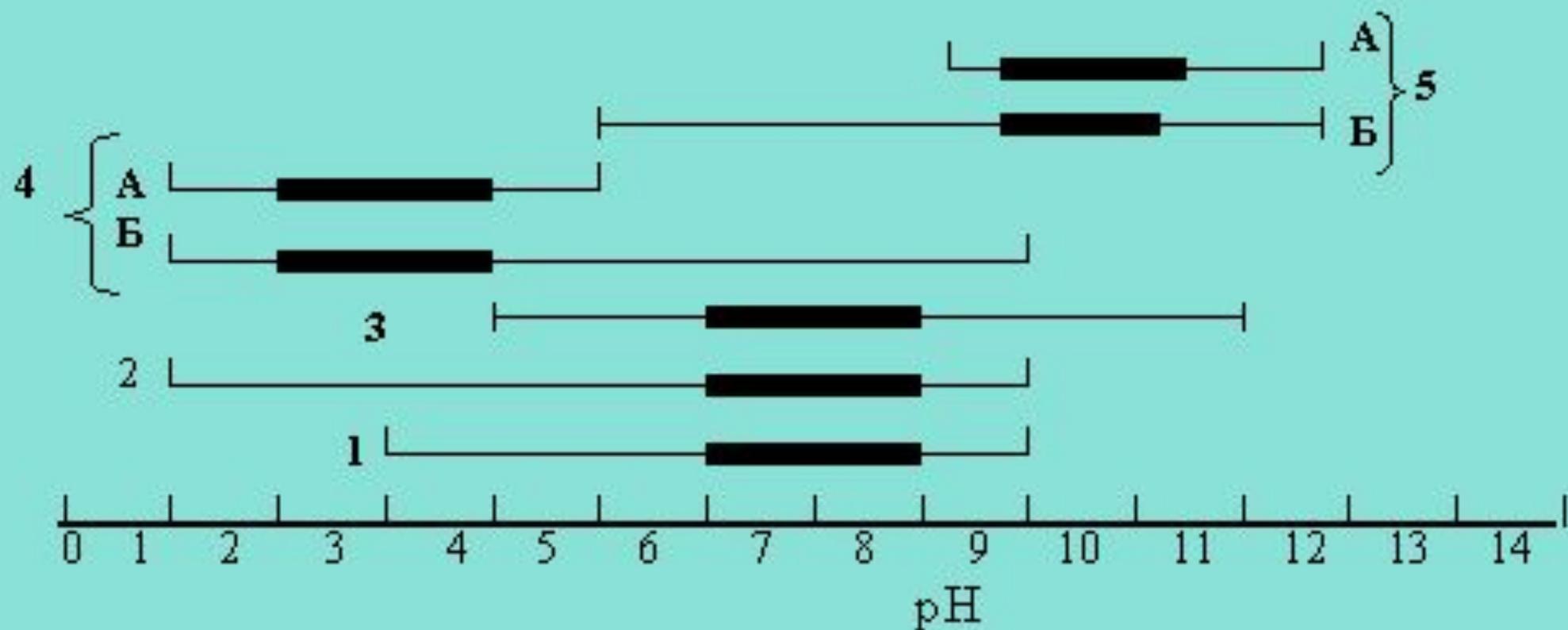
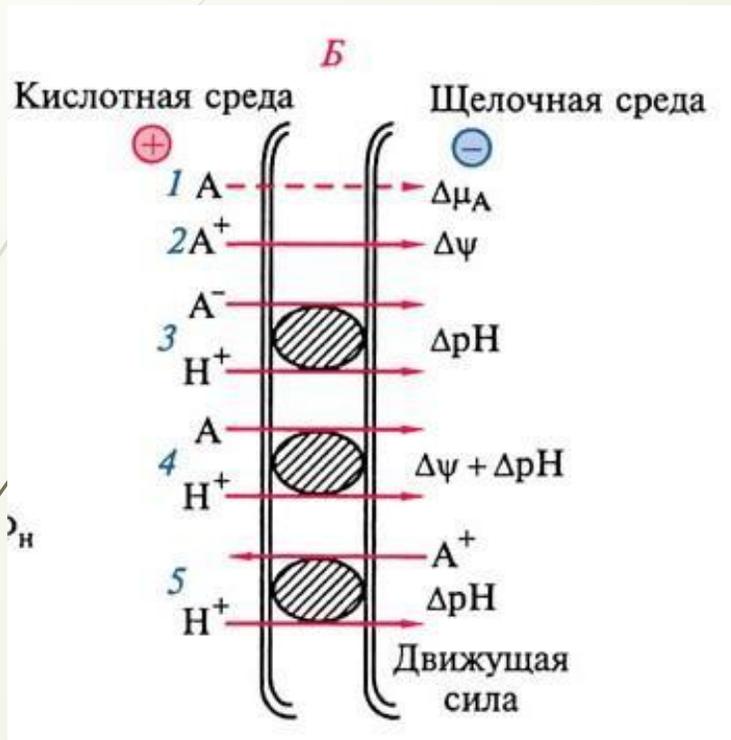


Рис.4. Границы и оптимальные зоны роста прокариот в зависимости от рН и основанная на этом классификация: нейтрофилы (1); группы кислотоустойчивых (2) и щелочеустойчивых (3) прокариот, ацидофилы (4) и алкалофилы (5). Облигатные (А) и факультативные (Б) формы. Жирной линией выделен оптимальный рН роста

- 
- Для культивирования микроорганизмов применяют различные среды, как комплексные, так и синтетические.
  - Одним из факторов, определяющих пригодность той или иной среды для микроорганизма, является ее активная кислотность, характеризуемая величиной pH.
  - Установлено, что активная кислотность оказывает влияние на рост культуры в зависимости от двух факторов. **Первый фактор** — это непосредственное воздействие ионов водорода или гидроксильных ионов на живую клетку. Этот фактор связан с особенностями протопласта клеток, в значительной степени еще невыясненными, а также активностью энзиматических систем. **Второй фактор** — это косвенное действие pH среды на клетку. Величина pH регулирует степень диссоциации компонентов среды. В кислой среде слабые кислоты оказываются в виде целых молекул, а щелочной — в виде ионов, так как соли слабых кислот сильно диссоциированы, а сами кислоты — слабо.

- 
- Некоторые микроорганизмы оказываются способными сами регулировать pH среды. Так, бактерии, образующие при сбраживании углеводов нейтральные продукты, могут в течение всего цикла развития культуры поддерживать оптимальное значение pH.
  - При этом сначала происходит превращение углеводов до образования органических кислот, а когда кислотность среды достигает определенной величины, в действие вступают ферментативные системы, способствующие образованию не кислоты, а нейтральных продуктов, в частности спиртов. При развитии микроорганизмов на средах, содержащих белки или продукты их распада, образуются щелочные продукты, в том числе аммиак. Для борьбы с излишней щелочностью некоторые микроорганизмы имеют специальные ферментативные системы.



- Прокариоты, растущие при экстремальных значениях pH, выработали разные механизмы для поддержания стабильного внутриклеточного pH. Облигатно ацидофильная *T. acidophilum*, например, поддерживает градиент pH, составляющий 4,5 единицы, вероятно, пассивно, за счет непроницаемости ЦПМ для ионов H<sup>+</sup> (клеточная стенка у этого организма полностью отсутствует). У других прокариот дополнительно к ЦПМ таким барьером служит клеточная стенка. У ряда ацидофилов дельта pH поддерживается благодаря активным метаболическим процессам, в основе которых лежат связанные с мембраной механизмы энергозависимого выталкивания ионов водорода (протонные помпы). У облигатных алкалофилов в поддержании цитоплазматического pH, более низкого по сравнению с наружным, ведущая роль принадлежит Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup>-антипортеру, катализирующему движение внутрь клетки протонов в обмен на ионы натрия, в которых эти бактерии нуждаются.

- В заключение необходимо отметить, что угнетающее действие кислой среды зависит не только от величины рН, но и от **природы кислоты**, взятой для создания этой реакции. У минеральных кислот токсическое действие в основном связано с их степенью диссоциации. Токсичность же органических кислот не пропорциональна их степени диссоциации, а связана с ядовитым действием недиссоциированных молекул или анионов. В табл. 2 приведены пределы колебаний концентрации водородных ионов (выраженные в рН), определяющие возможность развития некоторых микробов.

Таблица 2

Наименование микроорганизма	Кислотный минимум	Оптимум	Щелочной минимум
<i>Saccharomyces vini</i> . . . . .	2—4	3,0—5,8	6,8
<i>Streptococcus lactis</i> . . . . .	4,0—5,1	—	7,9
<i>Lactobacterium casei</i> . . . . .	3,0—3,9	—	7,1
<i>Escherichia coli</i> . . . . .	4,4	6,5—7,8	7,8
<i>Cl. botulinum</i> . . . . .	5,0	6,5—7,5	9,0
<i>Bac. amylobacter</i> . . . . .	5,7	6,9—7,3	—
<i>Bac. mesentericus</i> . . . . .	5,8	6,8	8,5
<i>Bac. subtilis</i> . . . . .	4,5	6,7	8,5
<i>Cl. perfringens</i> . . . . .	5,8	6,0—7,6	8,5
<i>Cl. putrificum</i> . . . . .	4,2	7,5—8,5	9,4
<i>Aspergillus niger</i> . . . . .	1,2	1,7—7,7	9,2—11,1



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!