

Усны микробиологи. Бактерийн эмгэг төрүүлэгчид ба ус

Water Microbiology. Bacterial Pathogens and Water

орчуулгын өгүүлэл

Усны нөөц, ус ашиглалтын салбарын ЭШДЭА Б.Ренчинбуд

João P. S. Cabral

Хураангуй: Ус нь амьдралд зайлшгүй шаардлагатай боловч олон хүн цэвэр, аюулгүй ундны ус авч чадахгүй, олон хүн усан замаар дамждаг бактерийн халдвараар нас бардаг. Энэхүү өгүүлэлд өвчин үүсгэгчдийн биологи, экологи, өвчний шинж чанар, хүрээлэн буй орчин дахь амьдралын мөчлөгт гол анхаарлаа хандуулж, усаар дамждаг хамгийн чухал бактерийн өвчлөл болох холер (cholera), хижиг (typhoid fever), нянгийн дизентери (bacillary dysentery) өвчнийг ерөнхийд нь танилцуулсан болно.

Ундны усаар дамждаг өвчинд эмгэг төрүүлэгч *Escherichia coli*-ийн омог болон шинээр үүсч буй эмгэг төрүүлэгчдийн ач холбогдлын талаар товч дурдлаа. Микробиологийн усны шинжилгээ нь гол төлөв ялгадсын индикатор бактери гэсэн ойлголт дээр суурилдаг.

Хүн ба амьтны ялгадасанд агуулагдах гол бактериуд (host зан төлөвт болон хүрээлэн буй орчинд анхаарлаа төвлөрүүлдэг) ба хамгийн чухал ялгадасын индикатор бактериудыг танилцуулж, хэлэлцүүлсэн (давуу ба хязгаарлагдмал байдалд анхаарлаа хандуулав). Байгаль орчны усыг бактерийн ялгадсаар бохирдуулагч гол эх үүсвэрийг товч дурдлаа. Сүүлийн хэсэгт орчин үед ундны усны микробиологийн шинжилгээнд ялгадасын бохирдлын аль аль индикатор нянгийн үзүүлэлтийг ашиглах ёстой талаар хэлэлцүүлэв. Хүн амын аюулгүй ундны ус бол 21-р зууны томоохон бэрхшээлүүдийн нэг бөгөөд ундны усны микробиологийн хяналт хаана ч байх ёстой гэсэн дүгнэлтэд хүрсэн. Ундны усны микробиологийн энгийн анализыг *Escherichia coli* байгаа эсэхийг өсгөвөрлөх аргаар шинжилгээ хийх хэрэгтэй. Санхүү боломжтой тохиолдолд ялгадсыг колиформ тодорхойлохдоо энтерококкийн хэмжээг тодорхойлох шаардлагатай. Яаралтай ялгадсын бохирдлын дэгдэлтийг урьдчилж илрүүлэхэд аммиак (ammonia) хэмжээг тодорхойлохын тулд илүү их судалгаа хийх шаардлагатай. Санхүүгийн эх үүсвэрийг хүрээлэн буй орчны усан дахь хүн, амьтны ялгадасын бактерийн экологи, зан төлөвийг илүү сайн ойлгоход зориулах ёстой.

Өвчин эмгэгийн тээврийн хэрэгсэл мэт усыг уух

Ус бол амьдралд зайлшгүй шаардлагатай. Хангалттай, аюулгүй, хүртээмжтэй хангамж нь бүгдэд нээлтэй байх ёстой. Ундны усны хүртээмжийг сайжруулах нь эрүүл мэндэд ихээхэн ашиг тусаа өгөх болно. Ундны усны чанарыг аль болох аюулгүй байлгахын тулд бүхий л хүчин чармайлтыг гаргах хэрэгтэй [1].

Олон хүмүүс аюулгүй усны хүртээмжийг олж авах гэж зовдог. Байшин бүрт цэвэр, цэвэршүүлсэн усан хангамж Европ, Хойд Америкт хэвийн үзэгдэл байж болох ч хөгжиж буй орнуудад цэвэр ус, ариун цэврийн байгууламжид хамрагдах нь дүрэм журам биш бөгөөд усанд халдварлах нь түгээмэл байдаг. Хоёр хагас тэрбум хүн сайжруулсан ариун цэврийн байгууламжид хамрагдах боломжгүй бөгөөд жил бүр 1.5 сая гаруй хүүхэд суулгалтын өвчнөөр нас бардаг [2].

ДЭМБ-ын мэдээлснээр устай холбоотой өвчний нас баралт жилд 5 сая хүнээс давсан байна. Эдгээрээс 50% -иас илүү нь бичил биетний гэдэсний халдвар бөгөөд хамгийн түрүүнд холер өвчин онцгой байр суурь эзэлдэг.

Ерөнхийдөө бичил биетний хамгийн том эрсдэл бол хүн, амьтны ялгадастай бохирдсон ус залгихтай холбоотой байдаг. Цэвэр ус ба далайн эрэг орчмын бохир усны хаягдал нь ялгадасын бичил биетний, үүнд эмгэг төрүүлэгч бичил биетний гол эх үүсвэр болдог [1-4].

Микробын суулгалтын цочмог өвчин нь хөгжиж буй орнуудын нийгмийн эрүүл мэндийн томоохон асуудал. Суулгалтын өвчинд нэрвэгдсэн хүмүүс бол хамгийн ядуу болон эрүүл ахуйн шаардлага хангагдаагүй хүмүүс юм. Усаар дамждаг бичил биетний өвчинд хамгийн түрүүнд Ази, Африкийн орнуудын тав хүртэлх насны хүүхдүүд хамгийн их өртдөг [5].

Усан замаар дамжих бичил биетний өвчлөл нь хөгжингүй орнуудад бас нөлөөлдөг. АНУ-д жил бүр 560,000 хүн усан замаар дамждаг хүнд өвчнөөр, 7,1 сая нь хөнгөн, дунд зэргийн халдвараар өвчилдөг тул жилд 12,000 хүн нас бардаг гэсэн тооцоо байдаг [6]. Усаар дамжих хамгийн гол бактерийн өвчнийг Хүснэгт 1-д жагсаав.

Ундны усаар дамждаг гол бактерийн өвчингүүд.

Disease	Causal bacterial agent
Cholera Холер	<i>Vibrio cholerae</i> , serovarieties O1 and O139
Гастроэнтерит	Mainly <i>Vibrio parahaemolyticus</i>
Typhoid fever and other serious Salmonellosis Гэдэсний хижиг	<i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>enterica</i> serovar Paratyphi <i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>enterica</i> serovar Typhi <i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>enterica</i> serovar Typhimurium
Bacillary dysentery or shigellosis Бакиляр дизентери	<i>Shigella dysenteriae</i> <i>Shigella flexneri</i> <i>Shigella boydii</i> <i>Shigella sonnei</i>
Acute diarrheas and gastroenteritis Суулгалт Гастроэнтерит	<i>Escherichia coli</i> , particularly serotypes such as O148, O157 and O124

2. Cholera

2.1. The Genus *Vibrio*

Вибрио нь жижиг, муруй хэлбэртэй, грам сөрөг саваа бөгөөд ганц туйлт шилбүүртэй байдаг. Вибриос бол ферментжүүлэлт болон амьсгалын замын бодисын солилцоог хоёуланг нь хийх чадвартай факультатив анеробууд юм. Натри нь бүх зүйлийн өсөлтийг өдөөдөг бөгөөд ихэнх зүйлд нэн шаардлагатай. Ихэнх зүйлүүд нь оксидаз эерэг бөгөөд нитратыг нитрит болгон бууруулдаг. Зарим зүйлийн эсүүд (*V. cholerae*, *V. parahaemolyticus* ба *V. vulnificus*) нь уураг ТсрА-аас бүрдсэн бүтэцтэй (*fimbriae*) байдаг. ТсрА формацийг холерын токсины экспресстэй хамт зохицуулдаг бөгөөд энэ нь *in vivo* колоничлолын гол хүчин зүйл юм (доороос үзнэ үү) [7,8].

Хүснэгт 2. Вибриогийн үндсэн төрөл зүйл ба тэдгээрийн хүний эмнэлзүйн дээжинд илрэх байдал

Main species	Occurrence in human clinical specimens	
	Intestinal	Extra-intestinal
<i>Vibrio alginolyticus</i>	+	++
<i>Vibrio cholerae</i> O1 and O139	+++++	+
<i>Vibrio cholerae</i> non O1 or O139	++	++
<i>Allivibrio fischeri</i> (<i>Vibrio fischeri</i>)	-	-
<i>Vibrio fluvialis</i>	++	-
<i>Vibrio furnissii</i>	++	-
<i>Vibrio harveyi</i>	-	+
<i>Grimontia hollisae</i> (<i>Vibrio hollisae</i>)	++	-
<i>Vibrio mimicus</i>	++	+
<i>Vibrio natriegens</i>	-	-
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	++++	+
<i>Vibrio vulnificus</i>	+	+++

а [7,8] -аас тохируулсан. [9] -ын дагуу нэршил. Тэмдгүүд нь хүний эмнэлзүйн сорьцонд организм тус бүрийн харьцангуй давтамжийг өгдөг бөгөөд тухайн улс оронд бус харин дэлхий даяар үйлчилдэг.

V. fluvialis, *Grimontia hollisae* (*V. hollisae*), *V. mimicus* нь суулгалт эсвэл ходоод гэдэсний замын халдвар үүсгэдэг. *V. furnissii*-ийг суулгалт өвчтэй цөөн хэдэн хүнээс тусгаарласан боловч энэ эмгэгийг үүсгэж болох нотолгоо байхгүй байна. *V. parahaemolyticus* бол хоол хүнсээр дамждаг цочмог гастроэнтерит, ялангуяа Япон, Зүүн өмнөд Ази дахь шалтгаант хүчин зүйл юм. Тохиолдол нь хясаа, сам хорхой, хавч, хавч зэрэг түүхий буюу дутуу чанасан хясаатай холбоотой байдаг. *V. vulnificus* нь септикemi ба шархны халдварын (ихэвчлэн үхэлд хүргэдэг) чухал шалтгаан юм. Бусад вибрионууд, тухайлбал *Allivibrio fischeri* (*Vibrio fischeri*) ба *V. natriegens* нь хүнтэй ямар ч холбоогүй байдаг [7,8].

Вибрион бол голцуу усны бактери юм. Зүйлийн тархалт нь натрийн агууламж, усны температураас хамаарна. Вибрионууд нь далайн болон эрэг орчмын орчинд чөлөөтэй амьдрах эсвэл бусад тохиолдолд маш түгээмэл байдаг гадаргуу, далайн амьтдын гэдэсний агууламж. Натрийн хэрэгцээ багатай зүйлүүд нь цэнгэг усанд мөн оршдог [7,8].

2.2. The Species *Vibrio Cholerae*

Vibrio cholerae cells can grow at 40 °C with pH 9–10. The growth is stimulated by the presence of sodium chloride. *Vibrio cholerae* is a very diverse bacterial species (Table 3). It is divided in ca. 200 serovarieties, characterized by the structure of the lipopolysaccharide (LPS) (O antigens). Only serovarieties O1 and O139 are involved in —true cholera. Some other serovarieties can cause gastroenteritis, but not cholera. The distinction between Classical and El Tor biotypes is based on biochemical and virological characteristics [1,7,8,10,11].

Vibrio cholerae эсүүд рН 9-10 байхад 40 0C-т өсөх боломжтой. Натрийн хлорид байхад өсөлтийг идэвхжүүлдэг. *Vibrio cholerae* бол маш олон төрлийн бактерийн төрөл зүйл юм (Хүснэгт 3). Энэ нь ойролцоогоор хуваагддаг. Липополисахарид (LPS) (O антиген) -ийн бүтцээр тодорхойлогддог 200 серовариет. Зөвхөн O1 ба O139 сероварициуд нь жинхэнэ холер өвчинд нэрвэгддэг. Бусад зарим сероварити нь гастроэнтерит үүсгэдэг боловч холер биш юм. Классик ба Эл Торын биотипүүдийн ялгааг биохимийн ба вирусын шинж чанарууд дээр үндэслэв

Table 3. Subdivision of *Vibrio cholerae* below the species level ^a.

Serovariety	Serotype	Biotype
O1	Inaba	Classical
		El Tor
	Ogawa	Classical
O139	Hikojima	El Tor
others		

Өвчний шинж чанар

Холерын инкубацийн хугацаа ойролцоогоор. 1-3 хоног. Энэ өвчин нь цагт нэг литрээс хэтрэх цочмог, маш хүчтэй суулгалтаар тодорхойлогддог. Холер өвчтэй хүмүүс цангаж, булчин өвдөж, ерөнхий сулралтай болж, олигури, гиповолеми, гемоконцентраци, дараа нь анури гэх мэт шинж тэмдгүүд илэрдэг. Цусан дахь кали нь маш бага түвшинд унадаг. Өвчтөнүүд унтаа мэдрэмжийг мэдэрдэг. Эцэст нь цусны эргэлтийн уналт, хөхрөлт бүхий шингэн алдалт үүсдэг [7].

Өвчний хүндийн зэрэг нь хэд хэдэн хүчин зүйлээс хамаарна: (1) хувийн дархлаа: үүнийг өмнөх халдварууд болон вакцинуудын аль аль нь өгч болзошгүй; (2) тарилга: өвчин нь хамгийн бага хэмжээний эс залгисны дараа л тохиолддог. 108 [1,7,8,10,11]; (3) Ходоодны саад: *V. cholerae* эсүүд нь үндсэн орчинд дуртай байдаг тул ходоод нь ихэвчлэн хүчиллэг байдаг тул нянгийн амьдрах чадварыг алдагдуулдаг. Хүчлийн эсрэг эм хэрэглэдэг өвчтөнүүд эрүүл хүмүүсээс илүү халдвар авах чадвартай байдаг; (4) цусны бүлэг: одоог хүртэл тодорхойгүй шалтгаанаар O бүлгийн цустай хүмүүс бусдаас илүү өртөмтгий байдаг [1,7,8,10,11].

Эмчилгээ байхгүй тохиолдолд холер-өвчтөнүүдийн нас баралт ойролцоогоор байна. 50%. Зөвхөн алдагдсан ус төдийгүй калийн алдагдсан давсыг орлуулах шаардлагатай. Хөнгөн шингэн алдалтын үед ус, давсыг амаар хийж болох боловч хүнд нөхцөлд хурдан, судсаар тарих нь зайлшгүй шаардлагатай. Хамгийн үр дүнтэй антибиотик бол одоогоор доксициклин юм.

Хэрэв антибиотик эмчилгээнд хамрагдах боломжгүй бол давс, элсэн чихэртэй ус оруулах нь ихэнх тохиолдолд өвчтөнийг аварч, эдгэрэхэд тусалдаг [1,7,8,10,11].

Халдварыг тодорхойлох үндсэн хоёр хүчин зүйл байдаг: (1) бактерийн эсүүд гэдэсний салст бүрхэвчтэй наалдах. Энэ нь эсийн гадаргуу дээр пили ба адесин байгаа эсэхээс хамаарна; (2) холерын токсины үйлдвэрлэл [1,7,8,10,11].

Холерын хор

Холерын хор нь экзотоксин бөгөөд зорилтот эсүүдэд маш нарийн нөлөө үзүүлдэг. Хор нь гэдэсний эсийн эсийн мембран дээрх тодорхой рецепторт (ganglioside G1) наалдаж, аденилат циклаза ферментийг идэвхжүүлдэг. Үүний үр дүнд дотоод АТФ-ийн зогсолтгүй доройтол үүсч, САМР ба органик бус фосфат ялгардаг. САМР-ийн дотоод концентрацийн өсөлт нь салст бүрхүүлийн эсүүдээс ус, натри, кали, хлорид, карбонат ионуудын урсацыг үүсгэдэг бөгөөд энэ нь суулгалтын гол шалтгаан болдог [7].

Холерын цартахлын эмгэг, El Tor биотип ба O139 сероваритит үүсэх. Холер эпидемиологийн талаархи шинэ баримтууд

Холер нь 19-р зууны үеэс мэдэгдэж байсан өвчин юм. 19, 20-р зуунд долоон том цартахлыг хүлээн зөвшөөрөв. Эхний зургаан тахал дараах үеүдэд тохиолдсон: 1: 1816–1826, 2: 1829–1851, 3: 1852–1860, 4: 1863–1875, 5: 1881–1896, 6: 1899–1923. Эдгээр тахал нь бүгд Азиас эхэлж Европоор дамжиж, дараа нь Өмнөд Америкт хүрчээ. Сонгодог биотип оролцсон. Долоо дахь цартахлын өвчин 1961 онд Ази дахь Целебес арлуудаас эхэлсэн. 1960-аад онд энэ өвчин Ази тивээр тархаж, 1970-аад онд Ойрхи Дорнод, Африкт хүрч, 1991 онд Өмнөд Америк даяар хүчтэй тархжээ. Одоо El Tor нь Classical biotype-ийг орлож байна. Эль Тор биотипийг өмнө нь буюу 1905 онд илрүүлж байсан боловч долдугаар цартахлын хөгжилд л энэ биотип нь Сонгодог хэлбэрийг орлож, давамгайлах болжээ [1,7,8,10,11].

1992 онд Бенгалийн серовариетийг бий болгосон шинэ серовариет (O139) анх удаа Бангладешт илрэв. Энэхүү шинэ серовари нь Энэтхэг болон зүүн өмнөд Азид хурдан тархаж O1-ийг нүүлгэн шилжүүлжээ. 1994, 1995 онд серовариет O1 El Tor дахин гарч ирсэн боловч Бенгал сероверетит нь зонхилох хэвээр байна. Сероварити O139 ба O1-ийн улмаас үүссэн өвчин нь ялгагдахгүй [8,12,13].

1991 онд долоо дахь цартахал Перу улсын далайн эргээр дамжин Өмнөд Америкт орж ирэв. 1-р сарын 23-нд Перугийн хойд хэсгийн Чанкейд холерын шинж тэмдэг бүхий өвчтөнүүдээс *Vibrio cholerae* O1 El Tor-ийг тусгаарлаж, өвчнийг батлав. Энэ бүс нутагт 1-р сарын 24-өөс 2-р сарын 9-ний хооронд 1859 хүн эмнэлэгт хүргэгдэж, 66 хүн нас баржээ. Перугаас энэ өвчин Өмнөд Америкийн бусад орнуудад хурдан тархжээ. Перу дахь бактерийг нэвтрүүлэх хоёр замыг санал болгов: (1) Азиас ирж буй усан онгоцны тогтворжуулагч ус; (2) El Niño урсгал нь *V. cholerae* эсийг агуулсан зоопланктоныг тээвэрлэсэн байж болзошгүй. Энэхүү зоопланктоноор тэжээгддэг хясаа, загас бохирдож, нян эдгээр далайн хоолыг идэж байсан хүмүүст дамждаг байжээ [14-17].

Энэхүү гамшигт Өмнөд Америкийн холерын тахлын эхний саруудад нас барсан хүмүүсийн золгүй явдал эрдэмтдийг энэ өвчнийг илүү хүчтэй, үнэндээ чухал судлахад хүргэсэн бололтой.

Энэ дэгдэлтийн үеэр эпидемиологийн судалгааг хийсэн. Эдгээр судалгаанууд нь бохирдсон чанаагүй хоол хүнс, ундаа нь холер өвчнийг дамжуулах хэрэгсэл болдог болохыг батлав [18].

Хорт, пили уураг үйлдвэрлэх ген

Хорт бодис үйлдвэрлэх үүрэгтэй генийг хромосомын СТХФ сегментэд (7-9.7 kb) хадгалдаг (зөвхөн токсигены омгуудад). СТХФ сегмент нь дор хаяж зургаан ген агуулдаг. Энэхүү сегментэд (хоруу чанарын кассет) холерын токсин үйлдвэрлэлийг кодчилдог генээс гадна дагалдах холерын токсин (хөзрийн тамга), зона бөглөрөл үүсгэдэг токсин (zot), гол кодлогдсон пилин (цеф), үл мэдэгдэх функцын нээлттэй унших хүрээ орно. Хромосомыг хуулбарлах явцад СТХФ фрагмент нь бие даасан хуулбар үүсгэх бөгөөд энэ нь бие даасан плазмидыг бүрдүүлж чаддаг. Плазмид нь вирус төст тоосонцор үүсгэдэг - СТХФ бактериофаг, энэ нь токсиген биш омгийг халдварладаг. СТХФ сегмент нь халдварлагдсан эсийн токсиген болсон хромосомд ордог. Энэ процессыг эсийн түдгэлзүүлэлт болон *in vivo* нөхцөлд хархны гэдсэнд *in vitro* байдлаар харуулсан [8,13,19,20].

V. cholerae-ийн эпидемик ба цартахлын омгуудад *VPI* гэж заасан өөр нэг хромосомын сегмент байдаг. *VPI* нь 39.5 кб хэмжээтэй бөгөөд *ToxR*-ийн зохицуулалттай хоёр генийг агуулдаг: хоруу чанарын генийн зохицуулагч (*ToxT*) ба колоничлолын хүчин зүйл, түүний дотор токсиныг зохицуулдаг *pili* (*TCP*) агуулсан генийн кластер. *Tcp* ген нь 20.5-kDa *TcpA pili* уургийг кодчилдог. Энэхүү *VPI* сегментийг *V. cholerae* O1-ээс O1 бус омог руу шилжүүлэх боломжтой юм шиг байна. *V. cholerae* O139 омог нь O1 шиг СТХ оперон ба *TCP*-ээр кодлогдсон бүтцийн генийг агуулдаг. *V. cholerae* омог нь O1 биш эсвэл O139 нь холерын токсин генийн дутагдалтай байдаг ба *TCP* агуулдаг нь хэзээ ч тогтоогдоогүй байна [8].

Бактерийн экологи ба өвчний мөчлөг

V. cholerae-ийн O1 буюу O139 бус омог нь хүрээлэн буй орчин, ялангуяа голын эхэнд түгээмэл байдаг. Тэд шувуу, мэлхий, загас, хясаа зэрэг олон далайн эрэг хавиас тусгаарлагдсан бөгөөд фитопланктон, зоопланктон эсийн гадаргуу дээр амьд үлдэж үрждэг [8,21].

V. cholerae O1 ба O139 омог нь зөвхөн тархвар тархсан бүсэд хүрээлэн буй орчноос тусгаарлагддаг. Тэд ус, усан, далайн организмд тариалангийн нөхцөлд удаан хугацаанд амьд үлддэг [8,12,22-24]. *V. cholerae* эсүүд хүрээлэн буй орчны тааламжгүй нөхцөл байдалтай тулгарах үед эсийн хэмжээг багасгаж, коккоид болж, экзополисахаридын биофильмүүдийн унтах шатанд ордог. Эсүүд нь тодорхой бодисын солилцоог харуулдаг боловч агаржсан орчны гадаргуу дээр ургаж, үржиж, колони үүсгэдэггүй. Энэхүү амьдрах чадвартай боловч өсгөвөрлөгдөөгүй эсүүд нь амьдрах чадвараа хадгалан үлдэхийн зэрэгцээ эмгэг төрүүлэх чадварыг тодорхой хугацаанд хадгалдаг [25-27].

Амьдрах чадвартай боловч өсгөвөрлөх чадваргүй эсүүд унтаа байдлаасаа гарч дахин үржиж улмаар хүрээлэн буй орчин дахь концентрацийн дэлбэрэлт болно. Хортогенгүй омог нь усны орчинд, ялангуяа голын эхэнд нийтлэг байдаг тул холестерин экзотоксин үүсгэдэг генийг хэвтээ байдлаар шилжүүлэх нь токсиген ба токсиген биш омгийн хооронд тохиолдвол хүрээлэн буй орчны хорт эсийн тоо хурдацтай, тод томрох боломжтой байдаг. Эпизодик шинж чанар, гэнэтийн хүчирхийллийн дэгдэлт гарч, улмаар хурдацтай удааширч байгаа нь эдгээр үзэгдлүүдтэй холбоотой байх.

Салмонеллэз

3.1. Салмонеллийн төрөл. Үндсэн сероваруудын эмгэг төрүүлэгч чанар

Салмонелла овгийг Лигниерес 1900 онд тогтоосон [28,29]. Кастеллани 1902 онд антисера шингээх аргыг дүрсэлснээр антигенийн шинжилгээ эхэлсэн. Салмонеллагийн анхны эсрэгтөрөгчийн схемийг 1926 онд Уайт хэвлүүлж, улмаар Кауффманн 1966, 1978 онд хэвлэгдсэн хоёр сонгодог бүтээлд өргөнөөр боловсруулсан [28,29]. Кауффманн-Цагаан эсрэгтөрөгчийн схемд 1988 он гэхэд 2250 орчим серовар агуулагдсан байв [28,29].

Enterobacteriaceae овогт багтдаг сальмонеллагийн төрөлд Грам сөрөг хөдөлгөөнт шулуун саваа багтдаг. Эсүүд нь оксидаз-сөрөг ба каталаз-ээрэг бөгөөд D-глюкозоос хий ялгаруулж, цитратыг дан нүүрстөрөгчийн эх үүсвэр болгон ашигладаг. Салмонеллууд нь хэд хэдэн эндотоксин агуулдаг: антиген O, H, Vi [28,29].

Олон жилийн турш ашиглагдаж ирсэн "нэг серовар-нэг зүйл" гэсэн ойлголтыг хүлээн зөвшөөрөхөө больсон. Ле Минор, Попофф нар 1987 онд хэвлэгдсэн баримт бичигт өөрчлөлт оруулахыг санал болгосноос хойш Салмонелла овгийн ангилал зүй ба нэр томъёо нь маргаантай байсан. Асуудлыг Прокариотуудын Систематикийн Олон Улсын Хорооны шийдвэрээр шийдвэрлэж, 2005 онд хэвлүүлжээ. Одоогийн байдлаар төрөл зүйлийн ангилал зүйг Хүснэгт 4-т харуулав. Бактерийн нэршлийн дүрмийн дагуу сероваруудын нэрийг налуу бичээгүй бөгөөд эхний үсэг нь том үсэг байх ёстой [28-30].

S. enterica subsp. *enterica* serovar *Enteritidis* бол дэлхийн өнцөг булан бүрт байдаг хүмүүсээс хамгийн олон удаа тусгаарлагдсан серовар юм. Гэсэн хэдий ч орон нутагт бусад сероварууд давамгайлж болно. 1994-2004 онуудад Тунис 1997, 1999, 2002, 2004 онуудад сальмонеллэзын халдвар авсан. 1997 онд сальмонеллэзын дэгдэлт нь серовар Мбандакагаас үүдэлтэй байв. 1999 онд гурван өөр бүс нутагт байрлах эмнэлгүүдээс сальмонеллэзын гурван дэгдэлт бүртгэгдсэн байна. Дэгдэлт тус бүр нь өөр серотиптэй холбоотой байв: Мбандака, Ливингстоун, Тайфи Ви +. 2002 онд *S. enterica* subsp. *enterica* serovar Livingstone-ийн халдвар 1999 онд серовар Typhi Vi + -аас үүдэлтэй дэгдэлтийг мэдээлсэн эмнэлэгт гарсан боловч өөр тасагт гарсан байна. Тэр жил Ливингстоун серовар нь Тунис дахь хүний халдварын анхны байрлал руу үсрэв. 2004 онд серовар Typhi Vi + -ийн хоёр дахь дэгдэлт бүртгэгдсэн байна. Тусгаарлах эх үүсвэр нь далдуу модноос уламжлал ёсоор гаргаж авдаг айраг жүүс байв [31].

Өвчний шинж чанар

Хүмүүст эмгэг төрүүлэгч сальмонелл нь хоёр төрлийн сальмонеллэзыг үүсгэдэг: (1) хижиг ба паратифийн халууралт (риккетсиа өвчнөөр үүсгэгдсэн хижиг, ханиадтай андуурч болохгүй); (2) ходоод гэдэсний үрэвсэл [28]. Халдвар багатай тун (1000 эсээс бага) нь эмнэлзүйн шинж тэмдэг илрэхэд хангалттай. Шинээр төрсөн нярай хүүхдийн сальмонеллэз нь эмнэлзүйн шинж тэмдгүүдийн шинж тэмдэг илэрдэг бөгөөд энэ нь септемиемийн хүнд хэлбэрийн хижиг хэлбэрийн өвчнөөс хөнгөн буюу шинж тэмдэггүй халдвар авах шинж тэмдэг илэрдэг. Хүүхдийн тасагт халдвар нь ихэвчлэн ажилтнуудын гараар дамждаг [29].

Table 4. Current taxonomy and nomenclature of the genus *Salmonella*. Habitat and pathogenicity of main serovars ^a.

Хүснэгт 4. Салмонелла овгийн одоогийн ангилал зүй ба нэршил. Амьдрах орчин ба үндсэн сероваруудын эмгэг төрүүлэгч чанар а.

зүйлүүд	Дэд зүйлүүд	Үндсэн сероварууд	Амьдрах орчин ба эмгэг төрүүлэгч байдал
<i>Salmonella</i>	<i>Salmonella</i>	Abortusovis	Pathogenic to sheeps. Хонины эмгэг төрүүлэгч.
<i>enterica</i>	<i>enterica</i> subsp. <i>enterica</i>	Choleraesuis Enteritidis	Pathogenic to humans and animals. Хүн, амьтанд эмгэг төрүүлэгч. Ubiquitous and frequently the cause of infections in humans and animals. Very frequent agent of gastroenteritis in humans. Халдвар нь ихэвчлэн хаа сайгүй тархдаг хүн, амьтан. Маш олон удаа ажилладаг хүний ходоод гэдэсний үрэвсэл.
		Gallinarum	Isolated chiefly from chickens and other birds. Causal agent of fowl thyphoid. Ихэнхдээ тахиа болон бусад шувуудаас ялгаж авсан байдаг. шувууны хижиг өвчний гол шалтгаан төлөөлөгч.
		Paratyphi A Paratyphi B	Pathogenic only to humans. Causes paratyphoid fever. Зөвхөн хүмүүст эмгэг төрүүлэгч. Паратифийн халууралтыг үүсгэдэг. Causes paratyphoid fever in humans and very rarely infects animals. Хүмүүсийн паратифоид халууралтыг үүсгэдэг бөгөөд маш ховор тохиолддог амьтанд халдварладаг.
		Paratyphi C Typhi	Causes paratyphoid fever in humans. Хүний паратифийн халууралтыг үүсгэдэг. Pathogenic only to humans, causing typhoid fever. Transmitted by water and food contaminated with feces. Зөвхөн хүнд өвчин үүсгэгч, хижиг өвчнийг үүсгэдэг. Бохирдсон ус, хоол хүнсээр дамждаг ялгас.
		Typhimurium	Ubiquitous and frequently the cause of infections in humans and animals. Very frequently, the causal agent of gastroenteritis in humans. Халдвар нь ихэвчлэн хаа сайгүй тархдаг хүн, амьтан. Маш олон удаа шалтгаан үүсгэгч бодис хүний ходоод гэдэсний үрэвсэл.
		Typhisuis	Pathogenic to swines. Гахайнд эмгэг төрүүлэгч.
	<i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>arizonae</i>	At least 94 serovars.	
	<i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>diarizonae</i>	At least 323 serovars.	
	<i>Salmonella</i>	At least 70 serovars.	

<i>enterica</i> subsp.		Isolated mainly from cold-blooded animals and from the environment. Not pathogenic to humans. Ихэнхдээ хүйтэн цуст амьтдаас тусгаарлагдсан байдаг хүрээлэн буй орчин. Хүний хувьд эмгэг төрүүлэгч биш.
<i>houtenae</i>		
<i>Salmonella</i>	At least 11 serovars.	
<i>enterica</i> subsp.		
<i>indica</i>		
<i>Salmonella</i>	At least 488 serovars.	
<i>enterica</i> subsp.		
<i>salamae</i>		
<i>Salmonella</i>	At least 20 serovars.	
<i>bongori</i>		

Нэршил

Хоол хүнсээр дамждаг сальмонелла гастроэнтерит нь *Typhimurium* гэх мэт хаа сайгүй тархдаг сальмонелл серовараас болж үүсдэг. Бохирдсон хоол идсэнээс хойш 12 цагийн дараа шинж тэмдэг (суулгалт, бөөлжих, халуурах) илэрч, 2-5 хоног үргэлжилдэг. Ихэвчлэн Аяндаа эмчлэгддэг нь тохиолддог. Салмонелла нь бүх төрлийн хоол хүнстэй холбоотой байж болно. Салмонелла хоол хүнсээр дамжих халдвараас урьдчилан сэргийлэх нь зайлсхийхээс хамаарна

бохирдол (эрүүл ахуйг сайжруулах), сальмонелла-г хүнсэнд үржүүлэхээс урьдчилан сэргийлэх (хоол хүнсийг 4 ° C-т тогтмол хадгалах), боломжтой бол пастеризаци (сүү) эсвэл ариутгах (бусад хоол хүнс) ашиглах. Хүнсний ногоо, жимс жимсгэнэ нь өтгөний гаралтай бордоогоор бохирдсон эсвэл бохирдсон усаар угааж байхдаа сальмонеллийг авч явж болно [28].

Аливаа улс орны хөгжлийн түвшин өсөхөд (жишээ нь, хяналттай цэвэр бохир усны систем, сүү, сүүн бүтээгдэхүүний пастеризаци) хижиг өвчнөөр өвчлөх тохиолдол буурдаг. Эдгээр эрүүл ахуйн нөхцлүүд байхгүй тохиолдолд ус, хоол хүнсээр ялгадсаар бохирдох магадлал өндөр хэвээр байгаа тул хижиг өвчнөөр өвчлөх нь их байна [29].

Salmonellae экологи ба *Salmonellosis* мөчлөг

Salmonella амьдрах орчин нь хүн, амьтны гэдэсний хэсэг [28]. *Salmonellae* нь хүрээлэн буй орчны дээжинд байнга байдаг, учир нь тэдгээр нь хүн, гэрийн тэжээвэр амьтан, фермийн амьтан, зэрлэг ан амьтдаар ялгардаг. Хотын бохир ус, хөдөө аж ахуйн бохирдол, борооны усны урсац зэрэг нь байгалийн усанд эдгээр эмгэг төрүүлэгчдийг үүсгэдэг гол эх үүсвэр юм [1,32]. Салмонелла нь байгалийн орчинд төдийлөн үрждэггүй юм шиг боловч температур, чийгшил, рН-ийн нөхцлүүд тааламжтай бол ус, хөрсөнд хэдэн долоо хоног амьдрах чадвартай байдаг [28].

Байгаль орчны эх үүсвэрээс тусгаарлагдсан *Salmonellae* нь ихэвчлэн Тифи бус эсвэл Паратифийн серовар юм. 1994-2004 оны хооронд Тунист хийсэн судалгаагаар *S. enterica* subsp. *enterica* serovars *Anatum*, *Enteritidis*, *Corvallis* нь хоол хүнснээс тусгаарлагдсан хамгийн түгээмэл серотипүүд байв. Ихэнх омгийг шувууны аж ахуй, улаан мах, сүү, сүүн бүтээгдэхүүн, хүнсний ногоо, жимс жимсгэнээс ялгаж авдаг. Байгаль орчны эх үүсвэрээс тусгаарлагчдын 73% нь цоргоны уснаас тогтсон байв. Сероварс Корваллис, Энтеритидис, Анатум нар хамгийн түгээмэл байсан [31]. Арванитиду ба бусад. [32] 2002 оны 5-р сараас 2003 оны 4-р сар хүртэл 1 жилийн хугацаанд Грекийн хойд хэсэгт орших Алиакмон, Аксиос голуудад хийсэн харьцуулсан судалгааг мэдээлэв. Усны дээжээс нийт 29 *Salmonella* зүйл олдсон байна. *Salmonella* ялгасан

сероваруудын ихэнх нь шувууны аж ахуйгаас ихэвчлэн ялгасан Мбантака, Вирхов, Хадар, Инфантис, Сенфтенберг зэрэг хүний гарал үүсэл гарал үүсэл гаргадаг байв.

Холмон өвчнөөс ялгаатай нь сальмонеллээр халдварлагдсан хүмүүс гэдэс доторх бактерийг өвчний шинж тэмдэггүйгээр авч явдаг. Халдвар авсан хүмүүс бактериудыг удаан хугацаанд хадгалж чаддаг. Хижиг өвчнөөс клиник аргаар эдгэрсэн өвчтөнүүдийн 5 орчим хувь нь хэдэн сар, хэдэн жилийн турш тээгч хэвээр байна. Эдгээр хүмүүс гэдэс доторх бактерийг архаг эзэмшигч байж чаддаг бөгөөд хүрээлэн буй орчны бактерийн гол нөөцийг бүрдүүлдэг [29].

Хүрээлэн буй орчны сальмонеллэзын мөчлөг нь хясаатай холбоотой байж болно. Бохир ус боловсруулахад тохиромжтой гермицид хэрэглэхгүй бол сальмонеллууд бохир усны эмчилгээнд үлддэг. Бохир усны байгууламжаас гарсан бохир ус эрэг орчмын бүсэд дамжвал хүнсний нялцгай биет (дун, хясаа) бохирдож болно. Хясаа нь цагт хэдэн литр ус шүүж байдаг тул хясаа баяжуулдаг. Хүмүүс эдгээр далайн гаралтай бүтээгдэхүүнийг (чанаагүй эсвэл өнгөц чанаж болгосон) залгисан нь хижиг, халууралт эсвэл бусад сальмонеллэз үүсгэдэг. Ийм мөчлөгийн нотолгоог омог тэмдэглэгч, түүний дотор фаг шивэх аргыг ашиглан олж авсан болно [29].

Shigellosis эсвэл Bacillary дизентери

Shigella төрөл

Шигелла бол Enterobacteriaceae овгийн Грам сөрөг, спор үүсгэдэггүй, хөдөлгөөнгүй, шулуун саваа хэлбэртэй гишүүд юм. Эсүүд нь хий үүсгэдэггүй сахарыг исгэдэг. Салицин, адонитол ба мио-инозитол исгэхгүй. Эсүүд цитрат, малонат ба ацетатыг цорын ганц нүүрстөрөгчийн эх үүсвэр болгон ашигладаггүй бөгөөд H₂S үүсгэдэггүй. Лизиныг декарбоксилжүүлээгүй болно. Эсүүд нь оксидаз-сөрөг, каталаз-ээрэг байдаг. Уг удмын гишүүд эсрэгтөрөгчийн нарийн төвөгтэй хэв шинжтэй бөгөөд ангилал зүй нь тэдний соматик O антиген дээр суурилдаг [1,33,34].

Хүснэгт 5. Шигелла овгийн одоогийн ангилал зүй ба нэршил. Зүйлийн амьдрах орчин ба эмгэг төрүүлэгч чанар а.

Species Зүйлүүд	Main serotypes Үндсэн серотипүүд	Habitat and pathogenicity Амьдрах орчин ба эмгэг төрүүлэгч байдал
<i>Shigella dysenteriae</i>	15 serotypes.	Хүний болон приматын гэдэсний эмгэг төрүүлэгчид, нянгийн цусан суулга үүсгэдэг. Хүн бол анхдагч усан сан юм. Урт хугацааны тээвэрлэгч төлөв байдал цөөн тохиолдолд тохиолддог.
<i>Shigella flexneri</i>	8 serotypes 9 subserotypes	<i>Shigella dysenteriae</i> серотип 1 нь бусад серотипүүдийн дараа илүү хүнд өвчин үүсгэдэг бөгөөд хүчтэй экзотоксин (Shiga токсин) үүсгэдэг.
<i>Shigella boydii</i>	19 serotypes	Хөгжиж буй орнуудад томоохон тархалт нь ихэвчлэн серотипээс үүдэлтэй байдаг. Бусад серотипээс үүдэлтэй өвчин нь хөнгөн эсвэл хүнд хэлбэртэй байж болно. <i>Shigella sonnei</i> өвчин бусад шигеллагийн бусад өвчнөөс хөнгөн байдаг.

^aнэршил

Өвчний шинж чанар

Инкубацийн хугацаа 1-4 хоног байна. Өвчин нь ихэвчлэн халуурах, хоолны дуршилгүй болох, ядарч сульдах, сульдах зэргээс эхэлдэг. Өвчтөнүүд бага хэмжээний (заримдаа маш их идээт) цустай өтгөн, хэвлийгээр нь татдаг. 12-36 цагийн дараа суулгалт нь цусан суулга, цус, салст, идээ бээрээр ялгарч, эзэлхүүн нь буурч (өдөрт 1 кг тутамд 30 мл-ээс ихгүй шингэн) гарч ирдэг [34-36].

shigellosis молекулын үндэс нь цогц комплекс боловч эмгэг төрүүлэх эхний алхам нь бүдүүн гэдэсний салст бүрхэвчийг нэвтрүүлэх явдал юм. Үүний үр дүнд *Shigella*-ийн халдварын голомт нь хучуур эдийн доройтол, lamina propria дахь цочмог үрэвсэлт колитоор тодорхойлогддог. Төгсгөлд нь салст бүрхэвчийг намдаах, шархлах нь гэдэсний хөндийд цус, үрэвслийн элемент, салстыг гоожуулдаг. Эдгээр нөхцөлд бүдүүн гэдэсний ус шингээлтийг дарангуйлж, өтгөний хэмжээ нь ileocecal урсгалаас хамаарна. Ингэснээр өвчтөн байнга болон цөөхөн, цусан суулгалтаар ялгас гарах болно [37,38].

Шигелла нь хучуур эдийн эсэд орохын тулд нян эхлээд зорилтот эсдээ наалдаж байх ёстой. Ерөнхийдөө бактери нь эндосомоор дамжин дотогшиж үржүүлгийн цитоплазм руу нэвтрэхийн тулд задалдаг [37,38].

Вирусын хүчин зүйлс

S. dysenteriae серотип 1 нь их хэмжээний цитотоксик Шига токсиныг үүсгэдэг. *S. sonnei*, *S. flexneri* нар энэ хорыг хамаагүй бага хэмжээгээр ялгаруулдаг. Шига токсин нь Galotl-4Galp (galabiose) гликолипидийн рецептортой холбогдож, 28S рРНХ-д аденин 4324 дэх N-гликозидын холбоог таслан хөхтөн амьтдын уургийн нийлэгжилтийг дарангуйлдаг. Хортой механизм нь *Ricinus communis*-ийн үйлдвэрлэсэн ургамлын токсин рицинтэй ижил байдаг. Шигелла мөн үрэвслийн хариу урвал үүсгэдэг LPS эндотоксин (O антиген) ялгаруулдаг [37,38].

Шигелла 180-230 кб-ийн плазмидууд нь хоруу чанард зайлшгүй шаардлагатай генүүдийг кодчилдог бөгөөд үүнд: эпителийн зорилтот эсийн гадаргуу дээр бактер наалддаг наалддаг бодисыг үйлдвэрлэх; *Shigella*-ийн довтолгооны процесст шууд үүрэг гүйцэтгэдэг халдлагын плазмидын эсрэгтөрөгчийг (Ipa) үйлдвэрлэх; Ipa уургийн гадаргуугийн зөв илэрхийлэлийг хангах тээвэрлэлт эсвэл боловсруулалтын функцууд; нянгийн эндоцитын шингээлтийг өдөөх, эндоцитын вакуумийг тасалдуулах; плазмидаар кодлогдсон вирусын генийн зохицуулалт [37,38].

Шигелла хувьслын явцад *E. coli*-ээс гарч ирсэн. Эсийн довтолгоо ба фаголизосомын задралд шаардлагатай бүх генийг кодчилдог эмгэг төрүүлэгч арлын эзэмшил ба хувьсал нь эмгэг жамыг өөрчлөх боломжийг олгосон [37,38].

Эрсдлийн хүчин зүйлс

Олон судалгаагаар shigellosis өвчлөл, нас баралтын эрсдэлт хүчин зүйл, хамгаалалтын үр нөлөөг тодорхойлсон байдаг. Усан хангамж аажмаар сайжирсан хэдий ч шигеллез нь байгалийн гамшиг, улс төрийн хямралын дараа ихэвчлэн халуун бүс нутагт амьдардаг, эмх замбараагүй хүн амын дунд тархсаар байна. Гватемал улсад бага насны хүүхдүүд, өндөр настан, 15-44 насны эрэгтэйчүүд *S. dysenteriae* серотипэд хамгийн амархан өртөмтгий болох нь тогтоогджээ Сьерра-Леонд 5-аас доош насны хүүхдүүдийн дунд халдлага харьцангуй өндөр байсан хүн амын үлдсэн хэсэг.

Бангладешийн хөдөө тосгонд shigellosis өвчин 1-2 настай хүүхдүүд, 60 ба түүнээс дээш насны хүмүүст хамгийн их тохиолддог байв. Бангладешийн Дакка хотод shigellosis нас баралт нь хоол тэжээлийн дутагдал ихтэй, бүх насны хүмүүс, хөхүүлээгүй 2-оос доош насны хүүхдүүд, 1-ээс доош насны бүх хүүхдүүдэд хамгийн түгээмэл тохиолддог болохыг тогтоожээ. Бангладеш, 1992-1994 оны хооронд *S. dysenteriae* серотип 1 ба *S. flexneri*-ийн өвчлөл 2-оос доош насны хүүхдүүдэд хамгийн их байсан ба дараа нь 2-оос 5-р насны хүүхдүүд хамгийн их байсан нь *S. dysenteriae* серотип 1-ийн байршлын хувьд цаг хугацааны хувьд харилцан адилгүй боловч *S. flexneri*-ийн эрсдэлтэй газрууд цаг хугацаанд нь тогтвортой байсан. Септик бус олон жорлонтой захуудын ойролцоох хөршүүд *S. dysenteriae* серотип хамгийн өндөр эрсдэлтэй байв 1. *S. flexneri* нь үерийн хяналтанд байдаг газруудад хамгийн их тохиолддог байв. *S. dysenteriae* серотип 1-ийн эрсдэл нь эрүүл ахуй, ариун цэврийн байгууламжтай илүү холбоотой байхад *S. flexneri* нь хүрээлэн буй орчинтой илүү холбоотой байсан гэж дүгнэсэн [35].

Shigellosis дэлхий дахинд

Дэлхий даяар жил бүр тохиолддог Шигеллагийн нийт тоо 164.7 сая гэж тооцогддог бөгөөд үүнд хөгжиж буй орнуудад 163.2 сая тохиолдол бүртгэгдсэн бөгөөд үүний 1.1 сая нь үхэлд хүргэдэг. 5-аас доош насны хүүхдүүд нийт шигеллез өвчнөөр өвчлөгсдийн 61% -ийг эзэлж байна [35,36].

Шигеллагийн төрөл зүйл дэлхий дээр жигд тархдаггүй. *S. dysenteriae* нь ихэвчлэн Өмнөд Америк, Африк, Азийн хүн ам шигүү суурьшсан бүс нутагт тархдаг. Халдвар нь ихэвчлэн эпидемийн дэгдэлт ихтэй байдаг. Серотип 1 нь хоруу чанар, зэвүүн тахал үүсгэх чадвараараа ялгагддаг. Энэтхэг, Малайз, Гватемал улсад давамгайлдаг. Серотип 2 нь Йемен, Нигери улсад давамгайлдаг. *S. flexneri* нь ихэвчлэн эндемик шигеллэз өвчтэй газруудад байдаг. *S. boydii* нь анх тогтоогдсон Энэтхэгийн хойгоос бусад тохиолдолд үе үе тохиолддог. *S. sonnei* нь ихэвчлэн Франц, АНУ зэрэг барууны хөгжингүй орнуудад тохиолддог [35,36].

Сүүлийн хэдэн арван жилд чухал тархвар тархсан: (1) 1970 онд Төв Америкт 112,000 хүн өртөж, 13,000 хүн нас барсан; (2) 1985 онд Техас мужид (АНУ) бохирдсон шанцайны ургамал залгисны дараа 5000 хүн халдвар авсан; (3) 1994 оны 5-р сараас 6-р сард Норвеги, Швед, Их Британи зэрэг Европын хэд хэдэн оронд *S. sonnei* халдварын дотоодын тохиолдол илэрсэн. Тархвар судлалын нотолгоо нь импортын мөсөн уулын шанцайны ургамал дамжуулах хэрэгсэл гэж үзсэн; (4) 1996 онд Парис хотод 153 өвчтөн бүртгэгдсэн [33].

4.6. Ecology of Shigellae and the Cycle of Shigellosis

Шигелла нь ихэвчлэн хүний болон бусад приматын гэдэсний гэдэсний оршин суугч байдаг [1,33,34,36,39]. Энэ нь ихэвчлэн өтгөнөөр бохирдсон ундны ус эсвэл хоол хүнсээр эсвэл халдвар авсан хүнтэй шууд харьцах замаар тархдаг. Усан дотор шигелла өрөөний температурт дор хаяж зургаан сар амьдрах чадвартай бөгөөд энэ өндөр амьдрах чадвар нь усаар дамжин өнгөрөхөд сайнаар нөлөөлдөг. Шигелла эсийг хүний ялгадаснаас хоол хүнсээр дамжуулахад ялаа нөлөөлдөг байжээ. *S. dysenteriae* серотип 1 эсүүд хүний арьсанд нэг цаг хүртэл амьдардаг тул халдвар, өвчний гинжийг тогтооход маш бага тарилга шаардагддаг тул гар нь шигеллэзыг дамжуулах чухал хэрэгсэл юм. Үнэхээр ч Шигеллагаар халдварласан Америкийн сайн дурын ажилтнуудын талаар хийсэн судалгаагаар амаар өгсөн нэг зуу шахам эс эс л өвчний 25-50% -д өвчин үүсгэдэг болохыг тогтоожээ. Шигеллагийн ходоодны шүүсийг тэсвэрлэх чадвар нь энэхүү өндөр халдварын шинж чанартай байдаг [36,40]. Шигеллэзын шинж тэмдэггүй, зохисгүй эмчилгээ хийлгэсэн өвчтөнүүд гэдэс доторх нянг хадгалж үлдэх боломжтой бөгөөд эдгээр нь хүрээлэн буй орчны бактерийн гол усан сан юм [41].

Шигеллийн экологийн талаархи сүүлийн үеийн мэдээллүүд нь өвчний мөчлөгийн талаархи шинэ элементүүдийг нээсэн. Шигеллэз өвчнөөр өвчилсөн бүс нутгийн хүрээлэн буй орчны усанд хэдийгээр тариалах эсийн тоо бага байсан ч плазмид, бактериофаг гаралтай генетикийн хэлтэрхий зэрэг генетикийн элементүүдийг илрүүлж болохыг тогтоожээ. Экзотоксин үйлдвэрлэх кодчилдог олон ген эдгээр генетикийн элементүүдэд яг таарч байдаг. Эдгээр үр дүнгээс харахад хүрээлэн буй орчны вируст омгийн тоо огцом өсөх нь усанд агуулагдах энэ төрлийн генетикийн элементүүдийг хоруу чанар багатай эсүүд нэгтгэснээс үүдэлтэй болохыг харуулж байна. Хэрэв энэ таамаглал батлагдвал хүрээлэн буй орчин дахь холер ба шигеллэзын мөчлөгийн хооронд ижил төстэй байдал ажиглагдаж байна. Шигелла нь хүрээлэн буй орчны усанд ч амьдрах чадвартай боловч соёлгүй нөхцөлд оршин тогтнох боломжтой эсэхийг тодруулах шаардлагатай хэвээр байна [41].

Эмгэг төрүүлэгч *Escherichia coli* омог

Гэдэсний өвчнөөс ялгасан *E. coli*-ийн омгийг эпидемиологийн нотолгоо, фенотипийн шинж чанар, өвчний эмнэлзүйн шинж чанар, өвөрмөц хоруу чанарын хүчин зүйл дээр үндэслэн зургаан үндсэн бүлэг болгон хуваасан. Эдгээрээс enterotoxigenic (ЕТЕС, жишээ нь O148), enterohemorrhagic (ЕНЕС, жишээ нь O157) ба enteroinvasive serotypes (ЕИЕС, жишээ нь O124) нь маш чухал ач холбогдолтой бөгөөд бохирдсон усаар дамжин халдварладаг [42,43].

Enterotoxigenic *E. coli* (ЕТЕС) омог

Enterotoxigenic *E. coli* (ЕТЕС) серотипүүд нь ходоод гэдэсний үрэвслийг үүсгэдэг. Хөгжингүй орнуудад тэдний тохиолдлын талаархи мэдээллүүдийн тоо харьцангуй бага боловч хөгжиж буй орнуудад хангалттай цэвэр усгүй, ариун цэврийн шаардлага хангаагүй суулгалтын маш чухал шалтгаан болж байна. Хөгжиж буй орнуудад эдгээр омог нь 5-аас доош насны хүүхдүүдийн дунд хамгийн түгээмэл ялгасан бактерийн энтеропатоген бөгөөд жил бүр хэдэн зуун сая суулгалт өвчнөөр өвчилж, хэдэн арван мянган хүн нас бардаг [42-44].

ЕТЕС-ээс үүдэлтэй өвчин нь бохирдсон хоол хүнс эсвэл усыг залгихад тохиолддог бөгөөд олон өдрийн турш үргэлжилсэн элбэг усархаг суулгалтаар бага насны хүүхдүүдэд шингэн алдалт, хоол тэжээлийн дутагдалд ордог [42-44]. ЕТЕС нь дэлхийн хөгжиж буй бүс нутгуудаар аялагч хүмүүст тохиолддог "аялагч 'суулгалтын" хамгийн түгээмэл шалтгаан юм [42-44].

Enterohemorrhagic *E. coli* (ЕНЕС) омог

Мэдэгдэж буй дэгдэлт нь гол төлөв түүхий болон дутуу чанаж боловсруулсан нунтагласан махан бүтээгдэхүүн, түүхий сүү зэрэг бохирдсон хоол хүнсний хэрэглээтэй холбоотой байв. Энэ бактерийн анхдагч сан нь эрүүл үхэр болох нь тогтоогджээ [42,45,46].

E. coli серотип O157: H7 нь хэвлийгээр өвдөх, цусан суулгалт, цус задралын гемитик хам шинж үүсгэдэг. Энэ бактери нь Шига шиг хорт бодис үүсгэдэг. Инкубацийн хугацаа 3-4 хоног, шинж тэмдгүүд нь 7-10 хоногийн турш тохиолддог. *E. coli* O157: H7 халдварын 2-7% нь бөөрний цочмог дутагдалд хүргэдэг гэж үздэг [42,45,46].

E. coli O157: H7 нь ихэвчлэн цэвэршүүлсэн ундны усны асуудал биш боловч хүний бохир ус эсвэл үхрийн ялгадасаар бохирдсон ундны усны хэрэглээг хамарсан дэгдэлтийг баримтжуулсан болно. Өвчний дэгдэлт нэмэгдэж байгаа нь тариалалт, боловсруулалтын явцад зарим үе шатанд гэрийн болон зэрлэг амьтдын ялгадасаар бохирдсон жимс, хүнсний ногоо (нахиалдаг, шанцайны ургамал, салат, салат) хэрэглэдэгтэй холбоотой юм. ЕНЕС нь мөн усан сан (цөөрөм, горхи), худаг, усны тэвшээс тусгаарлагдсан бөгөөд бууц, усны тэвшний хурдасаар хэдэн сар амьд үлддэг нь тогтоогджээ [45,46].

Хүнтэй харьцах нь амаар ялгадас дамжих замаар дамжих чухал хэлбэр юм. Өвчний эмнэлзүйн шинж тэмдэг илрээгүй ч бусдад халдвар тараах чадвартай шинж тэмдэггүй тээгч төлөв тэмдэглэгдсэн байна [45,46].

Enteroinvasive E. coli (EIEC) омог

Enteroinvasive *E. coli* (EIEC) нь олон талаараа шигрээ шиг аашилдаг. Тэд хүний дистал бүдүүн гэдэсний гэдэсний эпителийн эсүүдэд нэвтэрч, үржих чадвартай байдаг. Өвчин нь гэдэс базлах, гүйлгэх, бөөлжих, халуурах, даарах, ерөнхий өвчин намдаах, халдвар авсан хүмүүсийн өтгөн дотор цус, салст гарах шинж тэмдэг илэрдэг. [42,43,47].

Жишээлбэл, цусан суулга өвчний оргил үе болох үед Израйлийн Жесрээл дүүргийн 28 субъектээс EIEC-ийн омгийг тусгаарласан. Хорват улсад хийсэн шалгалтаар *E. coli* O124-ийг гастроэнтерит, энтероколит, цусан суулга өвчнөөс байнга тусгаарлаж болохыг харуулсан. Цусан суулга нь ахимаг насны бүлэгт илүү түгээмэл байсан бол бусад хоёр төрлийн өвчин бүх насны бүлгүүдэд адил тэгш тархсан байна. 1985 оны судалгааг Тайландын Банкок хотод хийсэн бөгөөд үүнд суулгалт өвчтэй 410 хүүхэд, суулгалт хийлгээгүй ижил тооны хяналтын хүүхдүүдэд шигелла, EIEC болон бусад эмгэг төрүүлэгчдийн омгийг илрүүлсэн байна. Суулгалттай хүүхдүүдийн 17 нь, зургаа нь ЭЕШ-ийг өгдөггүй нь тогтоогджээ [42,43].

Өвчтэй хүнээс хүний баасаар шууд буюу бохирдсон усаар бохирдсон аливаа хоол хүнс бусдад өвчин үүсгэдэг. Өвчний тархалт нь гамбургерын мах, ариутгаагүй сүүтэй холбоотой [47].

6. Усаар дамжин үүсч буй бактерийн эмгэг төрүүлэгчид

Энд дурдсан шинээр үүсч буй эмгэг төрүүлэгч бактериуд ундны усаар дамжин тархах боломжтой боловч тэдгээр нь *E. coli* болон бусад түгээмэл хэрэглэгддэг ундны усны чанарын үзүүлэлтүүд, тухайлбал колиформ бактериудтай уялдаагүй болно. Ихэнх тохиолдолд микробиологийн үзүүлэлтүүд хангалтгүй байдаг. Эдгээр бактеригаар бохирдсон уснаас үүдэлтэй өвчний бодит ач холбогдол, хэмжээ, эдгээр эмгэг төрүүлэгчдийн экологийг ойлгохын тулд илүү их судалгаа хийх шаардлагатай байна [45].

Mycobacterium Avium Complex (Mac)

Mycobacterium avium комплекс (Mac) нь хоёр өөр зүйлийн 28 серовараас бүрддэг: *Mycobacterium avium* ба *Mycobacterium intracellulare*. Дархлаа суларсан хүмүүс, ялангуяа ХДХВ, ДОХ-той хүмүүст тархсан халдвар илрүүлснээр Mac организмын ач холбогдлыг хүлээн зөвшөөрөв. MAC-ийн гишүүд нь оппортунист хүний эмгэг төрүүлэгчид гэж тооцогддог [45,48].

Mac организмууд нь далайн ус, гол мөрөн, нуур, горхи, цөөрөм, булаг шанд, хөрс, шугам хоолойн усан хангамж, ургамал, байшингийн тоос зэрэг хүрээлэн буй орчны өргөн хүрээний эх үүсвэрээс тогтоогдсон байдаг. Mac организмууд АНУ-ын байгалийн ус, ундны ус түгээх системээс тусгаарлагдсан байдаг [45,49,50].

Mac организмын хаа сайгүй тархдаг шинж чанар нь янз бүрийн нөхцөлд амьдрах, өсч хөгжих чадвараас үүсдэг. Mac организмууд 51 ° C хүртэл температурт усанд үржиж, рН-ийн өргөн хүрээнд байгалийн усанд ургадаг [45]. Эдгээр микобактери нь хлор болон ундны усыг эмчлэхэд ашигладаг бусад химийн ариутгалын бодисуудад өндөр тэсвэртэй байдаг. Ундны усны стандарт эмчилгээ нь Mac организмыг устгахгүй бөгөөд хэрвээ хангалттай ажиллаж чадвал эх үүсвэрийн усанд байж болзошгүй тоог эрс багасгаж, хүн амын дунд үл тоомсорлох эрсдлийг илэрхийлнэ. Түгээх систем дэх эдгээр микобактерийн нэвтрэх зам нь гоожих замаар дамждаг.

Био хальсанд агуулагдах Мас организмууд нь түгээх системд тасралтгүй оршин тогтноход чухал үүрэг гүйцэтгэдэг байх. Удаан өсөн нэмэгдэж буй микобактериудыг гадаргуугийн биофилмээс нэг см² тутамд 4000-аас их нягтралтайгаар олж, өндөр өртөлтийг бий болгодог [48].

Мас-ийн халдварын шинж тэмдэг нь амьсгалын замын болон ходоод гэдэсний замын колоничлолын үр дүнд үүсдэг бөгөөд биеийн бусад хэсэгт тархах боломжтой байдаг. Мас организмд хордох нь бохирдсон хоол хүнс хэрэглэх, бохирдсон хөрсний тоосонцороор агаар амьсгалах, эсвэл организм агуулсан ундны устай харьцах, залгих, сорох, аэрозолизиаци хийх замаар гарч болзошгүй [45].

Усан хангамжийн хувьд *M. avium*, *M. intracellulare* халдварын талаар сайн баримтжуулсан болно. Ходоод гэдэсний замын эмгэг төрүүлэгч бичил биетүүдээс ялгаатай нь *E. coli*-ийг тэдгээрийн боломжит байдлыг харуулах боломжтой тул усны систем дэх Мас организмын концентраци нэмэгдэж байгааг харуулах тохиромжтой үзүүлэлтийг тогтоогоогүй байна [45].

Хеликобактер пилори

Хеликобактер пилори нь ходоодны үрэвслийг үүсгэдэг гол шалтгаан болдог тул пепсины болон арван хоёр нугасны шархлаа, ходоодны хорт хавдрын эмгэг жамыг үүсгэдэг. Гэсэн хэдий ч энэ эмгэг төрүүлэгчийн халдвар авсан ихэнх хүмүүс шинж тэмдэггүй хэвээр байна [45].

Өсгөвөрт суурилсан аргыг ашиглан *H. pylori* нь хүрээлэн буй орчны эх үүсвэр, түүний дотор уснаас тусгаарлагдаагүй байна [45,51]. Эсрэгээрээ молекулын аргууд энэ эмгэг төрүүлэгчийг илрүүлэхэд амжилтанд хүрсэн. Флуоресценцийн *in situ* гибридизацийг ундны ус түгээх систем болон бусад усан сангаас энэ эмгэг төрүүлэгчийг илрүүлэхэд амжилттай ашиглаж ирсэн. Полимеразын гинжин урвалыг ундны усны *H. pylori* ДНХ байгааг, ялангуяа биофилмүүдтэй холбоотой болохыг илрүүлэхэд ашигладаг [45,51,52]. Ундны усны биофилмд *H. pylori* эсүүд нь өсгөвөрлөх чадвараа хурдан алдаж, амьдрах чадвартай боловч соёлгүй байдалд ордог. Эдгээр биофильмүүдэд эсүүд нэг сараас дээш хугацаанд хадгалагдах боломжтой бөгөөд нягтрал нь 1 см² тутамд 10⁶ эсээс илүү байдаг [51].

Организм хэрхэн дамждагийг одоо болтол бүрэн ойлгоогүй хэвээр байна. Гэсэн хэдий ч шүлс, шүдний товруу, ходоод, баасны дээжээс эдгэрсэн нь амаар амаар эсвэл өтгөн-амаар дамжиж байгааг илтгэнэ. Ус ба хоол хүнс нь шууд ач холбогдол багатай мэт боловч ариун цэвэр, эрүүл ахуй зохисгүй нөхцөлд чухал үүрэг гүйцэтгэдэг [45].

Сүүлийн жилүүдэд *A. hydrophila* нь нийгмийн эрүүл мэндийг оппортунист эмгэг төрүүлэгч гэж хүлээн зөвшөөрч байна. Энэ нь гастроэнтерит, септицеми, менингит, шархны халдварыг үүсгэгч бодис гэж нэрлэгддэг. Энэ нь тав хүртэлх насны хүүхдүүд, өндөр настан, дархлаа дарангуйлагдсан хүмүүсийн гэдэсний эмгэгүүдэд чухал үүрэг гүйцэтгэдэг. [45,53,54].

Aeromonas hydrophila нь Gram-сөрөг, спор үүсгэдэггүй, саваа хэлбэртэй, *Aeromonadaceae* овогт хамаарах факультатив агааргүй нян юм. *A. hydrophila* нь ихэвчлэн зонхилох зүйл боловч *A. caviae*, *A. sobria* зэрэг бусад аэромонадууд мөн хүний ялгадас, усны эх үүсвэрээс тусгаарлагдсан байдаг [45,54].

Аэромонасын төрөл зүйл, түүний дотор *A. hydrophila* нь хүрээлэн буй орчинд хаа сайгүй тархдаг. Энэ нь хоол хүнс, ундны ус, усан орчноос байнга тусгаарлагддаг [45,53,54].

Цэвэр гол, нууранд, *Aeromonas* spp-ийн концентраци ихэвчлэн колони үүсгэдэг 102 нэгж (CFU) / мл орчим байдаг. Гүний ус ерөнхийдөө 1 CFU / мл-ээс бага агуулдаг. Цэвэрлэх байгууламжаас шууд гарч байгаа ундны ус 0-ээс 102 CFU / мл-ийн хооронд агууламжтай болох нь тогтоогджээ. Түгээх системд ус уух нь биофильмүүдийн өсөлтөөс шалтгаалан илүү өндөр аэромоназын концентрацийг харуулж чаддаг [45,55]. *Aeromonas* spp. 5 ° C-аас 45 ° C хооронд өсдөг болохыг тогтоожээ [44,54]. *A. hydrophila* нь хлорын стандарт эмчилгээнд тэсвэртэй, магадгүй биофильм дотор амьд үлддэг байж магадгүй юм [56].

Aeromonas-д санал болгож буй нийтлэг халдварын зам бол бохирдсон ус, хоол хүнсийг залгих эсвэл арьсны завсарлага бүхий организмтай холбоо барих явдал юм. Ундны эсвэл байгалийн рашаан ус байж болно

хүний бохирдлын эх үүсвэр. Хүнээс хүнд халдвар дамжих тохиолдол бүртгэгдээгүй байна [45,54].

7. Усны микробиологийн шинжилгээ

Ялгадасын нянг ашиглах үндэслэл

Усаар дамжин халдварладаг ходоод гэдэсний замын хамгийн гол өвчин бол холер, сальмонеллэз, шигеллез юм. Эдгээр өвчнүүд нь өвчтөнүүдийн ялгадастай бохирдсон усаар (ба хоол хүнсээр) голчлон дамждаг. Ундны ус нь эдгээр эмгэг төрүүлэгч бактериудаар бохирдож болзошгүй бөгөөд энэ нь маш их анхаарал татсан асуудал юм. Гэсэн хэдий ч усанд эмгэг төрүүлэгч бактериуд нь үе үе, тогтмол бус, түвшин бага, эдгээр бактерийн тусгаарлалт, өсгөвөр нь шууд биш ярьвигтай юм. Эдгээр шалтгааны улмаас ердийн усны микробиологийн шинжилгээнд эмгэг төрүүлэгч бактери илрүүлэх ороогүй болно. Гэсэн ч аюулгүй ус нь усыг эмгэг төрүүлэгч бактери агуулаагүй байхыг шаарддаг [57].

Индикатор бактерийг нээж, туршиж үзсэнээр хоёр хэрэгцээ хангагдсан болно. Өвчин үүсгэгч зүйлээр бохирдсон ус нь хүний гэдэсний хэвийн inhabitants-тай (хэвийн оршин суугчидтай) хамт байдаг. Нянгийн бохирдлын сайн бактерийн үзүүлэлт нь дараахь шалгуурыг хангасан байх ёстой: (1) хүний гэдэс ба ялгадсанд их хэмжээгээр агуулагддаг; (2) хүнд өвчин үүсгэхгүй байх; (3) хүрээлэн буй орчны усанд амархан, найдвартай, хямдхан илрэх боломжтой. Үүн дээр нэмээд боломжтой нөхцөлд дараахь шаардлагыг хангасан байх ёстой.

(4) гэдэсний орчноос гадуур үрждэггүй; (5) хүрээлэн буй орчны усанд индикатор нь эмгэг төрүүлэгч бактериас илүү олон байх ёстой; (6) үзүүлэлтүүд нь эмгэг төрүүлэгч бичил биетүүдтэй ижил төстэй үхлийн шинж чанартай байх ёстой; (7) хэрэв хүний ялгадсыг бохирдлоос амьтны бохирдлоос салгах гэж байгаа бол фермерийн аж ахуй, гэрийн тэжээвэр амьтдын гэдсэнд энэ үзүүлэлт тийм ч их байх ёсгүй [1,4,6,57,58]. Эмгэг төрүүлэгч бичил биетүүдийг урьдчилан таамаглахад индикатор бактериудын ашиг тусыг олон судалгаа байдаг, тухайлбал Уилкс нар сайн харуулсан болно. [59].

Хүн ба амьтны ялгадасын найрлага

Хүний ялгадсанд хийсэн микробиологийн шинжилгээ нь хүрээлэн буй орчны усан дахь ялгадасын индикаторын нянгийн бүтэц, ашиглалтыг баталгаажуулахад чухал ач холбогдолтой байв. Ялгадсанд агуулагдах бактери нь цаанаасаа хүний хоол боловсруулах замын бичил биетнээс гаралтай байдаг.

Бактери нь хүний ходоод гэдэсний замд тархдаг боловч микробын гол агууламж, бодисын солилцооны идэвхжил бүдүүн гэдсэнд байдаг. Гэдэсний дээд хэсэг (ходоод, арван хоёр нугас, jejunum) нь 105 CFU (colony forming unit)/мл хүртэл агууламжтай сийрэг бичил биетэнтэй байдаг. Гэдэснээс нянгийн концентраци нь бүдүүн гэдэсний 1010-д 1011 CFU / g хүрэхэд аажмаар нэмэгддэг [60].

Хүний ходоод гэдэсний бичил биетэнд дор хаяж 500-1000 өөр бичил биетний төрөл зүйл байдаг гэж тооцоолсон байдаг боловч тоон үзүүлэлтээр 10-20 төрөл ихэвчлэн зонхилдог (Хүснэгт 6). Хүний ходоод гэдэсний замын бичил биетний генийн нийт тоог 2-4 сая гэж тооцоолсон байдаг. Энэ нь метаболизмын асар их чадавхийг илэрхийлдэг бөгөөд энэ нь хүний хостоос илүү их байдаг [60,64].

Эрүүл хүний ялгадас дахь амьдрах чадвартай нийт тоо

Microbial group	Log₁₀ CFU/g feces
<i>Bacteroides</i>	11.3*
<i>Eubacterium</i>	10.7*
<i>Bifidobacterium</i>	10.2*
<i>Ruminococcus</i>	10.2*
<i>Peptostreptococcus</i>	10.1*
<i>Peptococcus</i>	10.0*
<i>Clostridium</i>	9.8*
<i>Lactobacillus</i>	9.6*
<i>Propionobacterium</i>	9.4*
<i>Actinomyces</i>	9.2*
<i>Methanobrevibacter</i>	8.8*
<i>Desulphovibrio</i>	8.4*
<i>Fusobacterium</i>	8.4*
Enterococci	3.5–7.2**
Enterobacteriaceae	5.9–8.0**
<i>Escherichia coli</i>	7.5–7.7**
<i>Citrobacter</i>	3.3**
<i>Klebsiella</i>	2.4**
Yeasts	1.0–2.5**

Хүн бүрийн ялгадсын найрлага нь удмын түвшинд тогтвортой байдаг боловч зүйлийн найрлага нь өдрөөс өдөрт мэдэгдэхүйц өөрчлөгдөж байдаг. Гэдэсний бактерийн бүлгүүдийн харьцангуй хувь нь хувь хүмүүсийн хооронд харилцан адилгүй байж болно [60,64].

Хүний ходоод гэдэсний замын микрофлорд облигат анаэробууд давамгайлдаг ба эдгээр нь са. Факультатив анаэробоос 103 илүү элбэг байдаг. Анаэробын гол төрөл нь Бактероид, Эубактериум ба Бифидобактери юм. Эдгээр организмууд нь ойролцоогоор Тариалах боломжтой хүний ялгадсын нянгийн 90%. Бактероидууд (голчлон *B. thetaiotaomicron* ба *B. vulgatus*) нь хүний ялгадаст хамгийн ихээр агуулагддаг организм бөгөөд тариалах нянгийн 20-30% -ийг эзэлдэг. Хамгийн их тархсан анаэробууд нь Enterococci ба Enterobacteriaceae юм. Enterobacteriaceae-ийн гол төрлүүд нь *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Enterobacter* юм. *Citrobacter* ба *Klebsiella* нь цөөн тооны хүмүүс байдаг боловч ихэнх хүмүүст байдаг. *Proteus* ба *Enterobacter* нь цөөн тооны хүмүүст байдаг [64].

Хүний ходоод гэдэсний замын бичил биетний бүтцийг судлахын тулд янз бүрийн молекулын аргыг ашигласан. Эдгээр судалгаануудын үр дүнгээс харахад молекулын техникээр илрүүлсэн олон микробыг ердийн өсгөвөр дээр суурилсан аргаар тусгаарлах боломжгүй юм. Өсгөвөрт суурилсан аргаар илрүүлсэн бифидобактерийн өндөр хувь хэмжээ нь молекулд суурилсан

судалгааны үр дүнгээр нотлогддоггүй. Гэсэн хэдий ч молекулд суурилсан хандлагын үр дүн нь өсгөвөрт суурилсан аргуудаас олж авсан олон ололтыг дэмжиж байна: факультатив анаэробууд дээр заавал байх анаэробууд давамгайлах; бактериоид, Clostridium, Eubacterium-ийн өндөр тоо байдаг [64].

Bacteroides, Eubacterium зэрэг анаэроб бактерийг ердийн аргаар өсгөвөрлөдөггүй тул азотын уур амьсгалтай инкубацийн камер шаардагдана. Бифидобактери ба Лактобациллус нь зарим хүчилтөрөгчийг тэсвэрлэдэг боловч өсгөвөрлөх орчинд удаан ургадаг хурдан нян юм. Тиймээс эдгээр дөрвөн төрлийг ялгадсын бохирдлын үзүүлэлт болгон ашиглахад хангалтгүй байна (молекулын техникийг нэвтрүүлснээр нөхцөл байдлыг сайжруулж магадгүй юм). Citrobacter, Klebsiella, Enterobacter нь хүний гэдсэнд бага хэмжээгээр агуулагддаг бөгөөд хүрээлэн буй орчны усанд өргөн тархдаг тул ялгадсын бохирдлын үзүүлэлт болоход тохиромжгүй байдаг. Clostridium, Streptococcus, Escherichia нь эдгээр сул талуудаас болж зовдоггүй. Тиймээс тэдгээрийн ялгадсын үзүүлэлт болох эсэхийг хэдэн арван жилийн туршид туршиж үзсэн.

Бактери болон тэдний хостууд, хүрээлэн буй орчин

Уламжлалт Бактероидын төрөлд Грам сөрөг, спор үүсгэдэггүй, агааргүй плейоморф саваа багтдаг байв. *Mitsuokella*, *Porphyromonas*, *Prevotella*, *Ruminobacter* гэсэн олон төрөл зүйлийг бусад төрөлд шилжүүлсэн. Бактероид бол хүний ялгадас дахь хамгийн их тархдаг бактери юм. Амьтны ялгадсанд эсрэгээр бактериоид цөөн тоогоор агуулагддаг. Бактероидууд нь агааргүй боловч хүний ходоод гэдэсний бүх төрлийн хүчилтөрөгчийн хувьд хамгийн тэсвэртэй байдаг. *B. thetaiotaomicron* бол хүний ходоод гэдэсний замын доод бүсэд хамгийн их тархсан зүйлийн нэг юм. Бактероидууд нь эмгэг төрүүлэх өндөр чадвартай бөгөөд эмнэлзүйн сорьцоос тусгаарлагдсан бүх анеробын гуравны хоёрыг эзэлдэг. Хамгийн олон удаа тусгаарлагдсан зүйл бол *B. fragilis* байв. Бактероидын хүрээлэн буй орчны усан дахь амьдрах чадвар нь ихэвчлэн колиформын оршин тогтнохоос хамаагүй бага байдаг [64,65].

Уламжлалт Eubacterium төрөл нь агааргүй, спор үүсгэдэггүй Грам эерэг саваа багтдаг байв. Зарим зүйлүүд нь бусад төрөлд шилжсэн - *Actinobaculum*, *Atopobium*, *Collinsella*, *Dorea*, *Eggerthella*, *Mogibacterium*, *Pseudoramibacter* and *Slackia*. Эсүүд нь аэротолерант биш юм. Хүний ходоод гэдэсний замаас тусгаарлагдсан зүйлүүд нь: *E. barkeri*, *E. bifforme*, *E. contortum*, *E. cylindrioides*, *E. hadrum*, *E. limosum*, *E. moniliforme*, *E. rektal* and *E. ventricosum* [64].

Бифидобактери нь грам эерэг, спор үүсгэдэггүй, плейоморфын саваа юм. Бифидобактери нь агааргүй (зарим зүйл нь нүүрстөрөгчийн давхар ислийг агуулсан хүчилтөрөгчийг тэсвэрлэдэг) эсвэл факультатив агааргүй байдаг. Өсөлтийн хамгийн оновчтой температур нь 35-39 ° C байна. *Bifidobacterium* төрөл нь са агуулдаг. 25 зүйл, тэдгээрийн ихэнх нь хүний ходоод гэдэсний замд илэрсэн [64-66].

Бифидобактери нь хүний болон зарим амьтдын ялгадасанд их хэмжээгээр агуулагддаг. Бифидобактерийн хэд хэдэн зүйл нь хүн эсвэл амьтанд зориулагдсан байдаг. *B. cuniculi*, *B. magnum* нь зөвхөн туулайн ялгадсын дээжээс, *B. gallinarum*, *B. pullorum* нь зөвхөн тахианы гэдсэнд, *B. suis* нь зөвхөн гахайн махны ялгадаснаас олджээ. Хүний ялгадасанд тухайн зүйлийн нас нь тухайн хүний наснаас хамаарч өөрчлөгдөж байдаг. Нялх хүүхдийн гэдэс дотор *B. breve* ба *B. longum* ихэвчлэн давамгайлдаг. Насанд хүрэгчдэд *B. adolescentis*, *B. catenulatum*, *B. pseudocatenulatum*, *B. longum* зэрэг нь зонхилох зүйл юм. Хүний ба амьтны ялгадсанд бифидобактери нь колиформоос хамаагүй илүү байдаг [64-66].

Бифидобактери нь бохир ус, орчны бохирдсон уснаас олдсон боловч булаг шанд, бохирдолгүй хөрс зэрэг бохирдолгүй, онгон орчинд байхгүй бололтой. Энэ нь хүрээлэн буй орчинд нэвтрэн орсноор бифидобактерийн тоо эрс буурч байгаа нь тэдний өсөлтийн хатуу шаардлагаас үүдэлтэй болов уу. Бифидобактери нь 30 0C-ээс бага ургадаг бөгөөд шим тэжээлийн хатуу шаардлага тавьдаг. Байгаль орчны усан дахь бифидобактерийн оршин тогтнох тухай мэдээллүүд нь тэдний амьдрах чадвар нь колиформынхаас бага байгааг харуулж байна [64-66].

Байгаль орчинд бифидобактери байгаа нь ялгадсын бохирдлын үзүүлэлт гэж тооцогддог. Зарим зүйл нь хүн, амьтанд өвөрмөц байдаг тул бохирдсон усанд агуулагдах Бифидобактерийн зүйлийг тодорхойлох нь зарчмын хувьд ялгадсын бохирдлын гарал үүслийн талаар мэдээлэл өгөх боломжтой юм [64-66].

Италийн Болонья хотын ойролцоо маш их бохирдсон горхинд явуулсан судалгаагаар *B. adolescentis*, *B. catenulatum*, *B. longum*, *B. pseudocatenulatum*, *B. thermophilum* нар хамгийн их төлөөлдөг зүйл болох нь тогтоогдсон бол *B. angulatum*, *B. animalis* subsp. *animalis* (*B. animalis*), *B. breve*, *B. choerinum*, *B. minimum*, *B. pseudolongum* subsp. *globosum* (*B. globosum*) ба *B. subtile* нь зөвхөн цөөн тоогоор гарсан [66].

Бифидобактери нь ялгадас, тариалалтад техникийн бэрхшээлтэй тул бүх ялгадас бактерийг бага судалдаг. Стрептококк, лактобацилл зэрэг бусад грам эерэг бактериуд нь бифидобактериас илүү олон тоогоор тохиолдож болзошгүй тул тэдний өсөлтийг саатуулж болно. Сонгомол хэвлэл мэдээллийн хэрэгслийг орчны уснаас бифидобактериудыг тусгаарлахад зориулж бүтээсэн боловч үр дүн нь хангалтгүй хэвээр байгаа нь мэдэгдэхүйц хуурамч эерэг, нөхөн сэргээх хувь бага байна [64-66].

Clostridium төрөл нь 168 хүчин төгөлдөр хэвлэгдсэн зүйл агуулсан прокариотуудын хамгийн том овгийн нэг юм. Эдгээрээс 77 (үүнд *C. perfringens* орно) нэгдсэн бүлэгт хамаарагддаг гэж үздэг - *Clostridium sensu stricto* [64,67,68].

Клостридия бол грам эерэг саваа бөгөөд эндоспор үүсгэдэг. Клостридиаль зүйлүүдийн ихэнх нь хөдөлгөөнт, перитрих хошуугаар дарагддаг. Эсүүд нь каталазаас сөрөг нөлөөтэй тул дислимилат сульфатыг бууруулах үйлчилгээ үзүүлдэггүй. Клостридия нь ихэвчлэн нүүрс ус,

уургаас органик хүчил ба спиртийн хольц үүсгэдэг. Олон зүйл нь сахаролит ба протеолит юм. Зарим зүйл нь агаар мандлын азотыг засдаг [64,67,68].

Clostridium төрөл нь *psychophilic*, *mesophilic*, *thermophilic* зүйлүүдийг агуулдаг. Байгальд эдгээр организмын гол үүрэг нь органик материалын хүчил, спирт, CO₂, H₂, эрдэс бодисын задралд ордог. Ихэнх тохиолдолд бутирины хүчил үнэр нь *clostridia*-ийн тархалттай холбоотой байдаг. Хуурайшил, дулаан, аэробийн нөхцлийг эсэргүүцэх спор үүсгэх чадвар нь клостридияг хаа сайгүй тархдаг [64,67,68].

Ихэнх зүйлүүд хүчилтөрөгчийн тэсвэр тэвчээртэй байдаг боловч агааргүй байдаг. Хүчилтөрөгчийн мэдрэмж нь клостридийн амьдрах орчныг агааргүй газар буюу хүчилтөрөгчийн хурцадмал байдал багатай газарт хязгаарладаг. Өсөн нэмэгдэж, хуваагдах клостридия нь нуур, голын агаараар ханасан гадаргуугийн давхарга эсвэл органик материал, хөрсний гадаргуу дээр байхгүй болно. Клостридиал спорууд нь эдгээр орчинд өндөр магадлалтай байдаг бөгөөд хүчилтөрөгч дуусч, зохих шим тэжээлтэй үед ургах болно [64,67,68].

C. perfringens нь хий үйлдвэрлэх замаар лактоз, сахароз, инозитийг исгэж, шуургатай өтгөрөлтөөр исгэж, нитратыг багасгаж, желатиньг гидролиздуулж, лецитиназа ба хүчил фосфатазыг үүсгэдэг. Үхлийн гол хорыг үйлдвэрлэсний үндсэн дээр уг зүйлийг А-аас Е гэсэн таван төрөлд хуваадаг [68,69].

C. perfringens нь судлагдсан амьтан бүрийн гэдэсний агууламжаас тусгаарлагдсан тул хүн, амьтны гэдэсний түгээмэл бүрэлдэхүүн хэсэг юм шиг санагддаг. Хүмүүс ердийн эндоген ургамлын нэг хэсэг болох *C. perfringens* агуулдаг. Тээврийн хэрэгслийн гол хэсэг нь хоол боловсруулах эрхтний алслагдсан зам юм. А төрлийн үндсэн амьдрах орчин нь хүн, амьтан, шувууны хөрс, гэдэс юм. В, С, D, Е төрлүүд нь амьтдын паразит шинжтэй байдаг ба заримдаа хүмүүсээс олддог [68,69].

Клостридийн перфрингенс бол клиник микробиологийн лабораторид хамгийн олон удаа тусгаарлагдсан *Clostridium* боловч ховор тохиолдолд ноцтой халдвар үүсгэдэг. *C. perfringens* нь хүний халдвараас болон хүний хийн гангрэнд хамгийн их тохиолддог организмаас тусгаарлагдсан байдаг. *C. perfringens* нь ихэвчлэн бүдүүн гэдэсний ургамлаас гаралтай халдвар, тухайлбал перитонит буюу хэвлийн буглаа зэргээс тусгаарлагдсан байдаг [68,69].

Энэ организм нь гэдэс дотор энтеротоксин үүсдэг тул хоолны хордлогын нийтлэг шалтгаан болдог. *C. perfringens* хоолны хордлого нь үхэлд хүргэх, суулгалт, дотор муухайрах шинж тэмдэг илэрч, бөөлжихгүй, халуурахгүй байх нь ховор байдаг [68,69].

C. perfringens-ийг өгдөг эх үүсвэрт дэлхий даяар хөрс, далайн тунадасны дээж, хувцас, түүхий сүү, бяслаг, хагас хадгалсан махан бүтээгдэхүүн, ангын мах орно. *E. coli*-ийн нэгэн адил *C. perfringens* нь ихэнх усны орчинд үрждэггүй бөгөөд ялгадсын бохирдлын өндөр үзүүлэлт юм. Берзирцоглоу ба бусад. [70] Баруун Грекийн хөдөө нутагт орших Памвотис нуурын бохирдсон станцад *Clostridium perfringens*-ийн ургамлын эсүүд болон спорууд үүссэн талаар харьцуулсан судалгааг хийсэн. *C. perfringens*-ийн тоо усны гүнээс хамаарч харилцан адилгүй байв. Гадаргуугийн дээжийг эс тооцвол бүх дээж авах газруудад спор хэлбэртэй хэлбэрүүд илэрсэн.

7.3.5. Lactobacillus

Lactobacilli are non-sporeforming Gram-positive long rods. There are more than thirty species in the genus. Most are microaerophilic, although some are obligate anaerobes. Cells are catalase-negative and obtain their energy by the fermentation of sugars, producing a variety of acids, alcohol and carbon dioxide. Lactobacilli have complex nutritional requirements and in agarized media may need the supplementation with amino acids, peptides, fatty-acid esters, salts, nucleic acid derivatives and vitamins. Lactobacilli very rarely cause infections in humans [64].

Лактобацилли нь спор үүсгэдэггүй Грам эерэг урт саваа юм. Энэ төрөлд гуч гаруй зүйл байдаг. Ихэнх нь микроаэрофилийн шинжтэй байдаг боловч зарим нь заавал агааргүй байдаг. Эсүүд нь каталазаас сөрөг нөлөөтэй бөгөөд энергийг элсэн чихэрээр исгэж олон төрлийн хүчил, спирт, нүүрстөрөгчийн давхар исэл үүсгэдэг. Лактобацилли нь хоол тэжээлийн нарийн төвөгтэй шаардлагтай тул агаржуулсан орчинд амин хүчил, пептид, тосны хүчлийн эфир, давс, нуклейн хүчлийн уламжлал, витамин агуулсан нэмэлт тэжээл шаардагдана. Лактобацилли нь хүний биед маш ховор халдвар үүсгэдэг [64].

7.3.6. Enterococci

Enterococci are Gram-positive, non-sporeforming, catalase-negative ovoid cells. Cells occur singly, in pairs or short chains. Optimal growth for most species is 35–37 °C. Some will grow at 42–45 °C and at 10 °C. Growth requires complex nutrients but is usually abundant on commonly used bacteriological media. Cells are resistant to 40% bile, 0.4% azide, 6.5% sodium chloride, have β -glucosidase and hydrolyze esculin. The enterococci are facultative anaerobic but prefer anaerobic conditions [64,71].

The genus was separated from *Streptococcus* in the 1980s. Enterococci form relatively distinct groups. Members of such groups exhibit similar phenotypic characteristics and species delimitation can be difficult. The *E. faecalis* group contains, among others, *E. faecalis*. The *E. avium* group contains, among others, *E. avium*. The *E. faecium* group contains, among others, *E. faecium*, *E. durans* and *E. hirae*. The *E. gallinarum* group contains, among others, *E. gallinarum* [64,71].

Энтерококк нь грам эерэг, спор үүсгэдэггүй, каталаз-сөрөг өндгөвч эсүүд юм. Эсүүд нь дангаараа, хосоороо эсвэл богино гинжээр үүсдэг. Ихэнх зүйлийн хамгийн тохиромжтой өсөлт нь 35-37 ° C байдаг. Зарим нь 42-45 ° C, 10 ° C-д өсөх болно. Өсөлт нь нарийн төвөгтэй тэжээл шаарддаг боловч ихэвчлэн түгээмэл хэрэглэгддэг бактериологийн орчинд элбэг байдаг. Эсүүд 40% цөс, 0.4% азид, 6.5% натрийн хлорид тэсвэртэй, β -глюкозидазтай ба эскулиныг гидролизд оруулдаг. Энтерококкууд нь факультатив агааргүй байдаг боловч агааргүй нөхцлийг илүүд үздэг [64,71].

Энэ төрөл нь 1980-аад онд *Streptococcus*-аас тусгаарлагдсан байв. Enterococci нь харьцангуй ялгаатай бүлгүүдийг үүсгэдэг. Ийм бүлгүүдийн гишүүд ижил төстэй фенотипийн шинж чанарыг харуулдаг бөгөөд төрөл зүйлийн хязгаарлалт нь хэцүү байдаг. *E. faecalis* бүлэгт *E. faecalis* багтдаг. *E. avium* бүлэгт *E. avium* багтдаг. *E. faecium* бүлэгт *E. faecium*, *E. durans*, *E. hirae* зэрэг бусад зүйл багтдаг. *E. gallinarum* бүлэгт *E. gallinarum* [64,71] багтдаг.

Most species are part of the intestinal flora of mammals, reptiles, birds, and other animals. In the human digestive tract, *E. faecalis* is the prevailing species, although in particular situations, *E. faecium*

may predominate. In poultry, *E. cecorum*, *E. durans*, *E. faecalis*, *E. faecium* and *E. hirae* and dominate the intestinal flora [64,71].

Ихэнх зүйлүүд нь хөхтөн амьтад, мөлхөгчид, шувууд болон бусад амьтдын гэдэсний ургамлын нэг хэсэг юм. Хүний хоол боловсруулах замд *E. faecalis* нь зонхилох зүйл боловч зарим тохиолдолд *E. faecium* давамгайлж болзошгүй юм. Шувууны аж ахуйд *E. cecorum*, *E. durans*, *E. faecalis*, *E. faecium*, *E. hirae* зэрэг нь гэдэсний ургамалд зонхилдог [64,71].

Энтерококкийг эмнэлэг дотор болон бусад халдвараас голчлон шээсний замын болон шархны халдвар, бактериеми, эндокардит зэргээс тусгаарлах нь улам бүр нэмэгдсээр байна [64,71].

Энтерококкийг зөвхөн ургамлын микрофлорын түр зуурын хэсэг гэж үздэг боловч оновчтой нөхцөлд эсүүд гадаргуу дээрээ үрждэг. *E. casseliflavus*, *E. faecalis*, *E. faecium*, *E. hirae*, *E. mundtii*, *E. sulfureus* зэрэг ургамлуудаас тусгаарлагдсан байдаг. Тэд ерөнхийдөө нахиа, навчнаас илүүтэйгээр цэцэгнээс тусгаарлагддаг [64,71].

Хүрээлэн буй орчны дээжинд (бордоо, бохирын ус, хур тунадас, давсны уусмал, усан бассейн ус) Пинто нар. [72] *E. casseliflavus*, *E. durans*, *E. faecalis*, *E. faecium*, *E. gallinarum*, *E. hirae*-г тусгаарласан гэж мэдээлсэн. *E. durans*, *E. faecium*, *E. hirae* нарыг боомтын хурдаснаас бусад бүх эх үүсвэрээс тусгаарласан. *E. raffinosus* нь зөвхөн ялзмагийн болон усан бассейны уснаас тусгаарлагдсан байв. *E. faecalis* ба *E. faecium* нь энтерококкийн омгийн дийлэнх хувийг эзэлж байв.

Enterobacteriaceae-ийн гишүүн *Escherichia* нь лактозыг исгэдэг оксидаз сөрөг каталаза эерэг шулуун саваа хэлбэрийн нян юм. Метил-Улаан сорилын эсүүд эерэг, харин Вогес-Проскауэрын шинжилгээнд сөрөг байдаг. Эсүүд цитрат хэрэглэдэггүй, H_2S эсвэл липаза үүсгэдэггүй, мочевиныг гидролиздүүлдэггүй [73]. *E. coli* бол хүн, амьтны гэдсэнд байдаг бактерийн байгалийн ба нянгийн чухал хэсэг юм. Ихэнх *E. coli*-ийн омог нь эмгэг үүсгэдэггүй бөгөөд бүдүүн гэдсэнд хоргүй байрладаг. Гэсэн хэдий ч зарим серотипүүд нь шээсний замын халдвар гэх мэт гэдэсний болон гэдэсний гаднах өвчинд тодорхой үүрэг гүйцэтгэдэг [43]. Австралийн хөхтөн амьтдын ялгадасанд агуулагдах гэдэс дотрын бактерийг судлахдаа Гордон, ФитцГиббон нар [74] судалгаанаас харахад *E. coli* бол судлагдсан нянгийн зүйлийн бараг тэн хагасаас ялгагдсан хамгийн түгээмэл зүйл байсан.

Enterobacteriaceae-ийн гишүүн *Citrobacter* нь хөдөлгөөнт шулуун саваа юм. Метил-Улаан сорилд эсүүд нь оксидаз-сөрөг, каталаз-эерэг, эерэг байдаг. Эсүүд цитрат хэрэглэдэг, Вогес-Проскауэрын сорилд сөрөг нөлөөтэй бөгөөд лизин декарбоксилат биш юм [73].

Австралийн хөхтөн амьтдын ялгадасанд агуулагдах гэдэс дотрын бактерийг судлахад Гордон, ФитцГиббон нар [74] нь *C. amalonaticus*, *C. freundii*, *C. koseri* (*C. diversus*) -ийг тусгаарласан гэж мэдээлсэн. Цитробактерийн төрөл зүйлийг эмнэлзүйн янз бүрийн цэгээс тусгаарлаж болно. Тодруулбал, *C. freundii* бол хүний гэдэсний гэдэсний оршин суугч бөгөөд заримдаа энтеротоксиныг бий болгож улмаар гэдэсний эмгэг төрүүлэгч болох чадвартай байдаг. Цитробактер нь ус, бохир ус, хөрс, хоол хүнс зэрэг орчинд тохиолддог гэж мэдээлсэн [75,76].

Клебсиелла ба Раултелла бол капсулаар хүрээлэгдсэн энтеробактери, оксидаз сөрөг каталаза эерэг хөдөлгөөнгүй шулуун саваа юм. Эсүүд декарбоксилатын лизин боловч орнитин ба аргинин дигидролаза сөрөг байдаг. Эсүүд KCN дээр ургадаг, H_2S үүсгэдэггүй, ихэнх нүүрс усыг исгэдэг [73].

Хүмүүст *K. pneumoniae* нь хамрын хөндий ба гэдэсний хэсэгт харилцан адил байдаг. *Klebsiella spp.* хүний өвчин үүсгэдэг, гэдэс, шээс, амьсгалын замын шинж тэмдэггүй колоничлолоос эхлээд үхлийн аюултай септицеми хүртэл. Клебсиелла нь ихэвчлэн эмнэлэг доторх эмгэг төрүүлэгчид гэж тооцогддог. *K. pneumoniae* ба *Enterobacter aerogenes* (*K. mobilis*) ихэвчлэн оролцдог боловч *K. oxytoca*, *R. planticola*, ховор тохиолдолд *R. terrigena*-г олж болно. Эмнэлэгт *K. pneumoniae*-ийн гол усан сан нь өвчтөнүүдийн ходоод гэдэсний зам юм. Үндсэн векторууд нь боловсон хүчний гар юм [77,78]. Австралийн хөхтөн амьтдын ялгадасанд агуулагдах гэдэс дотрын бактерийг судлахад Гордон, ФитцГиббон нар [74] *K. pneumoniae* ба *K. oxytoca*-ыг тусгаарласан гэж мэдээлсэн.

Klebsiellae нь хаа сайгүй тархдаг. Эдгээр нь хөрс, ургамал, ус зэрэг хүрээлэн буй орчны янз бүрийн нөхцөл байдалд илэрсэн бөгөөд тэдгээр нь олон биохимийн болон геохимийн процесст нөлөөлдөг.

ургамлын гаралтай бүтээгдэхүүн, шинэхэн ногоо, элсэн чихэр, хүчил ихтэй хоол хүнс, жүржийн жүүс хөлдөөсөн баяжмал, чихрийн нишингийн хаягдал, амьд мод, ургамал, ургамлын гаралтай дайвар бүтээгдэхүүн. Эдгээр нь ихэвчлэн мод, үртэс, целлюлоз, цаасны үйлдвэрүүд, нэхмэлийн эцсийн үйлдвэрүүдээс үйлдвэрлэлийн бохир ус хүлээн авдаг устай холбоотой байдаг (доороос харна уу). *Klebsiella pneumoniae*, *K. oxytoca*, *R. planticola* нь бүгд динитрогенийг бэхлэх чадвартай байдаг [77,78].

Enterobacteriaceae-ийн гишүүн *Enterobacter* нь хөдөлгөөнт шулуун саваа юм. *Voges-Proskauer* тестийн VP болон Симмонсын цитрат агард эсүүд эерэг байдаг. Эсүүд нь декарбоксилат лизин үүсгэдэггүй, харин ornithine эерэг байдаг. Малонатыг ихэвчлэн хэрэглэдэг бөгөөд желатиныг аажмаар шингэрүүлдэг. Эсүүд H₂S, дезоксирибонуклеаз, липаза үүсгэдэггүй [73].

Австралийн хөхтөн амьтдын ялгадасанд агуулагдах гэдэсний бактерийг судлахад Гордон, ФитцГиббон нар [74] *Enterobacter cloacae subsp.*-ийг тусгаарласан гэж мэдээлсэн. *cloacae* (*E. cloacae*), *E. cancerogenus* (*E. tayloae*) ба *E. aerogenes* (*Klebsiella mobilis*).

Антибиотикийг өргөнөөр хэрэглэхээс өмнө *Enterobacter*-ийн төрөл зүйл нь эмгэг төрүүлэгч гэж ховор олддог байсан бол одоо эдгээр организмууд улам бүр нэмэгдэж, шээсний замын халдвар, бактериEMI зэрэг доторхи халдварыг үүсгэдэг. Нэмж дурдахад эдгээр нь үе үе олон нийтийн дунд халдвар үүсгэдэг [79,80].

АНУ-д тархвар судлалын ач холбогдол бүхий эмгэг төрүүлэгчдийг хянах, хянах төслийн хүрээнд 1995-2002 онуудад эмнэлэг доторх цусны урсгалын 24,179 халдварыг шинжлэв. Энтеробактерийн төрлүүд нь *Pseudomonas aeruginosa*-ийн ард хоёрдугаарт бичигдсэн грам сөрөг организм байв. Хоёр бактери нь тус бүрдээ эрчимт эмчилгээний тасагт байгаа цусны халдварын 4.7% -ийг эзэлж байгааг мэдээлсэн. Энтеробактерийн төрөл зүйлүүд нь эрчимт эмчилгээний бус тасагт цусны урсгалын халдварын 3.1% -ийг эзэлж байв. АНУ дахь эрчимт эмчилгээний 'өвчтөнүүдээс цуглуулсан 75,000 грам сөрөг организмын 1993-2004 оны хооронд энтеробактерийн төрөл нь изолятын 13.5% -ийг бүрдүүлжээ. Олон эмэнд тэсвэртэй болох нь цаг хугацаа өнгөрөх тусам нэмэгдсэн, ялангуяа *E. cloacae*-ийн халдварын үед [81].

АНУ-д Эрүүл мэндийн аюулгүй байдлын үндэсний сүлжээ 2006-2007 оны хооронд эрүүл мэндийн тусламж үйлчилгээтэй холбоотой халдварын талаар хийсэн судалгааг мэдээлэв. Тэд энтеробактерийн төрлийг эрүүл мэндтэй холбоотой халдварын хамгийн түгээмэл шалтгаан болох наймдугаарт (нийт халдварын 5%), дөрөвдүгээрт хамгийн түгээмэл тархсан болохыг тогтоов. эдгээр халдварын грам сөрөг шалтгаан [82].

Enterobacter cloacae subsp. cloacae (*E. cloacae*) нь хүн, амьтны гэдэсний зам, эмнэлгийн орчин, арьс, ус, бохир ус, хөрс, маханд тохиолддог. Азотыг тогтоодог омгийг цагаан будааны ургамлын үндэснээс тусгаарласан. *E. amnigenus* нь ихэвчлэн уснаас тусгаарлагдсан байдаг боловч зарим омгийг амьсгалын зам, шарх, ялгадсын эмнэлзүйн сорьцоос тусгаарласан байдаг. *E. asburiae*-ийн омгийг эмнэлзүйн сорьцоос ихэнхдээ шээс, амьсгалын зам, ялгадас, шарх, цуснаас тусгаарласан [79,80].

ялгадасын нянгийн хэрэглээний гарал үүсэл

Түүхээс харахад ялгадсын бохирдлын үзүүлэлтийг боловсруулж, ашиглах нь 19-р зууны сүүлээс 20-р зууны эхэн үеэс эхэлдэг. 1880 онд фон Фриц *Klebsiella pneumoniae* ба *K. pneumoniae subsp.*-ийн талаар тайлбарлав. *rhinoscleromatis* (*Klebsiella rhinoscleromatis*) нь хүний ялгадасанд агуулагддаг бичил биетэн юм [83]. 1885 онд Эшерих хэд хэдэн бичил биетнийг дүрслэв нярай болон хөхүүл хүүхдүүдийн ялгадас. Үүнд сүүний өтгөрөлтийг үүсгэдэг хөдөлгөөнтэй, саваа хэлбэртэй бичил биетэн багтсан бөгөөд —*Bacterium coli Commune* гэж нэрлэжээ. Тэрбээр төрснөөс хойш хэдэн долоо хоногийн дараа энэ бактери нь нялхсын бүдүүн гэдсэнд зонхилох организм болж байгааг ажигласан [6]. Мөн 1885 онд Перси, Грейс Франклэнд нар Роберт Кох'-ийн хатуу желатин орчинг ашиглан бактери тоолох зорилгоор Лондонд усны анхны тогтмол бактериологийн

шинжилгээ хийж эхэлсэн [83]. 1891 онд Перси, Грейс Франклэнд нар бохир усны шинж чанартай организмыг тодорхойлж, аюултай бохирдлыг нотлох баримтыг бүрдүүлэх ёстой гэсэн санааг дэвшүүлжээ [83]. 1892 онд Шардингер —Бактери коли the нь ялгадсын ургамлын өвөрмөц бүрэлдэхүүн хэсэг байсан тул усанд агуулагдах нь ялгадсын бохирдол байгаа тул гэдэс дотор эмгэг үүсгэгч байж болзошгүйг илтгэнэ гэж санал болгов [6]. —Bacterium colil-ийг тайлбарласны дараа удалгүй бусад бактериудыг баас, уснаас ялгаж авав - 1882 онд Klebsiella, 1890 онд Enterobacter [6]. 1893 он гэхэд ариун цэврийн бактериологчид усны дээжийг лакмус лактоз агар дээр шууд өнгөлөх замаар "Бактери коли" -г тоолох —Вурцын аргыг ашиглаж байв. Энэ нь оношлогооны шинж чанар болох лактозоос хүчил ба хий ялгаруулах (Durham хоолойгоор илрүүлсэн) гэсэн ойлголт дээр үндэслэсэн байв.

1905 онд Макконки цөсний давсанд тэсвэртэй лактоз-исгэх бактерийг оношлох оношлогоо хийдэг, одоо алдарт МакКонкейн шөлөө дүрсэлжээ. Колиформыг аль хэдийн олон янзын ялгадас бүхий организм гэж үздэг байсан бөгөөд ихэнх нь ялгадаснаас гардаггүй байв. "Бактери коли" нь бусад өтгөн хэлбэрт ороогүй байхад ялгадас ихтэй байсан гэсэн шүүмжлэлтэй ажиглалтын гарал үүслийг 1907 онд Винслоу, Вокер нар нэхэмжилж болно [83].

Колиформын төрөл бүрийн ангиллын схемүүд гарч ирэв. Хамгийн эрт нь 1909 онд MacConkey-ийн 128 өөр колиформ хэлбэрийг хүлээн зөвшөөрсөн бол Бергей, Дихан нар 1908 онд 256. 1920-иод оны эхээр колиформыг ялгах нь индолын үйлдвэрлэл, желатин шингэрүүлэх, сахарозын исгэх болон Voges-Проскауэрийн урвал нь ялгадсын бохирдлыг тодорхойлох хамгийн чухал туршилтуудын нэг байсан гэж үзсэн хэд хэдэн хамааралтай болжээ. Эдгээр хөгжил IMViC (Indole, Methyl Red, Voges – Proskauer and Citrate) гэсэн ялгадастай колиформ, хөрсний колиформ ба завсрын гэж нэрлэгддэг туршилтаар өндөрлөв [83].

Ялгадасны индикатор бактери

Колиформууд буюу Нийт гэдэсний савханцарын бүлгийн бактер

Нийт колиформууд нь грам-сөрөг, оксидаз-сөрөг, спор үүсгэдэггүй саваа бөгөөд цөсний давс, угаагч бодис бүхий орчинд 48 цагийн дараа лактозыг 35-37 ° C-д хийн ялгаруулалттай исгэдэг [1,4,6,57,84]. Колиформын туршилтыг орчны устай хамт хийхэд Enterobacteriaceae дөрвөн төрөл Escherichia, Klebsiella, Enterobacter, Citrobacter-ийн хэд хэдэн зүйл эерэг үр дүн өгдөг тул энэ тодорхойлолтын дагуу колиформ юм. Гэсэн хэдий ч эдгээр текстийг дурьдсанчлан эдгээр дөрвөн удмын байгаль орчны ач холбогдол нь хоорондоо маш ялгаатай юм. Тиймээс колиформын нийт тоо нь ялгадсыг бохирдуулах хэмжүүр биш бөгөөд энэ шалтгаантай ямар ч холбоогүй байж болно [1,4,6,84].

Ялгадасны колиформыг (эсвэл термотолерант колиформ) уламжлал ёсоор цөсний давстай орчинд 44.5 ° C-д лактозыг исгэдэг колиформ гэж нэрлэдэг [1,4,57,84]. Туршилтын журмаар илрүүлсэн зүйлийн төрөл зүйл нь нийт колиформынхаас хамаагүй бага байна. Байгаль орчны бохирдолтой усны хувьд зөвхөн E. coli, K. oxytoca, K. pneumoniae нар туршилтанд эерэг үр дүн өгсөн [85].

Нийт ба ялгадасын колиформын уламжлалт туршилтыг олон хоолойгоор исгэх арга буюу мембранаар шүүх замаар явуулдаг. Олон хоолойтой исгэх арга техник нь дунд буюу хэт бохирдсон усанд, бага буюу маш бага бохирдолтой мембранаар шүүх. Мембранаар дамжуулан шүүх нь маш мэдрэмтгий арга бөгөөд 500 (эсхүл 1000 мл) усанд нэг (өсгөвөрлөх боломжтой) эсийг илрүүлж чаддаг. Гэсэн хэдий ч энэ хоёр аргыг хэрэгжүүлэхэд хэд хоногийн хугацаа шаардагдах бөгөөд амьдрах чадвартай боловч өсгөвөрлөх чадваргүй бактерийг илрүүлдэггүй [3,57,86]. Эдгээр хязгаарлалтууд нь өөр, илүү хурдан бөгөөд боломжтой бол хуурамч сөрөг үр

дүнд бага өртөмтгий, тухайлбал амьдрах чадвартай боловч өсгөвөрлөх боломжгүй бактерийн нөлөөг өдөөж өгдөг.

Bacteria-D-галактозидазын идэвхжилийг (37 0C-т) илрүүлэх нь ихэвчлэн хүрээлэн буй орчны усан дахь нийт колиформын сайн шинж тэмдэг болдог, учир нь эдгээр бактерийн ихэнх нь энзим шинж чанарыг харуулдаг [1,3,57,87-91]. Ихэнх *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Raoultella* омгуудад галактозидаз байдаг. Хафния, Сerratия, Ерсиния нар энэ ферментийн идэвхийг эзэмшдэг. Ихэнх *Proteus*, *Salmonella*, *Edwardsiella* омгуудад β-галактозидаза илэрдэггүй [92-95]. Са Хүрээлэн буй орчноос тусгаарлагдсан колиформ омгийн 10% нь идэвхтэй формик гидрогенолязгүй (CO₂ үүсэхтэй хамт хагардаг) тул уламжлалт арга техникээр тогтоогдоогүй хий үүсгэдэггүй боловч β-галактозидазын идэвхжилийн шинжилгээгээр илрүүлдэг. [57,96,97].

β-галактозидаз нь лактозыг глюкоз ба галактозоор задалдаг бөгөөд үүнийг XGAL (5-бромо-4-хлоро-3-индол-) зэрэг ферментийн үйлчлэлээр өнгө өгдөг эсвэл флюоресцент маркер ашиглан илрүүлдэг.

β-галактопиранозид) ба ONPG (О-нитрофенил-β-D-галактопиранозид) эсвэл MUGAL (4-метилумбеллиферил-β-D-галактопиранозид) тус тус тус тус хамаардаг [57,96,97].

Байгаль орчны усанд *Aeromonas* эсвэл *Vibrio cholerae* байгаа нь β-D-галактозидазын шинжилгээнд хуурамч эерэг эх үүсвэр болдог, учир нь эдгээр бактери нь галактозидазтай боловч колиформ биш юм [93,95,96,98]. Үүн дээр тусгай орчинд β-галактозидазын идэвхжил нь *E. coli* зэрэг зарим бактериудад хэт ягаан туяагаар өдөөгдсөн ферментийн идэвхжилийн улмаас нийт колиформын өндөр тоог нарийн тогтоох боломжтой [86].

V-D-глюкуронидазын идэвхжилийг (44.5 ° C-т) илрүүлэх нь ерөнхийдөө бохирдсон усан дахь өтгөн колиформын сайн шинж тэмдэг бөгөөд *E. coli*-ийн хувьд маш тодорхой шинж чанартай байдаг [13,85,87-91,97,99-101]. Грам сөрөг бактериудад энэ ферментийн идэвхжил ихэнх *E. coli* омог болон зарим *Salmonella*, *Shigella* омгуудад илэрдэг [92-95,97,102]. *Aeromonas*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, non-*coli* *Escherichia*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Serratia*, *Vibrio*, *Yersinia*, болон ихэнх *Salmonella* омгуудад β-глюкуронидазын идэвхжил илэрдэггүй [93-95,101,102].

β-D-глюкуронидазын идэвхжилийг ферментийн үйлчлэл хийсний дараа өнгийг өөрчилдөг өнгөт эсвэл флюоресцент маркерууд ашиглан илрүүлэх боломжтой, тухайлбал XGLUC (5-бромо-4-хлоро-3-индоксил-β-D-глюкуронид), IBDG (индоксил-β) -глюкуронид), мөн MUGLU (4-метилумбеллиферил-β-D-глюкуронид) тус тус орно [57,97,100].

Бактероид, Флавобактериум, Стафилококк, Стрептококкийн зарим омгуудад анаэроб коринебактери ба Клостридийд энэ фермент байгаа нь мөн мэдээлэгдсэн байдаг [93,95-97,102]. *E.-D-глюкуронидазын дараа E. coli* (*Bacteroides*, *bifidobacteria*, *clostridia*, *enterococci* and *Lactobacillus*) бусад ялгадасын нянгийн идэвхжил маш хязгаарлагдмал байдаг [61]. Эдгээр бүх глюкуронидазын эерэг бактери нь өтгөн колиформын шинжилгээнд хуурамч эерэг илрүүлэлтэд хүргэж болзошгүй боловч хүрээлэн буй орчны бохирдсон усны туршилтын үр дүн нь уламжлалт арга техникийг ашиглан ялгадас колиформ илрүүлэх ба глюкуронидазын шинжилгээний хооронд ихээхэн хамааралтай болохыг харуулж байгаа нь хуурамч эерэг шинж чанар нь тийм ч чухал биш болохыг харуулж байна [85, 96].

Нийт колиформ ба өтгөн колиформыг ферментийн аргаар илрүүлэх нь уламжлалт аргаас хамаагүй бага цаг хугацаа шаарддаг. Флюоресцент маркер ба спектрофлуориметрийн тусламжтайгаар колиформ илрүүлэх ажлыг минутын дотор хийж болно [57,101]. Гэсэн хэдий ч бага бохирдолтой ус, ферментийн аргаар колиформ эсийг илрүүлэх боломжгүй байж магадгүй юм. Үүнээс гадна глюкуронидазын идэвхжилийг онлайнгаар хянах нь одоогоор *E. coli*-ийн

өсгөвөрт суурилсан илрүүлэлтийг орлоход хэтэрхий мэдрэмжгүй байна. Гэсэн ч online ферментийн аргууд нь өндөр нарийвчлалтай хянахад чухал нэмэлт хэрэгсэл болж чадна. Онлайн шугаман дахь глюкононидазын аргуудын мэдрэмтгий, илрүүлэх хязгаарыг сайжруулахын тулд илүү их судалгаа хийх шаардлагатай байна.

Leclerc et al. [103] колиформуудын хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх олон янзын үүрэг, нийт колиформ ба ялгадсын колиформын туршилтуудын бодит утгыг тодруулсан. Enterobacteriaceae нь хүрээлэн буй орчинд маш өөр үүрэг гүйцэтгэдэг гурван бүлгийн бактериудыг хамардаг болохыг харуулсан болно. I бүлэг зөвхөн *E. coli*-тэй байсан. Энэ зүйл нь ихэвчлэн энэ орчноос гадуур удаан хугацаанд амьдрах чадваргүй байдаг тул (10-р сэдвийг үзнэ үү) энэ нь ялгадсын бохирдлыг (амьтан, хүний аль алинд нь) сайн, найдвартай үзүүлэлт гэж үздэг байв. Хоёрдугаар бүлэг, ubiquitous бүлэг нь *Klebsiella* (*K. pneumoniae* ба *K. oxytoca*), *Enterobacter* (*Enterobacter cloacae* subsp. *Cloacae*, *E. aerogenes*), *Citrobacter* (*C. amalonaticus*, *C. koseri*, *C. freundii*) гэсэн хэд хэдэн зүйлийг хамарсан.). Эдгээр бактери нь амьтан, хүний гэдэс дотор төдийгүй хүрээлэн буй орчинд амьдардаг бөгөөд хөрс, бохирдсон ус, ургамлаас амархан тусгаарлагддаг. Тэд бохирдсон усанд байгаа нь ялгадсын бохирдлыг илтгэх албагүй. Эцэст нь III бүлэгт *Raoultella planticola*, *R. terrigena*, *Enterobacter amnigenus* ба *Kluyvera intermedia* (*Enterobacter intermedius*), *Serratia fonticola*, *Budvicia*, *Buttiauxella*, *Leclercia*, *Rahnella*, *Yersinia*, Эрвиния, *Pantoea* нарын ихэнх төрлүүд багтжээ. Эдгээр бактери нь цэнгэг ус, ургамал, жижиг амьтдад амьдардаг. Тэд 4 ° C-т ургадаг боловч 41 ° C-т өсдөггүй. Эдгээр нь өтгөн ялгадасын үзүүлэлт биш боловч нийт колиформын тестээс илрэх боломжтой юм. Леклерк нар. (1) энтеробактери дахь *E. coli* бол хүрээлэн буй орчны усан дахь ялгадсын бохирдлын цорын ганц үнэн, найдвартай үзүүлэлт юм; (2) өтгөний бохирдолтой ямар ч холбоогүй бактерийг илрүүлж чаддаг тул уламжлалт колиформын нийт тестээс татгалзах хэрэгтэй. (3) ялгадсын колиформыг илрүүлэх ажлыг 44.5 0C-т хийж, *K. pneumoniae* гэх мэт хуурамч эерэг шинж чанаруудыг хасахын тулд зүйлийн түвшинг тодорхойлж эерэг үр дүнг баталгаажуулна.

Өтгөний стрептококк нь ялгадсын бохирдлын уламжлалт үзүүлэлтэд багтдаг. Өтгөний стрептококк нь цөсний давс, натрийн азид агуулсан орчинд 35 0C-т ургадаг грам эерэг, каталаз сөрөг, спор үүсгэдэггүй коккууд юм. Эсүүд эскулиныг гидролизд оруулдаг [1,4,57]. Азид бол амьсгалын гинжин хэлхээний хүчтэй дарангуйлагч юм. Стрептококк нь амьсгалын гинжин холбоогүй цөөхөн бактерийн нэг тул шинжилгээ нь энэ бүлэгт маш өвөрмөц бөгөөд хуурамч эерэг зүйл ховор тохиолддог [104,105].

Өтгөн энтерококк (*E. faecalis*, *E. faecium*, *E. avium* ба *E. gallinarum*) нь 45.5C-т 6.5% NaCl байлцуулан ургадаг өтгөн стрептококк юм. Сонгомол зөөвөрлөгч нь энтерококкийг бусад стрептококкоос ялгахын тулд эдгээр онцлог шинж чанарыг ашигладаг [104,105].

Хүн ба амьтны (үхэр, тахиа, буга, нохой, шувуу, галуу, гахай) ялгадасын бичил биетний найрлагын талаар хэд хэдэн судалгаагаар [104,106] мэдээлсэн болно. *E. faecalis*, *E. faecium* нь хүн, амьтны ялгадасанд агуулагддаг байв. Гэсэн хэдий ч хүний ялгадас нь зөвхөн энэ хоёр энтерококктой байдаг бол амьтанд *E. avium*, *E. cecorum*, *E. durans*, *E. gallinarum*, *E. hirae* гэх мэт бусад зүйлүүд зэрэгцэн тохиолддог. Нохой, тахианы ялгадсаар бохирдох магадлал багатай хот суурин газарт хүний ялгадсыг бохирдуулагч хамгийн сайн үзүүлэлт бол *E. faecalis* гэсэн дүгнэлт гарсан.

Гэдэсний энтерококкийн бүлгийг ялгадсын бохирдлын индекс болгон ашиглаж ирсэн. Хүний ялгадасаар гэдэсний энтерококкийн тоо ерөнхийдөө *E. coli*-ийн хэмжээнээс доогуур байдаг (Хүснэгт 6). Ихэнх зүйлүүд хүрээлэн буй орчны усанд ургадаггүй. Энэ орчинд өтгөн энтерококк нь удаан хугацаагаар амьдрах чадвартай, хатах, хлорлоход илүү тэсвэртэй байдаг.

Фермийн болон гэрийн бүлээн цуст амьтдын ялгадас дахь бактери

Animal	Log ₁₀ cells/g wet weight feces		
	Fecal coliforms	Fecal streptococci	<i>Clostridium perfringens</i>
Chicken	5.4	6.1	2.3
Duck	7.5	7.7	-
Horse	4.1	6.8	< 0
Pig	6.5	7.9	3.6
Sheep	7.2	7.6	5.3
Turkey	5.5	6.4	-
Cat	6.9	7.4	7.4
Dog	7.1	9.0	8.4

Гэсэн хэдий ч энтерококкийн процедураас олж авсан үр дүнг усны шинжилгээнд тайлбарлахдаа болгоомжтой хандах хэрэгтэй. Энтерококк ба бусад бүлгийн D-стрептококк нь олон төрлийн хоолонд, ялангуяа амьтны гаралтай хоолонд байдаг. *E. faecalis* ба *E. faecium*-ийн тусгаарлалтыг хоол хүнсээр ялгадасаар бохирдуулж байгааг харуулсан болно. Гэсэн хэдий ч энтерококкийг одоо хүнсний микрофлорын ердийн хэсэг гэж үздэг бөгөөд зөвхөн эрүүл ахуйн шаардлага хангаагүй үзүүлэлт юм [104]. Нэмж дурдахад, хөдөө аж ахуйн хөрс, бууц нэмсэн ургац нь энтерококкийг агуулдаг [105].

Индикатор тооны үзүүлэлтүүдийн хоорондын харьцааг ашиглах

Өтгөн колиформын тоо ба ялгадсын стрептококкийн харьцааг хүн ба амьтны гаралтай бохирдлыг ялгах арга хэрэгсэл болгон санал болгосон. 4-ээс дээш харьцаатай нь хүний эх үүсвэрийг зааж өгдөг бол 0.7-аас бага харьцаа нь амьтны гаралтай болохыг харуулдаг байна. Энэ нь хүний ялгадас дахь стрептококкийн агууламж ерөнхийдөө колиформоос бага байдагтай холбоотой юм (Хүснэгт 6). Үүний эсрэгээр, амьтны ялгадаст стрептококк нь ерөнхийдөө ялгадасын колиформоос их байдаг (Хүснэгт 7). Хотын бохир усны хувьд ялгадасын стрептококк нь ялгадасын колиформоос 10-100 дахин бага концентрацтай байх хандлагатай байдаг [65].

Гелдрейх [107] өтгөн колиформын талаархи мэдээллийг халуун цуст амьтдын ялгадас дахь өтгөний стрептококкийн харьцаагаар нэгтгэн дүгнэж, дараахь утгыг мэдээлэв: хүний ялгадас, 4.3; үхэр, хонь, шувуу, 0.104-ээс 0.421 хүртэл; ба зэрлэг амьтад (туулай, хээрийн хулгана, чипмунк, шувуу орно), 0.0008 - 0.043. Зэрлэг амьтдын ялгадастай ялгадсын стрептококкийн ялгадастай колиформ нь гэрийн малынхаас дор хаяж 10 дахин бага харагдаж байна.

Доран, Линн нар [108] гурван жилийн хугацаанд хянаж үзсэн зүүн Небраска (АНУ) дахь үхэр тугал бэлчээрээс урсацын судалгааг хийсэн тухай мэдээлэв. Бэлчээрийн урсац дахь өтгөн колиформыг ялгадсын стрептококкийн харьцаатай харьцуулах нь үхэр, ан амьтны харьцангуй хувь нэмрийг тодорхойлох, үхрийн менежмент, тархалтын урсацын усны чанарт үзүүлэх нөлөөллийг үнэлэхэд чухал ач холбогдолтой гэж дүгнэсэн.

0.05-аас доош харьцаа нь зэрлэг ан амьтдын эх үүсвэрийг илэрхийлж байсан бол 0.1-ээс дээш харьцаа нь бэлчээрийн үхрийн шинж байв. 1-ээс дээш хэмжээтэй үхрийн шингэрүүлсэн хог хаягдлын ялгадсын стрептококкийн харьцаатай ялгадас колиформыг ялгадсаар өссөний үр дүн, ялгадас колиформ ба ялгадсын стрептококкийн хоорондох үхлийн үр дүн гэж тайлбарлав. 0.7-оос 4.0-ийн хоорондох харьцаа нь дээж авах эсвэл гадагш гарах цэгийн ойролцоо үхэр нутагшуулах нөхцөл байдлыг илэрхийлж болно.

Гэхдээ энэ харьцааг тайлбарлахдаа болгоомжтой хандах хэрэгтэй. Өтгөн бохирдуулагч эх үүсвэрээс цаг хугацаа, зайны харьцаа өөрчлөгдсөн нь ажиглагдсан. Энэ нь гадаргын болон гүний усанд ялгадсын колиформоос илүү ялгадсын стрептококк илүү тогтвортой байдагтай холбоотой юм. Тиймээс бохирдлын цэгээс алслагдсан зай нэмэгдэж, цаг хугацаа өнгөрөх тусам бохирдлын эх үүсвэрийн шинж чанар өөрчлөгдөхгүйгээр харьцаа буурах хандлагатай байна [65]. Эдгээр шалтгааны улмаас энэ харьцааг зарим зохиогчид бохирдлын эх үүсвэрийг тодорхойлоход ашиггүй гэж хэтэрхий найдваргүй гэж үзсэн [65,84].

Өтгөн энтерококк ба өтгөний стрептококкийн харьцаа нь сээр нуруутан амьтдын хувьд ялгаатай байдаг. Хүмүүс энтерококкийн давамгайлж байдаг бол амьтад стрептококкийг их хэмжээгээр агуулдаг. Гэсэн хэдий ч энтерококк нь амьтанд бас байдаг бөгөөд хүрээлэн буй орчинд бусад ялгадасын стрептококкоос илүү тогтвортой байдаг тул бохирдсон усанд агуулагдах энтерококк ба стрептококкийн зүйлийг тодорхойлох бөгөөд энэ харьцааг хавсарч тооцох нь ерөнхийдөө найдваргүй гэж үздэг. ялгадсын бохирдлын эх үүсвэр [65].

Коллиформ ба энтерококкийн хязгаарлалтыг ялгадсын бохирдлын үзүүлэлт болгон тооцдог Мөөгөнцрийн бохирдлыг үнэлэхдээ нийт ба ялгадасын колиформ ба энтерококкийг тодорхойлох нь ашиггүй болох туйлын тохиолдлыг целлюлоз, цаасан тээрмийн бохир усны микробиологи судалж буй хэд хэдэн зохиогчид нотолж байна.

Капленас, Канарек нар [109] Висконсин (АНУ) -т байрладаг целлюлоз, цаасны үйлдвэрүүдийн талаар хийсэн судалгааг мэдээлсэн. Цэвэр усны хангамж, тээрэм доторх дахин эргэлттэй ус, цэвэршүүлсэн бохир ус ба бохир усны хаягдлыг хүлээн авдаг усыг өтгөн колиформ ба Клебсиелла байгаа эсэхийг үнэлэв. Цэвэрлэхийн өмнөх бохир ус нь өтгөн колиформ ба Клебсиелла агуулсан байв. Өтгөн колиформын 84% хүртэл (шинжилгээний стандарт журмаар илрүүлсэн) үнэхээр *Klebsiella* байсан. Ариутгах татуургын бохир усны энэ хэмжээ 90% -д хүрсэн. Бохир усыг цэвэршүүлснээр "жинхэнэ" ялгадсын бактерийн бохирдлын концентрацийг бууруулсан боловч *Klebsiella* бохир усанд хурдацтай өссөн тул ялгадсын колиформын тоо өндөр байсан боловч жинхэнэ ялгадсаар бохирдсонгүй. *Klebsiella*-ийн эх үүсвэрийг тээрэмд целлюлозын эхний үе шатанд явуулсан. *Klebsiella* нь мод, холтос эсвэл хөрсний усан санг хадгалдаг. (1) *Klebsiella* нь целлюлоз, цаасны үйлдвэрийг боловсруулах үе шатанд хаа сайгүй тархдаг; ялгадас колиформыг тооцоолох стандарт журам нь эдгээр аж үйлдвэрүүдийн бохир усны микробиологийн чанарыг үнэлэхэд ашиггүй болно; (3) *E. coli*-ийн шинжилгээ нь өтгөн колиформ илрүүлэх процедурыг орлох ёстой.

Gauthier et al. [110], Готье, Арчибальд нар [58] Канадын Онтарио, Квебек хотод целлюлоз, цаас үйлдвэрлэдэг долоон үйлдвэрт хийсэн хоёр судалгааг мэдээлсэн. Нийт ба ялгадасын колиформ ба энтерококкийг бараг бүх био цэвэршүүлэлт, биосолид (лаг), үйлдвэр доторх усны системийн дээжээс илрүүлсэн. Тээрмийн дээжинд өтгөн колиформын дийлэнх хувийг (туршилтын стандарт журмаар илрүүлсэн) *K. pneumoniae*, *Raoultella terrigena*, *Raoultella planticola*, цөөнх нь *E. coli*-тай байв. Шалгасан долоон тээрмийн ихэнх дээжээс *E. faecalis*, *E. faecium* харьцангуй их хэмжээгээр илэрсэн.

Enterobacter spp гэх мэт колиформууд ба *Citrobacter freundii*-ийг үе үе нийт ба ялгадсын колиформын хоолойноос гаргаж авдаг. Дулааны ба рН-ийн нөхцлийг зөвшөөрсөн хоолой, танк, машин механизмд суурилуулсан биофильмүүд эдгээр бактерийн хамгийн их магадлалтай эх үүсвэр байв. Салмонеллийг илрүүлэх / тоолох хоёр бие даасан аргыг ашиглан хийсэн шинжилгээнд туршиж үзсэн таван тээрмийн лаг, эцсийн хаягдал уснаас сальмонеллын эс илрээгүй байна. Эдгээр тодорхой системийн хувьд нийт ба ялгадасны колиформ ба энтерококкийг тодорхойлох нь ямар ч ашиггүй бөгөөд бодит ялгадсын бохирдолттой ямар ч холбоогүй гэж дүгнэсэн. Эдгээр судалгаанууд нь шинжилгээнд эерэг үр дүн авчирч буй бактерийн шинж чанарыг шалгахын ач холбогдлыг харуулсан болно. *Escherichia* ба *Klebsiella* хоёулаа ялгадсын колиформын шинжилгээнд эерэг үр дүн өгч болох боловч экологийн утга нь эсрэг байна.

Ялгадсыг илрүүлэх колиформыг ашиглаагүйн бас нэг чухал тохиолдол бол 1993 онд Милуоки (АНУ) -д гарсан Криптоспоридиумын дэгдэлт байв.

Ходоод гэдэсний өвчин үүсгэдэг протозоан паразит болох криптоспоридиум парвум нь хүний болон амьтны ялгадаар ялгардаг ооцистыг залгих замаар дамждаг. Халдвар дамжих ердийн хэлбэрт хүнээс хүнд, амьтнаас хүнд, бохирдсон хоол хүнс эсвэл усанд хордсон байдал орно [111,112].

1990-2000 онд АНУ-д бохирдсон ундны устай холбоотой дор хаяж 10 криптоспоридиозын дэгдэлт бүртгэгдсэн байна. 1993 онд Милуоки мужийн ойролцоогоор 403,000 оршин суугчид (Висконсин, хүн ам, ойролцоогоор 1.61 сая) үр дүнгүй цэвэршүүлэх үйл явц явагдсанаас болсон хотын хоёр цэвэрлэх байгууламжийн нэг дэх *Cryptosporidium* ооцистыг хангалтгүй зайлуулахад хүргэсэн тул өвчтэй болжээ [111,112].

Энэ бол АНУ-ын түүхэнд тэмдэглэгдсэн хамгийн том усан халдвар юм. Ойролцоогоор хоёр долоо хоногийн хугацаанд хүмүүс өвчин үүсгэгчээс үүдэлтэй гэдэс базлах, халуурах, гүйлгэх, шингэн алдах өвчнөөр өвчилжээ. Өмнөдийн ус цэвэршүүлэх байгууламжаас орон сууцны ундны ус авч байсан хүмүүсийн талаас илүү хувь нь өвчилсөн нь орон сууцны ундны ус голчлон хойд нутгийн цэвэрлэх байгууламжаас ирсэн хүмүүсийн өвчлөлийн түвшингээс хоёр дахин бага байв. Энэ өвчний дэгдэлтээс 54 гаруй нас баралтыг ихэвчлэн ахмад настан, дархлаа султай хүмүүс, тухайлбал ДОХ-той өвчтөнүүд [111,112] эзэлж байна.

Микробиологийн усны стандарт шинжилгээ нь энэхүү шимэгчийг илрүүлэхэд үр дүнгүй байв. Үнэн хэрэгтээ 2-р сараас 4-р сар хүртэлх хугацаанд хоёр ургамлын цэвэршүүлсэн усны дээжүүд колиформд сөрөг нөлөө үзүүлэв. Бохирдлын гарал үүслийг Мичиган нуурын ус гэж тогтоосон. Криптоспоридиумын тодорхой эх үүсвэрийг хэзээ ч тогтоогоогүй боловч хаврын хэвийн бус ширүүн борооны урсац нь шимэгч хорхойг нуур руу дагуулж явсан байх магадлалтай [111,112].

Сульфит бууруулдаг кластридия, тухайлбал *Clostridium perfringens* нь спор үүсгэдэг Грам эерэг, хөдөлгөөнгүй, агааргүй, сульфит бууруулах саваа юм. *C. perfringens* нь зарим хүний амьтны ялгадас, нохой гэх мэт хүний ялгадаснаас бага, бусад олон халуун цуст амьтдын ялгадаснаас бага байдаг. Өтгөн ялгадасаар ялгардаг тоо нь ихэвчлэн *E. coli*-ээс хамаагүй бага байдаг.

Усанд хлор байгаа нь *E. coli*, *coliforms* зэрэг индикатор бактериудыг идэвхгүйжүүлдэг боловч хамгийн тэсвэртэй эмгэг төрүүлэгчдийг хэдэн цагийн турш бараг гэмтээлгүй үлдээдэг. Энэ нь усны шинжилгээ хийх үүрэг бүхий байгууллагуудад сөрөг колиформ ба *E. coli*-ийн сөрөг үр дүнг өгч аюулгүй байдлын хуурамч мэдрэмжийг бий болгодог. *Giardia* уйланхай, *Cryptosporidium* ооцист, хүний гэдэсний вирус зэрэг нь ариутгалын бодисыг эсэргүүцэх чадвар

өндөр бөгөөд тархалтын системийн бүрэн бүтэн байдал алдагдсан тохиолдолд нийгмийн эрүүл мэндэд томоохон эрсдэл үүсгэдэг. *S. perfringens* спор нь хлорын үлдэгдэл концентрацид бага нөлөөлдөг. Энэ бактерийн спорыг турших нь эмчилгээг үнэлэхэд аюулгүй байдлын нэмэлт хязгаарыг бий болгож магадгүй юм [114].

Өтгөн ялгадсыг үнэлэхэд ашигласан параметруудийн хоорондын хамаарал

Хүрээлэн буй орчны усанд хэд хэдэн судалгаагаар ялгадсын бохирдлын үзүүлэлтүүд ба индикаторууд ба эмгэг төрүүлэгч ходоод гэдэсний бактерийн хооронд ихээхэн хамааралтай болохыг тэмдэглэжээ.

Charriere et al. [115] Францын Нормандид гүний уст давхаргын ус (түүхий ус ба дамжуулсан хлоржуулсан ус) -ын талаар судалгаа хийсэн тухай мэдээлэв. Хэт их бохирдсон түүхий ус болон бага зэрэг бохирдсон цэвэршүүлсэн усанд өтгөн колиформ ба энтерококкууд хоорондоо харилцан уялдаатай байв.

Мартинс нар. [116] Бразилийн Сан-Паулу хотод нийтийн эзэмшлийн 60 усан бассейнуудад судалгаа хийснийг мэдээлэв. Нийт колиформ, өтгөн колиформ ба ялгадсын стрептококкийн түвшин нь усанд орох хүмүүсийн тоо, усны температур нэмэгдэхийн хэрээр хлорын хэмжээ буурахад буурсан байна. Эдгээр бүх үзүүлэлтүүд хоорондоо ихээхэн хамааралтай байв.

Фергюсон ба бусад. [117] Австралийн Сидней мужийн Жорж голд хийсэн судалгааг мэдээлэв. Усны баганад өтгөн колиформ, өтгөний стрептококк, *S. perfringens* спорын агууламж бүгд хоорондоо эерэг хамааралтай байв. *Salmonella spp*-ийн тусгаарлалт. хур тунадас, бохир ус халих үеэр хамгийн их давтагдав. Усны баганад өтгөний колиформын нягтрал 2000 CFU / 100 мл-ээс хэтэрсэн үед дээжийн 55% -д сальмонелла орсон байв.

Medema et al. [118] триатлоны тэмцээнд ихэвчлэн ашиглагддаг долоон өөр цэнгэг усны талбайн судалгааг мэдээлсэн. Сайтууд нь жижиг гол, суваг, нуур, боомт байсан бөгөөд бохир усны бохирдол, газар тариалангийн урсацын нөлөөнд автсан байв. Бүх триатлоны өгөгдлийг нэгтгэхэд өтгөн колиформ ба *E. coli*, *E. coli* ба ялгадсын энтерококк ба ялгадсын колиформ ба ялгадсын энтерококкийн геометрийн дундаж нягтрал хоорондоо харилцан уялдаатай байв.

Поло ба бусад. [119] Испанийн зүүн хойд хэсэгт орших 213 наран шарлагын газар, найман гол, 14 цэнгэг уснаас авсан усны дээжийг судалсныг мэдээлэв. Цэвэр ус болон их хэмжээний бохирдсон далайн усанд сальмонелла ба ялгадсын колиформууд хоорондоо харилцан хамааралтай байсан бол бага бохирдсон далайн усанд хамгийн их хамааралтай байдал нь сальмонелла ба ялгадсын стрептококкийн хооронд байв.

Бямукама нар. [99] Уганда улсын Накивубо сувгийн микробиологийн судалгааг мэдээлсэн. Энэ суваг нь түүхий бохир усыг ядуусын хороолол, үйлдвэрийн бохир ус, бохир ус цэвэрлэх байгууламж болон нядалгааны цогцолбороос гардаг. Түүвэрлэлтийн найман цэгээс авсан усыг нийт ба баасны колиформ, *E. coli* ба сульфит бууруулах клостридия байгаа эсэхийг үнэлэв. Микробиологийн бүх үзүүлэлтүүд хоорондоо ихээхэн хамааралтай байв.

Noble et al. [120] АНУ-ын Калифорнийн өмнөд эргийн дагуух 108 цэг дээр нийт колиформ, өтгөн колиформ ба энтерококкийг харьцуулан тодорхойлсныг мэдээлсэн. Уламжлалт ба ферментийн аргаар хийсэн үр дүнгүүд болон дээрх гурван үзүүлэлтүүд хоорондоо харилцан уялдаатай байв.

Харвуд ба бусад. [121] АНУ-ын бохир усны нөхөн сэргээлтийн зургаан байгууламжид хийсэн индикатор ба эмгэг төрүүлэгч бичил биетний талаар хийсэн судалгааг мэдээлэв. Ариутгасан бохир усны (сэргээгдсэн ус) сорьцын өгөгдлийг тусад нь (байгууламжаар), нэгтгэсэн мэдээллийн багц хэлбэрээр (бүх байгууламжид) дүн шинжилгээ хийсэн. Нийлсэн өгөгдлийн багцад организмын индикаторын концентрацийн хооронд ихээхэн хамаарал ажиглагдсан, тухайлбал нийт ба ялгадасын колиформ.

Кабрал ба Маркес [85] Португалийн баруун хойд хэсэгт орших Их Опорто орчмын бохирдсон голын (Феброс) микробиологийн судалгааг хийсэн тухай мэдээлэв. Нийт ба ялгадасын колиформ, ялгадсын стрептококк ба энтерококк нь бүгд хоорондоо ихээхэн хамааралтай байв.

Турон нар. [122] Францын Сена мөрний цөөрөмд хийсэн судалгааны талаар мэдээлэв. Есөн жилийн хугацаанд баасны колиформ, *E. coli*, *enterococci*, *Clostridium perfringens* споруудад зориулж есөн станцад (дээгүүр / урсгалын хөндлөн огтлолын дагуу) уснаас дээж авав. Амны бэлчирийн эхэн хэсэгт (Позес дээр) сальмонелла ба ялгадсын колиформ, *E. coli* ба энтерококкийн тоо хамааралтай байв. Амны хөндийн амнаас (Хонфлерт) Салмонелла ба энтерококкийн тоо хэмжээтэй ихээхэн хамааралтай болохыг тогтоожээ. Аливаа индикатор организм ба эмгэг төрүүлэгчийн хослолын концентрацийн хооронд ихээхэн хамаарал ажиглагдаагүй болно.

Уилкс ба бусад. [59] Канадын голын гадаргын усанд хэд хэдэн эмгэг төрүүлэгч ба индикатор бактерийн агууламж, концентрацийг харьцуулсан судалгааг хийсэн. Гадаргуугийн усыг Онтариогийн зүүн хэсэгт орших Өмнөд Үндэстний голын сав газарт, голын эхнээс, мөн доод урсгалын дараалсан цутгал голуудаас цуглуулдаг байв. Олон жилийн туршид хийсэн судалгааны явцад нэгтгэсэн өгөгдлийг ашигласнаар нийт индикатор бактери, нийт ба ялгадасын колиформ, *E. coli*, *Enterococcus*, *C. perfringens* зэрэг бактериудын хооронд ихээхэн хамаарал илэрсэн байна.

Гэсэн хэдий ч бусад хүмүүсийн хийсэн судалгаагаар ялгадсын индикатор бактери хоорондын харилцан хамаарал илрээгүй байна. Гарридо-Перес нар. [123] Гибралтарын хоолойн ойролцоох Испанийн 18 наран шарлагын газарт далайн усны чанарыг судалж үзсэн тухай мэдээлсэн. Түүврийн байршлыг наран шарлагын газар бүрийн угаалгын нягтрал хамгийн өндөр бүсэд байрлах нэг цэг болгон сонгов. Усанд орох далайн усанд өтгөн колиформ ба Клостридий перфрингенсийн тоо хоёрын хооронд ямар ч хамаарал илрээгүй байна.

Ялгадасын үзүүлэлтийн химийн нэгдлүүд

Химийн хэд хэдэн бодисыг хүрээлэн буй орчны усан дахь ялгадсын бохирдлын шинж тэмдэг болгон ашиглаж ирсэн. Кофеин нь хэд хэдэн ундаа, олон тооны эмийн бүтээгдэхүүнд агуулагддаг. Энэ бодисыг залгисан хүмүүсийн шээсээр ялгардаг. Ахуйн бохир усанд агуулагдах кофейны гол эх үүсвэр нь кофе, цай, ундаа, эм уусны дараа ялгардаг. Ахуйн бохир усны кофейны хэмжээг 20-300 мкг / л-ийн хооронд хэмжсэн. Усны шингээлтийн улмаас хүлээн авах усны түвшин хамаагүй бага байдаг. Уусах чадвар өндөр, октанол-ус хуваах коэффициент бага, хэлбэлзэл багатай, антропоген гарал үүсэлтэй тул хүрээлэн буй орчны усанд кофеин байгаа нь хүний ялгадас бохирдуулах сайн тэмдэг болж чадна [124-129].

Гэсэн хэдий ч ялгадасын индикатор бактери ба кофейны хоорондын хамаарал харилцан адилгүй байдаг. Wu et al. [129] Сингапурын Рочор суваг, Марина буланд хийсэн судалгааны талаар мэдээлсэн. Рохор сувагт кофейны хамгийн их концентрацийг (1.35 нг / мл) доод урсгалаас,

хамгийн бага (0.68 ба 0.37 нг / мл) -ийг дунд ба дээд цэгээс тогтоосон байна. Марина Бэй дээр кофейны агууламж 0.41-0.96 нг / мл-ийн хооронд байв. Өтгөн колиформын концентраци маш өндөр,

5000 CFU / 100 мл-ээс их. Рохор сувгийн дээжинд кофеин ба өтгөн колиформын концентраци ихээхэн хамааралтай байсан боловч Мартина булангийн усны дээжинд мэдэгдэхүйц хамаарал ажиглагдаагүй болно.

Кофеиныг өтгөний бохирдлын шинж тэмдэг болгон ашиглах нь нэмэлт хязгаарлалттай байдаг. Кофеин нь ихэвчлэн олон тооны ургамлын зүйлийн хог хаягдлаас гадна хүний $\text{u200b} \setminus \text{u200b}$ тоглолын кофены хаягдал зэргээс үүдэлтэй байдаг. Нэмж дурдахад одоо ашиглаж буй шинжилгээний аргууд нь харьцангуй төвөгтэй бөгөөд үнэтэй байдаг [124].

Копростанол (5 β -cholestan-3 β -ol) нь холестерин катоболизмын үед хүний болон дээд амьтдын гэдсэнд байдаг уугуул бактериудаас үүсдэг өтгөний станол юм. Энэ нь хүний ялгадас (нийт стероидын 24-89%) болон ахуйн бохир усанд байдаг үндсэн станол юм. Эдгээр баримт дээр үндэслэн хүний ялгадсыг бохирдуулах химийн үзүүлэлт болгон санал болгосон. Гахай, муурны ялгадас нь копростанол агуулдаг боловч бага хэмжээгээр агуулагддаг. Үхэр, адуу, хонь зэрэг өвсөн тэжээлтэн амьтдад 24-этилкопростанол гэх мэт өтгөний станол зонхилж байгаа нь эдгээр химийн бодисыг эдгээр эх үүсвэрээс ялгадасаар бохирдуулах индикатор болгон ашиглаж болохыг харуулж байна. Копростанолийн аэробикийн нөхцөлд хагас задралын хугацаа 20 ° C-т 10 хоногоос бага байдаг. Тиймээс аэробик орчинд копростанол байгаа нь усанд өтгөн ялгадас орж ирж байгаагийн илрэл гэж үзэж болно. [124,128,130].

Isobe et al. [130] нь Меконгын бэлчирт (Вьетнам) болон Токио хотын бүсэд хийсэн судалгааны талаар мэдээлсэн. Меконгын бэлчирийн чийглэг улирлын үеэр гол мөрөнд бактерийн нягтрал илүү их ажиглагдсан нь урсацтай хөрсний тоосонцороос нянгийн орц ихэссэнтэй холбоотой болов уу. Токио хотод бактерийн нягтрал ихэвчлэн зуны улиралд ажиглагдаж, дараа нь хар салхины дараах болон өвлийн улиралд ажиглагддаг. E. coli ба coprostanol (бүртгэлийн масштаб) -ын концентраци хоорондын ихээхэн хамаарлыг бүх судалгаанаас олж мэдсэн. Копростанолыг тогтоосноор ялгадсын бохирдлын стандарт микробиологийн шинжилгээг сайжруулах боломжтой гэж дүгнэсэн.

Дэлхийн хэд хэдэн бүс нутгаас ирүүлсэн мэдээллүүд нь өтгөн колиформын нягтрал ба копростанолын концентрацийн хоорондох тоон хамаарлын хамаарлыг харуулж байна. Дервентийн бэлчир ба Сиднейн бүсэд (Австрали) 400 нг / л-ийн копростанолын концентраци нь 1000 CFU өтгөн колиформ / 100 мл-тэй тохирч байв. Нойтон улиралд Меконгын бэлчирт колиформын нягтрал 30 нг копростанол / л, хуурай улиралд 100 нг / л-тэй тохирч байв. Токио хотын бүсэд эдгээр утгууд нь хар салхины дараа зуны улиралд 30 нг копростанол / л, 100 нг копростанол / л байв. Эдгээр ялгааг усны температур ба хөрсний ширхэгийн концентрацийн зөрүүний үр дүнд тайлбарлав [130].

Өтгөний стеролын шинжилгээ нь хэдийгээр үнэтэй, нарийн төвөгтэй боловч уламжлалт ялгадасын нянг ашиглах боломжгүй тул хот, хөдөөгийн орчин дахь эх үүсвэрийн хамаарлын асуудлыг шийдсэн [124]. Эдгээр химийн үзүүлэлтүүд нь ялгадасын нянгийн амьдрах, үржих боломжийг олгодог орчинд нэн хэрэгтэй байдаг. Жишээлбэл, халуун орны бүс нутгуудад өндөр температур, хөрсний элэгдэл эвдрэлийг үүсгэдэг борооны аадар бороо ихтэй байдаг тул ялгадас бактери нь хүрээлэн буй орчны усанд бохир усны жинхэнэ орцыг төлөөлөх чадваргүй нягтралд хүрч үрждэг [130].

Байгаль орчны усыг ялгадсаар бактерийн бохирдуулах эх үүсвэрүүд

Гадаргын болон гүний усны бохирдлын эх үүсвэрүүд

Хотжилтын бүсийн бохир усны системд хийсэн судалгаагаар гэдэсний бактери их байгааг батлав. Бохир усыг цэвэрлэх нь эдгээр бактерийн концентрацийг 1-2 гуалингаар бууруулдаг боловч бохир ус нь гэдэсний бактерийг их хэмжээгээр агуулсан хэвээр байна (Хүснэгт 8). Бохир ус цэвэрлэх байгууламжийн бохир ус гадаргын усыг ялгадас бактеригаар бохирдуулах эх үүсвэр болдог.

Түүхий болон цэвэршүүлсэн ахуйн бохир ус дахь сонгосон бактерийн ердийн концентраци а.

Bacterial group	Raw sewage (cells/ml)	Treated effluent (cells/ml)
<i>Salmonella</i>	$10^{-1} - 10^1$	$10^{-1} - 10^1$
Total coliforms	$10^4 - 10^6$	$10^3 - 10^5$
Fecal coliforms	$10^3 - 10^5$	$10^2 - 10^4$
Enterococci	$10^3 - 10^4$	$10^1 - 10^3$
<i>Clostridium perfringens</i>	$10^2 - 10^3$	$10^1 - 10^2$

Бохир ус хадгалах, цэвэрлэхэд септик танк, цоорхой, бие засах газар болон бусад системийг өргөн ашигладаг. Эдгээр байгууламжаас ууссан ус нь гүний усны хангамжийг бохирдуулж болзошгүй бактери агуулдаг.

Олон тариаланчид бууц хадгалахын тулд зоорь, танк эсвэл хогийн цэг ашигладаг. Эдгээр агуулах цэгээс усыг уусган угаах нь гүний усыг, ялангуяа бороо орох үеэр бохирдуулж болзошгүй юм. Малын ялгадасыг хөдөө аж ахуйн зориулалттай газарт бордоо болгон ашиглах нь дэлхий даяар түгээмэл байдаг. Бууцанд агуулагдах бактери нь гүний ус руу нэвчиж болно.

Хүн, амьтны хог хаягдалд агуулагдах бактери ойролцоох худгуудын усыг бохирдуулж болзошгүй тул онцгой анхаарал хандуулах шаардлагатай байна [131]. Гадаргын болон гүний усыг бохирдуулах чухал эх үүсвэр бол хөдөө аж ахуй, бэлчээрийн газар, хот суурин газрын урсацын ус юм.

Өтгөний бактери гадаргын усанд ялгадсыг шууд хуримтлуулах замаар, хуурай газрын урсацаар ордог. Амьтдын хог хаягдлыг гадаргын ус руу шилжүүлэх нь олон бүс нутагт байгаа усны бохирдлыг нэмэгдүүлэх гол хүчин зүйл болдог. АНУ-ын нийт газар нутгийн гуравны нэгээс илүү хувийг мал бэлчээрлэхэд ашигладаг бөгөөд нийт малын хог хаягдлын 50% -ийг авдаг.

Доран, Линн нарын [108] мэдээлсэн судалгаагаар зүүн Небраскагийн үхэр тугал бэлчээрээс урсацыг гурван жилийн хугацаанд хянаж байжээ. Бэлчээрийн талбайн хур тунадасны урсац нь хашаатай, бэлчээргүй талбайн урсацаас 5-10 дахин их ялгадас колиформ агуулсан байдаг. Гэсэн хэдий ч өтгөний стрептококкийн тоо нь бэлчээрийн талбайн урсацаас өндөр байсан бөгөөд зэрлэг ан амьтдаас оруулсан хувь нэмрийг тусгасан болно.

Хот, захын хорооллуудад үл нэвтрэх бүрхэвч давамгайлдаг. Шуурганы үеэр борооны ус эдгээр үл нэвтрэх гадаргуу дээгүүр урсаж, бохирдуулагч бодисыг дайчлан ажилладаг. Урсгал урсдаг бохирдуулагч бодисууд нь хот, захын янз бүрийн цэгээс эх үүсвэртэй байдаг. Борооны усны урсацанд ихэвчлэн тохиолддог бохирдуулагч бодисууд нь ялгадас, эмгэг төрүүлэгч бактериудыг агуулдаг. Борооны ус нь бохирдуулагч бодисыг нуур, гол горхи зэрэг усан сан руу дамжуулдаг [132].

Ихэнх борооны ус зайлуулах хоолой, горхи руу enterococci ба *E. coli* их хэмжээгээр олддог. Өмнөд Калифорнид (АНУ) Фергюсон ба бусад. [133] улирлын чанартай голын завсрын хурдас, мөн аадар борооны ус зайлуулах хоолойн ойролцоо энтерококкийн өндөр түвшинг (*Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus hirae*, *Enterococcus casseliflavus* and *Enterococcus mundtii*) олжээ.

Гадаргын усан дахь амьдрах чадвар

Хүрээлэн буй орчны усыг бохирдуулдаг ихэнх гэдэсний бактериуд энэ орчинд амьдрах чадваргүй, үржих чадваргүй байдаг. Амьд үлдэх түвшин нь хүрээлэн буй орчны усанд нэвтрүүлсэн ялгадас бактерийн дунд харилцан адилгүй байдаг. Эмгэг төрүүлэгч гэдэсний бактери ба *E. coli* нь амьдрах чадвар багатай байдаг (Хүснэгт 9).

Температур буурахад өтгөний бактерийн хүрээлэн буй орчны усанд амьдрах чадвар ерөнхийдөө нэмэгддэг. Амьд үлдэхэд нөлөөлдөг бусад хүчин зүйлүүд бол ууссан органик нүүрстөрөгчийн концентраци, нарны гэрлийн эрч хүч, амьдрах чадвартай боловч өсгөвөрлөх байдалд орох чадвар юм [131].

10 өөр колиформ хэлбэрийн (*E. coli*, *Citrobacter freundii*, *Citrobacter youngae*, *Klebsiella pneumoniae*, *K. oxytoca*, *Enterobacter amnigenus*, *Enterobacter cloacae* subsp. *Cloacae*, *Pantoea agglomerans* (*Enterobacter agglomerans*) inoculated inoculated) амьд үлдэх талаар хийсэн харьцуулсан судалгаагаар. Ууссан органик нүүрстөрөгчийн янз бүрийн концентрацтай голын ус, Боуалам нар. [134] зөвхөн *C. freundii*, *K. pneumoniae*, *E. cloacae* subsp. *cloacae* 96 цагийн инкубацийн дараа тариалах боломжтой хэвээр байна. Арын судалгаагаар ижил бактери ба тэжээлийн бодисыг ашиглан Boualam et al. [135] 28 хоногийн дараа зөвхөн *C. freundii*, *E. cloacae* subsp. *cloacae* амьд үлдсэн.

Гадаргуугийн усан дахь ялгадсын бактерийг буурах хугацаа

Bacterial group	Time for 50% reduction in concentration (days)
Total coliforms	0.9
<i>E. coli</i>	1.5–3
Enterococci	0.9–4
<i>Clostridium perfringens</i>	60–>300
<i>Salmonella</i>	0.1–0.67
<i>Shigella</i>	1

Баудишова [136] ариутгасан ба ариутгаагүй голын усанд нийт колиформ, баасны колиформ ба *E. coli*-ийн амьд үлдэх талаар харьцуулсан судалгаа хийжээ. Ариутгасан усанд бүх бактери олон сарын турш амьд үлдсэн. Гэсэн хэдий ч ариутгалгүй нөхцөлд (хүрээлэн буй орчны жинхэнэ нөхцөл байдалд ойрхон) бүх бактерийг устгах хурд илүү хурдан байв. Нийт колиформ хамгийн удаан, *E. coli* хамгийн богино хугацаанд амьд үлдсэн.

Гүний усны амьд үлдэх

Газар доорх усны нянг эсэн мэнд хадгалахад хэд хэдэн хүчин зүйл нөлөөлдөг, тухайлбал хөрсөн дэх эсэн мэнд үлдэх, учир нь газар доорхи усанд хүрэхийн тулд бактери хөрсөөр дамжин нэвчдэг. Ерөнхийдөө хөрсөн дэх (мөн газрын доорхи усанд зэрэгцэн) оршин тогтнох чадвар нь бага температур, хөрсний өндөр чийгшил, төвийг сахисан эсвэл шүлтлэг хөрсний рН, органик нүүрстөрөгчийн нөлөөгөөр нэмэгддэг [131].

Bacterial group	Disappearance rate (per day)
<i>E. coli</i>	0.063–0.36
Fecal streptococci	0.03–0.24
<i>Clostridium bifermentans</i> spores	0.00
<i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>enterica</i> serovar Typhimurium	0.13–0.22

Ялгасны бохирдлын ямар үзүүлэлтүүдийг ашиглах ёстой вэ?

Байгаль орчны усан дахь өтгөний индикатор бактериудыг одоо ашиглаж байна. Эдгээрээс ялгасдаг колиформ, *E. coli* ба enterococci ялгардаг [1,6,137]. Хүрээлэн буй орчны усанд өтгөн колиформ омгийн ихэнх нь *E. coli* байдаг.

Тодорхой нөхцөлд *E. coli* байгаа нь ялгадсын бохирдолтой огт холбоогүй юм. Эдгээр нөхцөл байдлыг эхлээд Африкийн зарим орнууд, тухайлбал Нигери, Зааны Ясан эрэг, Шинэ Гвинейд илрүүлсэн (хэдийгээр Уганда гэх мэт бусад оронд байхгүй) [42,99].

Уур амьсгалын бүсэд хийгдсэн сүүлийн үеийн судалгаануудаас харахад *E. coli* нь халуун, халуун бүсийн гадна, хоёрдогч, үл хамаарах орчинд хэвээр үлдэж, эдгээр орчинд байгалиас заяасан болно. Бяппанахалли нар. [138] *E. coli*-ийг Индиана (АНУ) дахь далайн эргийн сэрүүн ойн хөрснөөс тусгаарлаж болно гэж мэдээлсэн. Мичиган нуурын хэд хэдэн наран шарлагын газар дахь усны замаг *Cladophora glomerata* (L.) нь *E. coli*-ийн өндөр нягтралтай болохыг харуулсан [139].

Иший нар. [140] хойд Миннесота мужийн (АНУ) хойд сэрүүн голын хөрсөнд *E. coli*-ийн амьд үлдэх талаар хийсэн судалгааг мэдээлсэн. Амьдрах чадвартай *E. coli* популяцийг гурван нуурын Супериор голын усны хагалгаанд хойд сэрүүн хөрснөөс удаа дараа тусгаарлаж байжээ. Хөрсөнд тархсан *E. coli*-ийн хүн амын нягтын улирлын өөрчлөлт ажиглагдсан; зуны улиралд эсийн нягтрал хамгийн их байсан ба хамгийн бага тоо нь өвлөөс хаврын саруудад тохиолддог байв. Хэвтээ, фторофороор давтагдсан экстрагеник палиндромик ПГУ (HFERP) ДНХ-ийн хурууны хээний шинжилгээгээр ижил хөрсөнд тархсан *E. coli* генотип, хөлдсөн хөрсөнд өвөлжиж, цаг хугацаа өнгөрч байсан бөгөөд эдгээр омог нь зэрлэг ан амьтдаас олж авсан *E. coli* омгуудаас ялгаатай болохыг тогтоожээ. судлагдсан амьдрах орчин эсвэл голын усанд. Хөрсөн *E. coli*-ийн омог нь тодорхой хөрс, байршлын хувьд өвөрмөц HFERP ДНХ хурууны хээтэй байв. Лабораторийн судалгаагаар байгалийн гаралтай *E. coli*-ийн омог нь 30 эсвэл 37 ° С-д өсгөсөн ариутгасан бус хөрсөнд эсийн өндөр нягтралд өсч, хуулбарлах чадвартай байсан ба хөрсний температур 25 ° С-аас бага байхад 1 сараас удаан хугацаанд амьд үлджээ. *E. coli*-ийн эдгээр омог нь хөрсний бичил биетний нийгэмшлийн байгалийнжсан, автономит гишүүд болсон гэж дүгнэсэн.

Сүүлийн баримт бичигт Ksoll et al. [141] Супериор нуурын (АНУ) Миннесота эрэг дээрх гурван газарт эпилитийн перифитоны бүлгүүдийг судлав. Өтгөн колиформын нягтрал нь зуны эхэн үед 4 зэрэглэл хүртэл нэмэгдэж, намрын улиралд буурчээ. HFERP ДНХ-ийн хурууны хээгээр хийсэн шинжилгээгээр усны шувууд (галуу, загас, цахлай) нь тодорхойлох боломжтой перифитон *E. coli* омгийн гол эх үүсвэр болохыг тогтоожээ. Перифитон ба бохирын ус зайлуулах суваг нь боломжит эх үүсвэр байсан. Перифитон *E. coli*-ийн хэд хэдэн тусгаарлагч нь генотипийн хувьд ижил байсан бөгөөд цаг хугацааны явцад дахин дахин тусгаарлагдсан байв. Лабораторийн бичил биетэнд *E. coli* тарьсан нь байгалийн перифитоныг хурдан колонизируулж

хэдэн долоо хоног үргэлжилсэн бөгөөд зарим эсүүд бүрхсэн усанд суллагдсан байв. *E. coli* нь бактерийн перифитоны бүлгүүдийн харьяалалтай гишүүн болсон гэж дүгнэсэн.

Эдгээр амьдрах орчинд *E. coli*-ийн оршин тогтнол, тэсвэр тэвчээр, байгалийн гаралтай байдал нь өтгөн колиформыг хүрээлэн буй орчны усыг сүүлийн үед өтгөнөөр бохирдуулах найдвартай үзүүлэлт болгон ашиглахад саад учруулж болзошгүй юм. Ирээдүйн судалгаагаар бусад үл хамаарах амьдрах орчныг усны орчинд өтгөн колиформ бактерийн эх үүсвэр гэж үзэх нь зүйтэй. Эдгээр хязгаарлалтыг харгалзан ундны усны микробиологийн чанарыг шалгаж, гэдэсний савханцарыг энтерококкийн шинжилгээгээр нөхөх нь зүйтэй болов уу. Европын Холбоонд олон жилийн турш мөрдөж ирсэн энэхүү үндэслэлээр ундны усны тухай хууль тогтоомжийг боловсруулсан.

Гэсэн ч хязгаарлагдмал санхүүгийн эх үүсвэр бол бодит болон хөгжиж буй олон хөгжиж буй орнуудын хувьд эдгээр хоёр параметрийг тогтмол тодорхойлоход хэцүү байдаг. Ийм нөхцөлд ямар ч шинжилгээ хийгээгүй байснаас *Escherichia coli* гэх мэт (сайн) параметрийг тодорхойлох нь илүү зөв юм.

Энэ хүрээнд АНУ-ын хууль тогтоомж нь асуудалд хандах прагматик хандлага болж гарч ирдэг. Америкийн хууль тогтоомжийн дагуу нийт колиформыг тодорхойлох ердийн параметр юм. Эдгээр тодорхойлолтууд нь удаа дараа эерэг байх үед л ялгасдаг колиформыг үнэлэх шаардлагатай байдаг [142,143]. Нийт колиформ нь ялгасдын бактери биш боловч энэ системийн үндэслэл нь зөв юм, учир нь: (1) өтгөн колиформ дахь эерэг тест (бидний зорилго) нийт колиформын процедурт заавал эерэг байх ёстой; (2) урвуу хамаарал заавал үнэн байх албагүй; (3) нийт колиформыг усанд хялбар бөгөөд хямд аргаар шинжилнэ.

E. coli ба *enterococci*-ийн аль алиныг нь тодорхойлох өөр арга зам бол хүрээлэн буй орчны усан дахь аммиакийн шинжилгээ нь ашигтай байж, ялгасдын колиформыг тодорхойлоход туслах болно.

Аммиак бол азотын мөчлөгийн гол молекулуудын нэг юм. Гадаргуугийн усанд аммиак байгаа нь хөдөө аж ахуйн бордооны шууд бохирдол, уураг, нуклеин хүчил, мочевины бичил биетний задралаас үүдэлтэй байж болох бөгөөд ингэснээр усан дахь органик бодисын агууламж нэлээд байгааг илтгэнэ. Аммиак нь хүрээлэн буй орчинд хурдан исэлддэг бөгөөд ихэвчлэн 0.1 мг / л-ээс бага агууламжтай байгалийн усанд байдаг. Үүнээс дээгүүр агуулагдах агууламж нь аммиакийн хэмжээ ихэвчлэн маш өндөр (хэдэн арав, хэдэн зуун мг / л) байдаг эрүүл ахуйн шинэ хог хаягдлаар бохирдсоныг илтгэнэ [84].

Эспигарес нар. [144] Гуадалкивир голын (Испани) голын хэсэг ба түүний баялаг хэсэгт химийн ба микробиологийн үзүүлэлтүүд (нийт ба ялгасдын колиформ, ялгасдын стрептококк ба сульфит бууруулах кластридия) харьцуулсан судалгааг хийсэн. Нийт колиформууд нь өтгөн колиформуудтай харилцан хамааралтай байсан боловч ялгасдаг стрептококк ба кластридиятай холбоогүй байв. Өтгөн колиформыг бусад үзүүлэлтүүдтэй харьцуулсан болно. Өтгөн стрептококк ба сульфит бууруулах кластридия нь нийт колиформоос бусад үзүүлэлтүүдтэй харилцан хамааралтай байв. Эдгээр бүх микробиологийн үзүүлэлтүүд нь ууссан хүчилтөрөгч (сөрөг), ууссан органик нүүрстөрөгч ба аммиактай (эерэг) хамааралтай байв. Кабрал ба Маркес [85] Их Опорто орчмын (Португалийн баруун хойд хэсэг) бохирдсон гол (Феброс) -ын талаар хийсэн судалгаагаар аммиак нь микробиологийн шинжилгээний бүх үзүүлэлтүүд - нийт ба баасны колиформ, ялгасдаг стрептококк, энтерококкуудтай ихээхэн хамааралтай болохыг тогтоожээ. Эдгээр хамаарал нь

органик бодисыг бохир усанд дамжуулж, бичил биетний аммонификацийн идэвхжил өндөр байгаатай холбоотой байж болох юм [85].

Хүрээлэн буй орчны усан дахь аммиакийн шинжилгээнд энгийн бөгөөд хурдан туршилт, автоматжуулсан, тасралтгүй систем ашиглах боломжтой. Яаралтай ялгадсын бохирдлын дэгдэлтийг урьдчилсан илрүүлэхэд аммиакийг найдвартай параметр болгон ашиглахыг баталгаажуулахын тулд илүү их судалгаа хийх шаардлагатай байна.

Дүгнэлт

- (1) Ундны усыг бүх нийтээр хангах нь 21-р зууны томоохон бэрхшээлүүдийн нэг юм.
- (2) Ундны усны микробиологийн хяналт нь хаа сайгүй байх ёстой
- (3) Ундны усны тогтмол микробиологийн анализыг өсгөвөрлөх аргаар гэдэсний савханцар байгаа эсэхийг шинжилгээ хийх хэрэгтэй. Глюкуронидазын идэвхжилийг онлайнар хянах нь одоогоор *E. coli*-ийн өсгөвөрт суурилсан илрүүлэлтийг орлоход хэт мэдрэмтгий бус байгаа боловч өндөр нарийвчлалтай хянах үнэ цэнэтэй нэмэлт хэрэгсэл юм. Санхүүгийн эх үүсвэрүүд байгаа үед колиформын тодорхойлолтыг энтерококкийн тоон үзүүлэлтээр нөхөж байх ёстой.
- (4) Яаралтай ялгадсын бохирдлын дэгдэлтийг урьдчилж илрүүлэхэд аммиак шалгах хэрэгтэй тул илүү их судалгаа хийх шаардлагатай байна.
- (5) Санхүүгийн эх үүсвэрийг хүрээлэн буй орчны усан дахь хүн, амьтны ялгадас бактерийн экологи, зан төлөвийг илүү сайн ойлгоход зориулах ёстой.

Ашигласан материал

1. WHO (World Health Organization). *Guidelines for Drinking-water Quality, Incorporating 1st and 2nd Addenda, Volume 1, Recommendations*, 3rd ed.; WHO: Geneva, Switzerland, 2008.
2. Fenwick, A. Waterborne Diseases—Could they be Consigned to History? *Science* **2006**, *313*, 1077–1081.
3. George, I.; Crop, P.; Servais, P. Use of β -D-Galactosidase and β -D-Glucuronidase Activities for Quantitative Detection of Total and Faecal Coliforms in Wastewater. *Can. J. Microbiol.* **2001**, *47*, 670–675.
4. Grabow, W.O.K. Waterborne Diseases: Update on Water Quality Assessment and Control. *Water SA* **1996**, *22*, 193–202.
5. Seas, C.; Alarcon, M.; Aragon, J.C.; Beneit, S.; Quiñonez, M.; Guerra, H.; Gotuzzo, E. Surveillance of Bacterial Pathogens Associated with Acute Diarrhea in Lima, Peru. *Int. J. Infect. Dis.* **2000**, *4*, 96–99.
6. Medema, G.J.; Payment, P.; Dufour, A.; Robertson, W.; Waite, M.; Hunter, P.; Kirby, R.; Anderson, Y. Safe drinking water: an ongoing challenge. In *Assessing Microbial Safety of Drinking Water. Improving Approaches and Method*; WHO & OECD, IWA Publishing: London, UK, 2003; pp. 11–45.
7. Farmer, J.J.; Hickam-Brenner, F.W. The Genus *Vibrio* and *Photobacterium*. In *The Prokaryotes: An Evolving Electronic Resource for the Microbiological Community*, electronic release 3.14, 3th ed.; Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Eds.; Springer-Verlag: New-York, NY, USA, 2003.

8. Farmer, J.J.; Janda, J.M.; Brenner, F.W.; Cameron, D.N.; Birkhead, K.M. Genus *Vibrio*. In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 2nd ed.; Brenner, D.J., Krieg, N.R., Staley, J.T., Eds.; Springer: New York, NY, USA, 2005; Volume 2, Part B, pp. 494–546.
9. DSMZ (Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH). *Bacterial Nomenclature Up-to-Date (Approved Lists; Validation Lists)*; DSMZ: Braunschweig, Germany, 2010; List 05/2010.
10. Sack, D.A.; Sack, R.B.; Nair, G.B.; Siddique, A.K. Cholera. *Lancet* **2004**, *363*, 223–233.
11. Todar, K. *Vibrio cholerae* and asiatic cholera. In *Todar's Online Textbook of Bacteriology, 2009*; Available online: <http://www.textbookofbacteriology.net/cholera.html> (assessed on 4 May 2010)
12. Ali, M.; Emch, M.; Yunus, M.; Sack, R.B. Are the Environmental Niches of *Vibrio cholerae* O139 Different from those of *Vibrio cholerae* O1 El Tor? *Int. J. Infect. Dis.* **2001**, *5*, 214–219.
13. Ramamurthy, T.; Yamasaki, S.; Takeda, Y.; Nair, G.B. *Vibrio cholerae* O139 Bengal: Odyssey of a Fortuitous Variant. *Microbes Infect.* **2003**, *5*, 329–344.
14. Arbora, S.; Crum, S. *Medical Geography and Cholera in Perú*; The Geographer's Craft Project, Department of Geography, The University of Colorado at Boulder: Boulder, CO, USA, 1996; Available online: http://www.colorado.edu/geography/gcraft/warmup/cholera/cholera_f.html (assessed on 4 May 2010).
15. Glass, R.I.; Claeson, M.; Blake, P.A.; Waldmann, R.J.; Pierce, N.F. Cholera in Africa: Lessons on Transmission and Control for Latin America. *Lancet* **1991**, *338*, 791–795.
16. Glass, R.I.; Libel, M.; Brandling-Bennet, A.D. Epidemic Cholera in the Americas. *Science* **1992**, *256*, 1524–1525.
17. Tamplin, M.L.; Parodi, C.C. Environmental Spread of *Vibrio cholerae* in Peru. *Lancet* **1991**, *338*, 1216–1217.
18. Steinberg, E.B.; Greene, K.D.; Bopp, C.A.; Cameron, D.N.; Wells, J.G.; Mintz, E.D. Cholera in the United States, 1995–2000: Trends at the End of the Twentieth Century. *J. Infect. Dis.* **2001**, *184*, 799–802.
19. Meibom, K.L.; Blokesch, M.; Dolganov, N.A.; Wu, C.-Y.; Schoolnik, G.K. Chitin Induces Natural Competence in *Vibrio cholerae*. *Science* **2005**, *310*, 1824–1827.
20. Waldor, M.K.; Mekalanos, J.J. Lysogenic Conversion by a Filamentous Phage Encoding Cholera Toxin. *Science* **1996**, *272*, 1910–1914.
21. Hervio-Heath, D.; Colwell, R.R.; Derrien, A.; Robert-Pillot, A.; Fournier, J.M.; Pommepuy, M. Occurrence of Pathogenic Vibrios in Coastal Areas of France. *J. Appl. Microbiol.* **2002**, *92*, 1123–1135.
22. Alam, M.; Hasan, N.A.; Sadique, A.; Bhuiyan, N.A.; Ahmed, K.U.; Nusrin, S.; Nair, G.B.; Siddique, A.K.; Sack, R.B.; Sack, D.A.; Huq, A.; Colwell, R.R. Seasonal Cholera Caused by *Vibrio cholerae* Serogroups O1 and O139 in the Coastal Aquatic Environment of Bangladesh. *Appl. Environ. Microbiol.* **2006**, *72*, 4096–4104.
23. Bhanumathi, R.; Sabeena, F.; Isac, S.R.; Shukla, B.N.; Singh, D.V. Molecular Characterization of *Vibrio cholerae* O139 Bengal Isolated from Water and the Aquatic Plant *Eichhornia crassipes* in the River Ganga, Varanasi, India. *Appl. Environ. Microbiol.* **2003**, *69*, 2389–2394.
24. Munro, P.M.; Colwell, R.R. Fate of *Vibrio cholerae* O1 in Seawater Microcosms. *Water Res.* **1996**, *30*, 47–50.

25. Alam, M.; Sultana, M.; Nair, G.B.; Sack, R.B.; Sack, D.A.; Siddique, A.K.; Ali, A.; Huq, A.; Colwell, R.R. Toxigenic *Vibrio cholerae* in the Aquatic Environment of Mathbaria, Bangladesh. *Appl. Environ. Microbiol.* **2006**, *72*, 2849–2855.
26. Chaiyanan, S.; Chaiyanan, S.; Huq, A.; Mangel, T.; Colwell, R.R. Viability of the Nonculturable *Vibrio cholerae* O1 and O139 System. *Appl. Microbiol.* **2001**, *24*, 331–341.
27. Molloy, S. Biofilms in the Time of Cholera. *Nature Rev. Microbiol.* **2007**, *5*, 906–907.
28. Le Minor. The genus *Salmonella*. In *The Prokaryotes: An Evolving Electronic Resource for the Microbiological Community*, electronic release 3.14, 3th ed.; Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Eds.; Springer-Verlag: New York, NY, USA, 2003.
29. Popoff, M.Y.; Le Minor, L.E. Genus *Salmonella*. In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 2nd ed.; Brenner, D.J., Krieg, N.R., Staley, J.T., Eds.; Springer: New York, NY, USA, 2005; Volume 2, Part B, pp. 764–799.
30. Tindall, B.J.; Grimont, P.A.D.; Garrity, G.M.; Euzéby, J.P. Nomenclature and Taxonomy of the Genus *Salmonella*. *Int. J. Syst. Evolut. Microbiol.* **2005**, *55*, 521–524.
31. Ben Aissa, R.; Al-Gallas, N.; Troudi, H.; Belhadj, N.; Belhadj, A. Trends in *Salmonella enterica* Serotypes Isolated from Human, Food, Animal, and Environment in Tunisia, 1994–2004. *J. Infect.* **2007**, *55*, 324–339.
32. Arvanitidou, M.; Kanellou, K.; Vagiona, D.G. Diversity of *Salmonella* spp. and Fungi in Northern Greek Rivers and their Correlation to Faecal Pollution Indicators. *Environ. Res.* **2005**, *99*, 278–284.
33. Kapperud, G.; Rørvik, L.M.; Hasseltvedt, V.; Høiby, E.A.; Iversen, B.G.; Staveland, K.; Johnsen, G.; Leitão, J.; Herikstad, H.; Andersson, Y.; Langeland, G.; Gondrosen, B.; Lassen, J. Outbreak of *Shigella sonnei* Infection Traced to Imported Iceberg Lettuce. *J. Clin. Microbiol.* **1995**, *33*, 609–614.
34. Strockbine, N.A.; Maurelli, A.T. Genus *Shigella*. In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 2nd ed.; Brenner, D.J., Krieg, N.R., Staley, J.T., Eds.; Springer: New York, NY, USA, 2005; Volume 2, Part B, pp. 811–823.
35. Emch, M.; Ali, M.; Yunus, M. Risk Areas and Neighborhood-Level Risk Factors for *Shigella dysenteriae* 1 and *Shigella flexneri*. *Health Place* **2008**, *14*, 96–105.
36. Germani, Y.; Sansonetti, P.J. The Genus *Shigella*. In *The Prokaryotes: An Evolving Electronic Resource for the Microbiological Community*, electronic release 3.14, 3th ed.; Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Eds.; Springer-Verlag: New York, NY, US, 2003.
37. Hale, T.L. Genetic Basis of Virulence in *Shigella* Species. *Microbiol. Rev.* **1991**, *55*, 206–224.
38. Todar, K. *Shigella* and shigellosis. In *Todar's Online Textbook of Bacteriology*, 2009; Available online: <http://www.textbookofbacteriology.net/Shigella.html> (assessed on 1 September 2010).
39. Tetteh, G.L.; Beuchat, L.R. Survival, Growth, and Inactivation of Acid-Stressed *Shigella flexneri* as Affected by pH and Temperature. *Int. J. Food Microbiol.* **2003**, *87*, 131–138.
40. Chompook, P.; Todd, J.; Wheeler, J.G.; von Seidlein, L.; Clemens, J.; Chaicumpa, W. Risk Factors for Shigellosis in Thailand. *Int. J. Infect. Dis.* **2006**, *10*, 425–433.
41. Faruque, S.M.; Khan, R.; Kamruzzman, M.; Yamasaki, S.; Ahmad, Q.S.; Azim, T.; Nair, G.B.; Takeda, Y.; Sack, D.A. Isolation of *Shigella dysenteriae* type 1 and *S. flexneri* Strains from

Surface Waters in Bangladesh: Comparative Molecular Analysis of Environmental *Shigella* Isolates versus Clinical Strains. *Appl. Environ. Microbiol.* **2002**, *68*, 3908–3913.

42. Bettelheim, K.A. The genus *Escherichia*. In *The Prokaryotes: An Evolving Electronic Resource for the Microbiological Community*, electronic release 3.14, 3th ed.; Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Eds.; Springer-Verlag: New York, NY, USA, 2003.
43. Scheutz, F.; Strockbine, N.A. Genus *Escherichia*. In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 2nd ed.; Brenner, D.J., Krieg, N.R., Staley, J.T., Eds.; Springer: New York, NY, USA, 2005; Volume 2, Part B, pp. 607–623.
44. World Health Organization. Enterotoxigenic *Escherichia coli* (ETEC). In *Diarrhoeal Diseases*; Available online: http://www.who.int/vaccine_research/diseases/diarrhoeal/en/index4.html (assessed on 4 September 2010).
45. Health Canada. *Guidelines for Canadian Drinking Water Quality: Guideline Technical Document. Bacterial Waterborne Pathogens. Current and Emerging Organisms of Concern*. Health Canada: Ottawa, ON, Canada, 2006.
46. World Health Organization. Enterohaemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC). Fact sheet N°125; Available online: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs125/en/> (assessed on 4 September 2010).
47. Enteroinvasive *Escherichia coli* (EIEC); US Department of Health & Human Services, U.S. Food and Drug Administration. Available online: <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodborneIllness/FoodborneIllnessFoodbornePathogensNaturalToxins/BadBugBook/ucm071298.htm> (assessed on 4 September 2010).
48. WHO (World Health Organization). *Pathogenic Mycobacteria in Water: A Guide to Public Health Consequences, Monitoring and Management*; Pedley, S., Bartram, J., Rees, G., Dufour, A., Cotruvo J., Eds.; IWA Publishing: London, UK, 2004.
49. Holtzman, A.; Aronson, T.; Froman, S.; Berlin, O.G.W.; Dominguez, P.; Kunkel K.A.; Overturf, G.; Stelma, G.; Smith, C.; Yakus, M. The Isolation and Identification of *Mycobacterium avium* Complex (MAC) Recovered from Los Angeles Potable Water, a Possible Source of Infection in AIDS Patients. *Int. J. Environ. Health Res.* **1994**, *4*, 63–72.
50. Von Reyn, C.F.; Maslow, J.N.; Barber, T.W.; Falkinham, J.O.; Arbeit, R.D. Persistent Colonisation of Potable Water, a Source of *Mycobacterium avium* Infection in AIDS. *Lancet* **1994**, *343*, 1137–1141.
51. Gião, M.S.; Azevedo, N.F.; Wilks, S.A.; Vieira, M.J.; Keevil, C.W. Persistence of *Helicobacter pylori* in Heterotrophic Drinking Water Biofilms. *Appl. Environ. Microbiol.* **2008**, *74*, 5898–5904.
52. Hulten, K.; Han, S.W.; Enroth, H.; Klein, P.D.; Opekun, A.R.; Gilman, R.H.; Evans, D.G.; Engstrand, L.; Graham, D.Y.; El-Zaatari, F.A. *Helicobacter pylori* in the Drinking Water in Peru. *Gastroenterology* **1996**, *110*, 1031–1035.
53. Handfield, M.; Simard, P.; Couillard, M.; Letarte, R. *Aeromonas hydrophila* Isolated from Food and Drinking Water: Hemagglutination, Hemolysis, and Cytotoxicity for a Human Intestinal Cell Line (HT-29). *Appl. Environ. Microbiol.* **1996**, *62*, 3459–3461.
54. Daskalov, H. The Importance of *Aeromonas hydrophila* in Food Safety. *Food Control* **2006**, *17*, 474–483.

55. Chauret, C.; Volk, C.; Creason, R.; Jarosh, J.; Robinson, J.; Warnes, C. Detection of *Aeromonas hydrophila* in a Drinking-Water Distribution System: A Field and Pilot Study. *Can. J. Microbiol.* **2001**, *47*, 782–786.
56. Fernández, M.C.; Beatriz, N.; Giampaolo, S.B.; Ibañez, M.; Guagliardo, V.; Esnaola, M.M.; Conca, L.; Valdivia, P.; Stagnaro, S.M.; Chiale, C.; Frade, H. *Aeromonas Hydrophila* and its Relation with Drinking Water Indicators of Microbiological Quality in Argentine 2000. *Genetica* **2000**, *108*, 35–40.
57. George, I.; Servais, P. *Sources et Dynamique des Coliformes dans le Bassin de la Seine; Rapport de Synthèse; Programme PIREN-Seine 1998–2001, Sources et dynamique des coliformes dans le bassin de la Seine; C. N. R. S.: Paris, France, 2002.*
58. Gauthier, F.; Archibald, F. The Ecology of —Faecal Indicator Bacteria Commonly Found in Pulp and Paper Mill Water Systems. *Water Res.* **2001**, *35*, 2207–2218.
59. Wilkes, G.; Edge, T.; Gannon, V.; Jokinen, C.; Lyautey, E.; Medeiros, D.; Neumann, N.; Ruecker, N.; Topp, E.; Lapena, D.R. Seasonal Relationships Among Indicator Bacteria, Pathogenic Bacteria, *Cryptosporidium* Oocysts, *Giardia* Cysts, and Hydrological Indices for Surface Waters Within an Agricultural Landscape. *Water Res.* **2009**, *43*, 2209–2223.
60. Saarela, M.; Lähdenmäki, L.; Crittenden, R.; Salminen, S.; Mattila-Sandholm, T. Gut Bacteria and Health Foods—The European Perspective. *Int. J. Food Microbiol.* **2002**, *78*, 99–117.
61. Hawksworth, G.; Drasar, B.S.; Hill, M.J. Intestinal Bacteria and the Hydrolysis of Glycoside Bonds. *J. Med. Microbiol.* **1971**, *4*, 451–459.
62. Hopkins, M.J.; Sharp, R.; Macfarlane, G.T. Variation in Human Intestinal Microbiota with Age. *Digest Liver Dis.* **2002**, *34*(Suppl.2), S12-S18.
63. Leclerc, H.; Moriametz, J.C. Étude Quantitative de la Flore Fécale de l'Adulte et du Nourrison Alimenté Artificiellement. *Path. Bio.* **1980**, *28*, 217–226.
64. Wilson, M. *Microbial Inhabitants of Humans. Their Ecology and Role in Health and Disease;* Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2005.
65. Sinton, L.W.; Finlay, R.K.; Hannah, D.J. Distinguishing Human from Faecal Contamination in Water: A Review. *New Zealand J. Marine Freshwater Res.* **1998**, *32*, 323–348.
66. Biavati, B.; Mattarelli, P. The family *Bifidobacteriaceae*. In *The Prokaryotes: An Evolving Electronic Resource for the Microbiological Community*, electronic release 3.14, 3th ed.; Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Eds.; Springer-Verlag: New York, NY, USA, 2003.
67. Hippe, H.; Andreesen, J.R.; Gottschalk, G. The genus *Clostridium*—Nonmedical. In *The Prokaryotes: An Evolving Electronic Resource for the Microbiological Community*, electronic release 3.14, 3th ed.; Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Eds.; Springer-Verlag: New York, NY, USA, 2003.
68. Rainey, F.A.; Hollen, B.J.; Small, A. Genus *Clostridium*. In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 2nd ed.; De Vos, P., Garrity, G.M., Jones, D., Krieg, N.R., Ludwig, W., Rainey, F.A., Schleifer, K.-H., Whitman, W.B., Eds.; Springer: New York, NY, USA, 2009; Volume 3, pp. 738–828.
69. Smith, L.D.S. The genus *Clostridium*—Medical. In *The Prokaryotes: An Evolving Electronic Resource for the Microbiological Community*, electronic release 3.14, 3th ed.; Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Eds.; Springer-Verlag: New York, NY, USA, 2003.

70. Bezirtzoglou, E.; Panagiou, A.; Savvaidis, I.; Maipa, V. Distribution of *Clostridium perfringens* in Polluted Lake Environments. *Anaerobe* **1997**, *3*, 169–172.
71. Švec, P.; Devriese, L.A. Genus *Enterococcus*. In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 2nd ed.; DE Vos, P., Garrity, G.M., Jones, D., Krieg, N.R., Ludwig, W., Rainey, F.A., Schleifer, K.-H., Whitman, W.B., Eds.; Springer: New York, NY, USA, 2009; Volume 3, pp. 594–607.
72. Pinto, B.; Pierotti, R.; Canale, G.; Reali, D. Characterization of 'Faecal Streptococci' as Indicators of Faecal Pollution and Distribution in the Environment. *Lett. Appl. Microbiol.* **1999**, *29*, 258–263.
73. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 9th ed.; Holt, J.G., et al., Eds.; Williams & Wilkins: Baltimore, MD, USA, 1994; pp. 175–190.
74. Gordon, D.M.; FitzGibbon, F. The Distribution of Enteric Bacteria from Australian Mammals: Host and Geographical Effects. *Microbiology* **1999**, *145*, 2663–2671.
75. Frederiksen, W.; Søgaard, P. The genus *Citrobacter*. In *The Prokaryotes: An Evolving Electronic Resource for the Microbiological Community*, electronic release 3.14, 3th ed.; Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Eds.; Springer-Verlag: New York, NY, USA, 2003.
76. Frederiksen, W. Genus *Citrobacter*. In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 2nd ed.; Brenner, D.J., Krieg, N.R., Staley, J.T., Eds.; Springer: New York, NY, USA, 2005; Volume 2, Part B, pp. 651–656.
77. Grimont, F.; Grimont, P.A.D.; Richard, C. The Genus *Klebsiella*. In *The Prokaryotes: An Evolving Electronic Resource for the Microbiological Community*, electronic release 3.14, 3th ed.; Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Eds.; Springer-Verlag: New York, NY, USA, 2003.
78. Grimont, P.A.D.; Grimont, F. Genus *Klebsiella*. In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 2nd ed.; Brenner, D.J., Krieg, N.R., Staley, J.T., Eds.; Springer: New York, NY, USA, 2005; Volume 2, Part B, pp. 685–693.
79. Grimont, F.; Grimont, P.A.D. The Genus *Enterobacter*. In *The Prokaryotes: An Evolving Electronic Resource for the Microbiological Community*, electronic release 3.14, 3th ed.; Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Eds.; Springer-Verlag: New York, NY, USA, 2003.
80. Grimont, P.A.D.; Grimont, F. Genus *Enterobacter*. In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 2nd ed.; Brenner, D.J., Krieg, N.R., Staley, J.T., Eds.; Springer: New York, NY, USA, 2005; Volume 2, Part B, pp. 661–669.
81. Lockhart, S.R.; Abramson, M.A.; Beekmann, S.E.; Gallagher, G.; Riedel, S.; Diekema, D.J.; Quinn, J.P.; Doern, G.V. Antimicrobial Resistance Among Gram-negative Bacilli Causing Infections in Intensive Care Unit Patients in the United States between 1993 and 2004. *J. Clin. Microbiol.* **2007**, *45*, 3352–3359.
82. Hidron, A.I.; Edwards, J.R.; Patel, J.; Horan, T.C.; Sievert, D.M.; Pollock, D.A. NHSN Annual Update: Antimicrobial Resistant Pathogens Associated with Healthcare-Associated Infections: Annual Summary of Data Reported to the National Healthcare Safety Network at the Centers for Disease Control and Prevention, 2006–2007. *Infect. Control Hosp. Epidemiol.* **2008**, *29*, 996–1011.
83. Ashbolt, N.J.; Grabow, O.K.; Snozzi, M. Indicators of microbial water quality. In *Water Quality: Guidelines, Standards and Health*; Fewtrell, L., Bartram, J., Eds.; World Health Organization (WHO), IWA Publishing: London, UK, 2001; pp. 289–316.

84. Payment, P.; Waite, M.; Dufour, A. Introducing parameters for the assessment of drinking water quality. In *Assessing Microbial Safety of Drinking Water. Improving Approaches and Method*; WHO & OECD, IWA Publishing: London, UK, 2003; pp. 47–77.
85. Cabral, J.P.; Marques, C. Faecal Coliform Bacteria in Febros river (Northwest Portugal): Temporal Variation, Correlation with Water Parameters, and Species Identification. *Environ. Monit. Assess.* **2006**, *118*, 21–36.
86. Villarino, A.; Toribio, A.L.; Brena, B.M.; Grimont, P.A.D.; Bouvet, O.M.M. On the Relationship Between the Physiological State of Bacteria and Rapid Enzymatic Assays of Faecal Coliforms in the Environment. *Biotechnol. Lett.* **2003**, *25*, 1329–1334.
87. George, I.; Petit, M.; Servais, P. Use of Enzymatic Methods for Rapid Enumeration of Coliforms in Freshwaters. *Lett. Appl. Microbiol.* **2000**, *88*, 404–413.
88. George, I.; Petit, M.; Theate, C.; Servais, P. Distribution of Coliforms in the Seine River and Estuary (France) Studied by Rapid Enzymatic Methods and Plate Counts. *Estuaries* **2001**, *24*, 994–1002.
89. Nelis, H.; van Poucke, S. Enzymatic Detection of Coliforms and *Escherichia coli* Within 4 Hours. *Water, Air, and Soil Pollution* **2000**, *123*, 43–52.
90. Rompré, A.; Servais, P.; Baudart, J.; de-Roubin, M.-R.; Laurent, P. Detection and Enumeration of Coliforms in Drinking Water: Current Methods and Emerging Approaches. *J. Microbiol. Method.* **2002**, *49*, 31–54.
91. Van Poucke, S.O.; Nelis, H.J. Rapid Detection of Fluorescent and Chemiluminescent Total Coliforms and *Escherichia coli* on Membrane Filters. *J. Microbiol. Method.* **2000**, *42*, 233–244.
92. Kämpfer, P.; Rauhoff, O.; Dott, W. Glycosidase Profiles of Members of the Family *Enterobacteriaceae*. *J. Clin. Microbiol.* **1991**, *29*, 2877–2879.
93. Kilian, M.; Bülow, P. Rapid Diagnoses of *Enterobacteriaceae*. I. Detection of Bacterial Glycosidases. *Acta Pathol. Microbiol. Scandinavica* **1976**, *84*, 245–251.
94. Muytjens, H.L.; van der Ros-van de Repe, J.; van Druten, H.A.M. Enzymatic Profiles of *Enterobacter sakazakii* and Related Species with Special Reference to the α -Glucosidase Reaction and Reproducibility of the Test System. *J. Clin. Microbiol.* **1984**, *20*, 684–686.
95. Tryland, I.; Fiksdal, L. Enzyme Characteristics of β -D-Galactosidase- and β -D-Glucuronidase-Positive Bacteria and their Interference in Rapid Methods for Detection of Waterborne Coliforms and *Escherichia coli*. *Appl. Environ. Microbiol.* **1998**, *64*, 1018–1023.
96. Köster, W.; Egli, T.; Ashbolt, N.; Botzenhart, K.; Burlion, N.; Endo, T.; Grimont, P.; Guillot, E.; Mabilat, C.; Newport, L.; Niemi, M.; Payment, P.; Prescott, A.; Renaud, P.; Rust, A. Analytical methods for microbiological water quality testing. In *Assessing Microbial Safety of Drinking Water. Improving Approaches and Method*; WHO & OECD, IWA Publishing: London, UK, 2003; pp. 237–292.
97. Manafi, M.; Kneifel, W.; Bascomb, S. Fluorogenic and Chromogenic Substrates Used in Bacterial Diagnostics. *Microbiol. Rev.* **1991**, *55*, 335–348.
98. Geissler, K.; Manafi, M.; Amorós, I.; Alonso, J.L. Quantitative Determination of Total Coliforms and *Escherichia coli* in Marine Waters with Chromogenic and Fluorogenic Media. *J. Appl. Microbiol.* **2000**, *88*, 280–285.

99. Byamukama, D.; Kansiime, F.; Mach, R.L.; Farnleitner, A.H. Determination of *Escherichia coli* Contamination with Chromocult Coliform Agar Showed a High Level of Discrimination Efficiency for Differing Faecal Pollution Levels in Tropical Waters of Kampala, Uganda. *Appl. Environ. Microbiol.* **2000**, *66*, 864–868.
100. Eccles, J.P.; Searle, R.; Holt, D.; Dennis, P.J. A Comparison of Methods Used to Enumerate *Escherichia coli* in Conventionally Treated Sewage Sludge. *J. App. Microbiol.* **2004**, *96*, 375–383.
101. Farnleitner, A.H.; Hocke, L.; Beiwl, C.; Kavka, G.G.; Zechmeister, T.; Kirschner, A.K.T.; Mach, R.L. Rapid Enzymatic Detection of *Escherichia coli* Contamination in Polluted River Water. *Lett. Appl. Microbiol.* **2001**, *33*, 246–250.
102. Edberg, S.C.; Kontnick, C.M. Comparison of β -Glucuronidase-Based Substrate Systems for Identification of *Escherichia coli*. *J. Clin. Microbiol.* **1986**, *24*, 368–371.
103. Leclerc, H.; Mossel, D.A.A.; Edberg, S.C.; Struijk, C.B. Advances in the Bacteriology of the Coliform Group: their Suitability as Markers of Microbial Water Safety. *Ann. Rev. Microbiol.* **2001**, *55*, 201–234.
104. Klein, G. Taxonomy, Ecology and Antibiotic Resistance of Enterococci from Food and the Gastro-Intestinal Tract. *Int. J. Food Microbiol.* **2003**, *88*, 123–131.
105. Kühn, I.; Iversen, A.; Burman, L.G.; Olsson-Liljequist, B.; Franklin, A.; Finn, M.; Aarestrup, F.; Seyfarth, A.M.; Blanch, A.R.; Vilanova, X.; Taylor, H.; Caplin, J.; Moreno, M.A.; Dominguez, L.; Herrero, I.A.; Möllby, R. Comparison of Enterococcal Populations in Animals, Humans, and the Environment—An European Study. *Int. J. Food Microbiol.* **2003**, *88*, 133–145.
106. Wheeler, A.L.; Hartel, P.G.; Godfrey, D.G.; Hill, J.L.; Segars, W.I. Potential of *Enterococcus faecalis* as a Human Fecal Indicator for Microbial Source Tracking. *J. Environ. Qual.* **2002**, *31*, 1286–1293.
107. Geldreich, E.E. Fecal Coliform and Fecal Streptococcus Density Relationships in Waste Discharges and Receiving Waters. *Crit. Rev. Environ. Control* **1976**, *6*, 349–369.
108. Doran, J.W.; Linn, D.M. Bacteriological Quality of Runoff Water from Pastureland. *Appl. Environ. Microbiol.* **1979**, *37*, 985–991.
109. Caplenas, N.J.; Kanarek, M.S. Thermotolerant Non-Fecal Source of *Klebsiella pneumoniae*: Validity of the Fecal Coliform Test in Recreational Waters. *Am. J. Public Health* **1984**, *74*, 1273–1275.
110. Gauthier, F.; Neufeld, J.D.; Driscoll, B.T.; Archibald, F.S. Coliform Bacteria and Nitrogen Fixation in Pulp and Paper Mill Effluent Treatment Systems. *Appl. Environ. Microbiol.* **2000**, *66*, 5155–5160.
111. Corso, P.S.; Kramer, M.H.; Blair, K.A.; Addiss, D.G.; Davis, J.P.; Haddix, A.C. Cost of Illness in the 1993 Waterborne Cryptosporidium Outbreak, Milwaukee, Wisconsin. *Emerg. Inf. Dis.* **2003**, *9*, 426–431.
112. MacKenzie, W.R.; Hoxie, N.J.; Proctor, M.E.; Gradus, M.S.; Blair, K.A.; Peterson, D.E.; Kazmierczak, J.J.; Addiss, D.G.; Fox, K.R.; Rose, J.B.; Davis, J.P. A Massive Outbreak in Milwaukee of *Cryptosporidium* Infection Transmitted Through the Public Water Supply. *N. Engl. J. Med.* **1994**, *331*, 161–167.

113. Vilanova, X.; Manero, A.; Cerdà-Cuéllar, M.; Blanch, A.R. The Composition and Persistence of Faecal Coliforms and Enterococcal Populations in Sewage Treatment Plants. *J. Appl. Microbiol.* **2004**, *96*, 279–288.
114. Araujo, M.; Sueiro, R.A.; Gómez, M.J.; Garrido, M.J. Enumeration of *Clostridium perfringens* Spores in Groundwater Samples: Comparison of Six Culture Media. *J. Microbiol. Methods* **2004**, *57*, 175–180.
115. Charriere, G.; Mossel, D.A.A.; Beaudeau, P.; Leclerc, H. Assessment of the Marker Value of Various Components of the *Coli-Aerogenes* Group of *Enterobacteriaceae* and of a Selection of *Enterococcus* spp. for the Official Monitoring of Drinking Water Supplies. *J. Appl. Bacteriol.* **1994**, *76*, 336–344.
116. Martins, M.T.; Sato, M.I.Z.; Alves, M.N.; Stoppe, N.C.; Prado, V.M.; Sanchez, P.S. Assessment of Microbiological Quality for Swimming Pools in South America. *Water Res.* **1995**, *29*, 2417–2420.
117. Ferguson, C.M.; Coote, B.G.; Ashbolt, N.J.; Stevenson, I.M. Relationships Between Indicators, Pathogens and Water Quality in an Estuary System. *Water Res.* **1996**, *30*, 2045–2054.
118. Medema, G.J.; van Asperen, I.A.; Havelaar, A.H. Assessment of the Exposure of Swimmers to Microbiological Contaminants in Fresh Waters. *Water Sci. Technol.* **1997**, *35*, 157–163.
119. Polo, F.; Figueras, M.J.; Inza, I.; Sala, J.; Fleisher, J.M.; Guarro, J. Relationship Between Presence of *Salmonella* and Indicators of Faecal Pollution in Aquatic Habitats. *FEMS Microbiol. Lett.* **1998**, *160*, 253–256.
120. Noble, R.T.; Leecaster, M.K.; McGee, C.D.; Weisberg, S.B.; Ritter K. Comparison of Bacterial Indicator Analysis Methods in Stormwater-Affected Coastal Waters. *Water Res.* **2004**, *38*, 1183–1188.
121. Harwood, V.J.; Levine, A.D.; Scott, T.M.; Chivukula, V.; Lukasik, J.; Farrah, S.R.; Rose, J.B. Validity of the Indicator Organism Paradigm for Pathogen Reduction in Reclaimed Water and Public Health Protection. *Appl. Environ. Microbiol.* **2005**, *71*, 3163–3170.
122. Touron, A.; Berthe, T.; Gargala, G.; Fournier, M.; Ratajczak, M.; Servais, P.; Petit, F. Assessment of Faecal Contamination and the Relationship Between Pathogens and Faecal Bacterial Indicators in an Estuarine Environment (Seine, France). *Mar. Pollut. Bull.* **2007**, *54*, 1441–1450.
123. Garrido-Pérez, M.C.; Anfuso, E.; Acevedo, A.; Perales-Vargas-Machuca, J.A. Microbial Indicators of Faecal Contamination in Waters and Sediments of Beach Bathing Zones. *Int. J. Hyg. Environ. Health* **2008**, *211*, 510–517.
124. Ashbolt, N.; Fujioka, R.; Glymph, T.; McGee, C.; Schaub, S.; Sobsey, M.; Toranzos, G. Pathogen indicators, and indicators of fecal contamination. In *Report of the Experts Scientific Workshop on Critical Research Needs for the Development of New or Revised Recreational Water Quality*; EPA 823-R-07-006; U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Office of Research and Development: Warrenton, VA, 2007; Chapter 2, pp. 35–56.
125. Ferreira, A.P. Caffeine as an Environmental Indicator for Assessing Urban Aquatic Ecosystems. *Cad. Saúde Pública* **2005**, *21*, 1884–1892.

126. Gardinali, P.R.; Zhao, X. Trace Determination of Caffeine in Surface Water Samples by Liquid Chromatography-Atmospheric Pressure Chemical Ionization–Sass spectrometry (LC-APCI-MS). *Environ. Int.* **2002**, *28*, 521–528.
127. Peeler, K.A.; Opsahl, S.P.; Chanton, J.P. Tracking Anthropogenic Inputs Using Caffeine, Indicator Bacteria, and Nutrients in Rural Freshwater and Urban Marine Systems *Environ. Sci. Technol.* **2006**, *40*, 7616–7622.
128. Scott, T.M.; J.B.; Rose, T.M.; Jenkins, S.; Farrah, R.; Lukasik, J. Microbial Source Tracking: Current Methodology and Future Directions. *Appl. Environ. Microbiol.* **2002**, *68*, 5796–5803.
129. Wu, J.; Yue, J.; Hu, R.; Yang, Z.; Zhang, L. Use of Caffeine and Human Pharmaceutical Compounds to Identify Sewage Contamination. *World Acad. Sci. Eng. Technol.* **2008**, *44*, 438–442.
130. Isobe, K.O.; Tarao, M.; Chiem, N.H.; Minh, L.Y.; Takada, H. Effect of Environmental Factors on the Relationship between Concentrations of Coprostanol and Fecal Indicator Bacteria in Tropical (Mekong Delta) and Temperate (Tokyo) Freshwaters. *Appl. Environ. Microbiol.* **2004**, *70*, 814–821.
131. Medema, G.J.; Shaw, S.; Waite, M.; Snozzi, M.; Morreau, A.; Grabow, W. Catchment characteristics and source water quality. In *Assessing Microbial Safety of Drinking Water. Improving Approaches and Method*; WHO & OECD, IWA Publishing: London, UK, 2003; pp. 111–158.
132. EPA. *Source Water Protection Practices Bulletin. Managing Stormwater Runoff to Prevent Contamination of Drinking Water*; Office of Water (4606); United States Environmental Protection Agency (EPA): Washington, DC, USA, 2009.
133. Ferguson D.M.; Moore, D.F.; Getrich, M.A.; Zhouandai, M.H. Enumeration and Speciation of Enterococci Found in Marine and Intertidal Sediments and Coastal Water in Southern California. *J. Appl. Microbiol.* **2005**, *99*, 598–608.
134. Boualam, M.; Mathieu, L.; Fass, S.; Cavard, J.; Gatel, D. Relationship between Coliform Culturability and Organic Matter in Low Nutritive Waters. *Water Res.* **2002**, *36*, 2618–2626.
135. Boualam, M.; Fass, S.; Saby, S.; Lahoussine, V.; Cavard, J.; Gatel, D.; Mathieu, L. Organic Matter Quality and Survival of Coliforms in Low-Nutrient Waters. *J. AWWA* **2003**, *95*, 119–126.
136. Baudišová, D. Evaluation of *Escherichia coli* as the Main Indicator of Faecal Pollution. *Water Sci. Technol.* **1997**, *35*, 333–336.
137. Edberg, S.C.; Rice, E.W.; Karlin, R.J.; Allen, M.J. *Escherichia coli*: The Best Biological Drinking Water Indicator for Public Health Protection. *J. Appl. Microbiol.* **2000**, *88*, 106S–116S.
138. Byappanahalli, M.N.; Whitman, R.L.; Shively, D.A.; Sadowsky, M.J.; Ishii, S. Population Structure, Persistence, and Seasonality of Autochthonous *Escherichia coli* in Temperate, Coastal Forest Soil from a Great Lakes Watershed. *Environ. Microbiol.* **2006**, *8*, 504–513.
139. Ishii, S.; Yan, T.; Shively, D.A.; Byappanahalli, M.N.; Whitman, R.L.; Sadowsky, M.J. *Cladophora* (Chlorophyta) spp. Harbor Human Bacterial Pathogens in Nearshore Water of Lake Michigan. *Appl. Environ. Microbiol.* **2006**, *72*, 4545–4553.
140. Ishii, S.; Ksoll, W.B.; Hicks, R.E.; Sadowsky, M.J. Presence and Growth of Naturalized *Escherichia coli* in Temperate Soils from Lake Superior Watersheds. *Appl. Environ. Microbiol.* **2006**, *72*, 612–621.

141. Ksoll, W.B.; Ishii, S.; Sadowsky, M.J.; Hicks, R.E. Presence and Sources of Fecal Coliform Bacteria in Epilithic Periphyton Communities of Lake Superior. *Appl. Environ. Microbiol.* **2007**, *73*, 3771–3778.
142. Hecq, P.; Hulsmann, A.; Hauchman, F.S.; McLain, J.L.; Schmitz, F. Drinking water regulations. In *Analytical Methods for Drinking Water*; Quevauviller, P., Thompson, K.C., Eds.; John Wiley: London, UK, 2006; Chapter 1.
143. *Total Coliform Rule: A Handbook for Small Noncommunity Water Systems Serving less than 3,300 Persons*; EPA 816-B-06–001; Office of Water (4606M), EPA: Washington, DC, USA, 2006.
144. Espigares, M.; Coca, C.; Fernández-Crehuet, M.; Moreno, O.; Gálvez, R. Chemical and Microbiologic Indicators of Faecal Contamination in the Guadalquivir (Spain). *Eur. Water Pollut. Control* **1996**, *6*, 7–13.

© 2010 by the authors; licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>).