ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗҰУ · МЕДИЦИНА ЖӘНЕ ДЕНСАУЛЫҚ САҚТАУ ФАКУЛЬТЕТІ

Қоршаған ортаны ғылыми зерттеу әдістері · 9-дәріс

Топырақ, су, ауа және биотаны зерттеудегі сынамалардың репрезентативтілігі

Сынама алу стратегиялары, қателік көздері және сапа бақылауы

Раушанова А.М.
әл-Фараби атындағы ҚазҰУ МжДСФ ЭБжДМ кафедрасының профессор м.а.

Алматы · 2026

САБАҚ ТУРАЛЫ

Сабақтың мақсаты мен сұрақтары

САБАҚТЫҢ МАҚСАТЫ

Топырақ, су, ауа және биотаны зерттеуде репрезентативті сынама алу жоспарын құруға және сынама алу қателерінің экспозиция мен тәуекелді бағалауға әсерін түсінуге үйрету.

ҚАРАСТЫРЫЛАТЫН СҰРАҚТАР

1. Репрезентативті сынама ұғымы: нысаннан пробиркаға дейін
2. Репрезентативтіліктің бұзылу көздері
3. Сынама алу стратегиялары
4. Топырақ, су, ауа және биотаның ерекшеліктері
5. Қажетті сынамалар санын есептеу
6. Сапа бақылауы: бланктер мен дубликаттар
7. Эпидемиологиямен байланыс: экспозицияны жіктеу қатесі

КҮТІЛЕТІН НӘТИЖЕЛЕР

Сабақтың соңында не күтеміз

Білу

- репрезентативтілік ұғымы мен бұзылу көздерін
- сынама алу стратегияларын
- төрт ортаның ерекшеліктерін

Істей алу

- мақсатқа сай сынама алу стратегиясын таңдау
- сынамалар санын $n = (t \cdot CV / E)^2$ формуласымен есептеу
- сапа бақылау сынамаларын жоспарлау

Меңгеру

- нақты кейс бойынша сынама алу жоспарын құру дағдысы

Сабақ нәтижелері — циклдің қорытынды құзыреттерінің бөлігі: зерттеу сұрағын қою, әдісті таңдау, сенімді деректер жинау және оларды денсаулықпен байланыстыра талдау.

АУДИТОРИЯҒА СҰРАҚ · 2 МИНУТ

Сіз өзеннен 1 литр су алдыңыз. Бұл литр өзен туралы не айтады?

Көршіңізбен талқылаңыз: «ештеңе дерлік» емес, «көп нәрсе» деп жауап беру үшін сынама алу орны, уақыты және тәсілі туралы не білу қажет?

ҰҒЫМ

Репрезентативті сынама дегеніміз не

> Сынаманың құрамы мен қасиеттері зерттелетін нысанды белгілі қателікпен — кеңістікте де, уақытта да — бейнелесе, ол репрезентативті болып саналады.

Нысан

Бас жиынтық: топырақ учаскесі, су айдыны, ауа бассейні, ағзалар популяциясы

Сынама

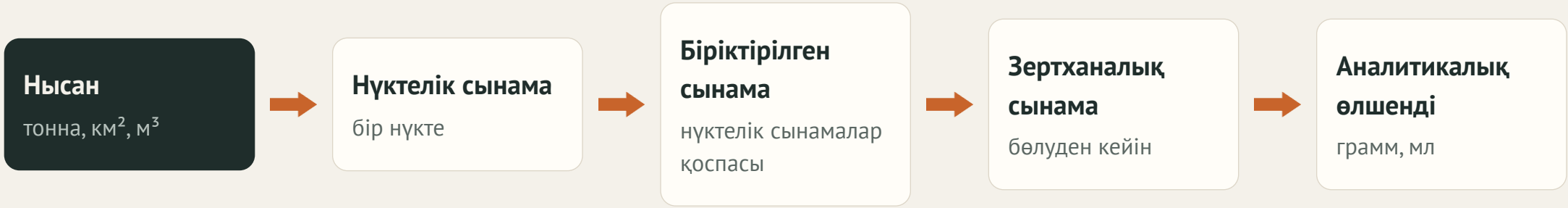
Нысанның зертханада талдауға қолжетімді шектеулі бөлігі

Шарт

Жүйелі қателікті болдырмайтын, алдын ала құрылған жоспар бойынша сынама алу

ҰҒЫМ

Нысаннан пробиркаға дейін: репрезентативтілік қай кезеңде жоғалады



Сынама алу қателігі көбінесе аналитикалық қателіктен асып түседі: дұрыс алынбаған сынаманы зертхана түзете алмайды.

Сұрақ: тізбектің қай кезеңінде қателік ықтималдығы ең жоғары? Неліктен?

ҚАТЕЛІК КӨЗДЕРІ

Репрезентативтілік бұзылуының төрт көзі

Кеңістіктік біртекті еместік

Ластану дақтары, «ыстық нүктелер», көзден алыстаған сайын концентрация градиенттері

Уақыттық өзгергіштік

Тәуліктік және маусымдық циклдер, залпты шығарындылар мен төгінділер, метеожағдайлар мен гидрологиялық фазалардың ауысуы

Сынама алу кезіндегі ластану

Құрал, ыдыс, қолғап, ластанудың бір нүктеден екіншісіне тасымалдануы

Сақтау кезіндегі өзгерістер

Қабырғаларға сорбция, булану, тотығу, биологиялық ыдырау — консервациялау, салқындату, мерзімдерді сақтау қажет

СТРАТЕГИЯЛАР

Сынама алу стратегиялары

Қарапайым кездейсоқ	Нүктелер кездейсоқ таңдалады (кездейсоқ сандар кестесі, координаттар генераторы)	Нысан біртекті, алдын ала деректер жоқ
Жүйелі	Тұрақты тордың түйіндері немесе тең уақыт аралықтары	Картаға түсіру, градиенттер мен «ыстық нүктелерді» іздеу
Стратификацияланған	Нысан біртекті аймақтарға бөлінеді, әр аймақта — кездейсоқ іріктеу	Аймақтар белгілі: өнеркәсіптік және тұрғын аймақ, тереңдіктер, маусымдар
Мақсатты (сараптамалық)	Нүктелерді маман ластану белгілері бойынша таңдайды	Көзді іздеу, шағымдар, апаттар; орташа мәнді бағалауға жарамайды
Композитті (құрама)	Нүктелік сынамаларды бір біріктірілген сынамаға араластыру	Талдаулар саны шектеулі болғанда орташа мәнді бағалау

2-БӨЛІМ

Топырақ · Су · Ауа · Биота

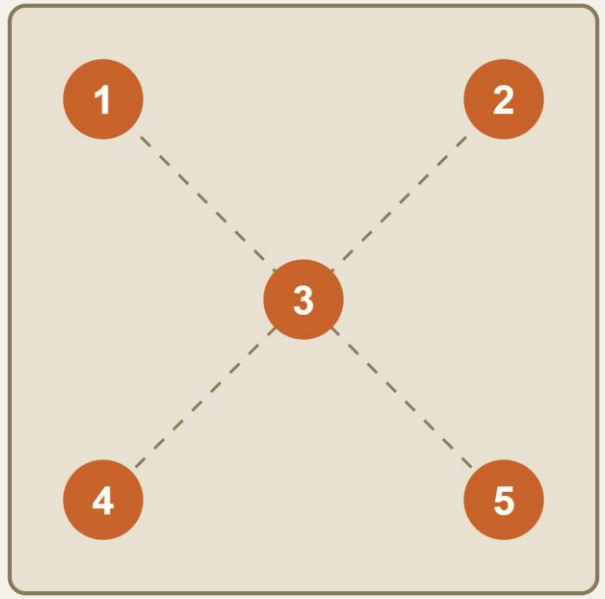
Әр ортаның кеңістіктегі біртекті еместігінің өз ауқымы және уақыт бойынша өзгерудің өз жылдамдығы бар.

ДАУЫС БЕРУ

Қай орта уақыт бойынша ең өзгергіш? Ал кеңістікте ше? Өз нұсқаңызға қолыңызды көтеріңіз.

Топырақ: кеңістікте біртекті емес, уақыт бойынша тұрақты

- Сынама алу алаңы ластану көзін, жер бедерін және жел раушанын ескеріп таңдалады; фондық алаң міндетті
- Біріктірілген сынама — кемінде 5 нүктелік сынамадан (конверт немесе диагональ әдісі), массасы кемінде 1 кг
- Тереңдік мақсатқа сай: бетке шөгетін заттар (металдар, мұнай өнімдері) үшін 0–5 және 5–20 см; миграцияны зерттеу үшін — профиль бойынша
- Құрал бояусыз және татсыз; металдар үшін — пластик немесе тот баспайтын болат; ыдыс таза, таңбаланған



Конверт әдісі: 5 нүктелік сынама → 1 біріктірілген

СУ

Су: кеңістікте де, уақытта да өзгергіш

Қай жерден алу

- Фондық створ — ластану көзінен жоғары
- Бақылау створы — төгіндіден төмен, толық араласқаннан кейін
- Ені және тереңдігі бойынша: жағалауда және ағыс өзегінде, беткі және түп қабаттарда

Қашан және қалай

- Бір реттік сынама — сәтті көрсетеді; уақыт бойынша құрама немесе су шығынына пропорционал сынама — орташа мәнді
- Су режимінің фазаларын ескеру: су тасқыны, су азайған кезең (межень)
- Көрсеткішке сай ыдыс, орнында консервациялау, салқындату, талдауға дейінгі шекті мерзім

АУА

Ауа: уақыт бойынша өзгергіштігі ең жоғары

Бекеттер

Стационарлық, маршруттық, жылжымалы; алау астындағы бақылаулар — көздің түтін шлейфінің астында

Уақыт

Бір реттік сынама (20–30 мин) — шыңдық концентрациялар; орташа тәуліктік — созылмалы экспозиция; әр түрлі сағаттарда алу

Жағдайлар

Биіктігі 1,5–3,5 м (тыныс алу аймағы); желді, температураны, қысымды, ылғалдылықты тіркеу

> Сынаманың орташалау уақыты нормативке сәйкес болуы керек: бір реттік концентрацияны орташа тәуліктік ШЖК-мен салыстырмайды.

БИОТА

Биота: даралар, ұлпалар және маусымдар арасындағы өзгергіштік

Түр	Бір биоиндикатор түр: мүктер, қыналар, ағаш жапырақтары, ұлулар, балық
Дара	Жасы, мөлшері, жынысы тар шектерде; бірнеше дарадан біріктірілген сынама
Ұлпа немесе мүше	Әрқашан бірдей: бауыр, бұлшықет, бір ярустың жапырақтары
Уақыт	Барлық нүктелерде бір маусым және бір даму фазасы
Өсімдіктегі орны	Жапырақтар ағаш басының (кронаның) шеткі бөлігінен, бір биіктікте, ағаштың барлық жағынан

Этика: даралардың ең аз қажетті саны; қорғалатын түрлерден сынама алынбайды.

ЖИЫНТЫҚ · ДАУЫС БЕРУДІ ТЕКСЕРЕМІЗ

Төрт ортаны салыстыру

Негізгі біртекті еместік	кеңістіктік	кеңістік және уақыт	уақыттық	даралар арасындағы
Өзгеру жылдамдығы	жылдар	сағаттар — маусымдар	минуттар — тәуліктер	маусымдар — жылдар
Әдеттегі сынама	5+ нүктеліктен біріктірілген	бір реттік немесе құрама	бір реттік немесе орташа тәуліктік	бірнеше дарадан біріктірілген
Қателіктің басты қаупі	«ыстық нүктелер»	залпты төгінділер, сақтау	метеожағдайлар, сынама алу уақыты	жасы, ұлпа, маусым
Негізгі құжаттар	ГОСТ 17.4.x, ISO 18400	ГОСТ 31861, ISO 5667	ГОСТ 17.2.3.01, РД 52.04.186	нысан бойынша әдістемелер

ЖОСПАРЛАУ · ЕСЕПТІК ТАПСЫРМА

Қанша сынама қажет?

$$n = (t \cdot CV / E)^2$$

- **t** — Стьюдент коэффициенті (95 % және үлкен n кезінде ≈ 1,96)
- **CV** — көрсеткіштің вариация коэффициенті, % (пилоттық зерттеуден немесе әдебиеттен)
- **E** — орташа мәннің рұқсат етілген салыстырмалы қателігі, %

Тапсырма (3 минут)

Пилоттық зерттеу: топырақтағы қорғасын мөлшерінің CV — 40 %. Орташа мәнді 95 % сенімділікпен ±20 %-дан аспайтын қателікпен бағалау қажет. Қанша сынама алу керек?

Жауап

$n = (1{,}96 \cdot 40 / 20)^2 \approx 15{,}4 \rightarrow 16$ сынама

САПА БАҚЫЛАУЫ

Сапа бақылауы: сынаманың сенімділігін дәлелдеу

Далалық бланк

Таза орта сынама алудың барлық операцияларынан өтеді — контаминацияны анықтайды

Дубликаттар

Сол нүктеден қайталама сынама — сынама алудың қайталанымдылығын бағалайды

Тасымалдау бланкі

Таза ортасы бар ыдыс сынамалармен бірге жүреді — жолдағы ластануды анықтайды

Сынама алу хаттамасы

Күні, уақыты, координаттары, ауа райы, тереңдігі, орындаушы, нүктенің фотосы

Сақтау тізбегі

Сынаманы кім, қашан және қандай күйде тапсырды (chain of custody)

Сақтау жағдайлары

Температура, консервант, талдау басталғанға дейінгі шекті мерзім

ЭПИДЕМИОЛОГИЯМЕН БАЙЛАНЫС

Репрезентативті емес сынама — тәуекелдің ығысқан бағасы

Сынама алу қателігі → Экспозицияны жіктеу қателігі → **Байланыс өлшемінің ығысуы (OR, RR)**

Дифференциацияланбаған жіктеу қателігі, әдетте, бағаны нөлге қарай ығыстырады — нақты әсер «жоғалады». Дифференциацияланған қателік байланысты асыра да, кеміте де көрсетуі мүмкін.

ТАЛҚЫЛАЙЫҚ

Ауа сынамалары тек желсіз күндері алынды. Халық экспозициясының бағасы қай бағытқа ығысады?

ТОПТЫҚ ЖҰМЫС · 15 МИНУТ

Кейс: көмір ЖЭО және қарқынды автомагистраль

Көмірмен жұмыс істейтін ЖЭО мен ірі автомагистраль маңындағы шағын аудан тұрғындары балалардың жиі респираторлық аурулары туралы шағымданады. Сізге экспозицияны бағалауды жоспарлау тапсырылды.

1-ТОП	2-ТОП	3-ТОП	4-ТОП
Топырақ	**Су**	**Ауа**	**Биота**

Өз ортаңыз үшін анықтаңыз:

сынама алу стратегиясы · нүктелер, оның ішінде фондық · уақыты мен жиілігі · сынамалар саны · сапа бақылау шаралары · репрезентативтілік бұзылуының басты қаупі

ӨЗІН-ӨЗІ ТЕКСЕРУ

Өзіңізді тексеріңіз

1

Неліктен ауаның бір реттік сынамасын орташа тәуліктік ШЖК-мен салыстыруға болмайды?

2

Далалық (бос) бланк не үшін қажет?

3

Өнеркәсіптік аймағы мен тұрғын құрылысы бар аумақта стратификацияланған іріктеу қарапайым кездейсоқ іріктеуден несімен артық?

4

Неліктен биомониторингте бір жастағы даралар және әрқашан бір ғана ұлпа алынады?

ҚОРЫТЫНДЫ

Ең бастысы

1. Репрезентативтілік зертханада емес, сынама алу жоспарында қаланады.
2. Сынама алу стратегиясы мақсаттан туындайды: орташа мән, карта немесе ластану көзі.
3. Әр орта кеңістікте де, уақытта да өз ауқымын талап етеді.
4. Сапа бақылауы мен хаттамасыз сынама нәтижесін дәлелдеу мүмкін емес.

ДЕРЕККӨЗДЕР

Нормативтік құжаттар

- **ГОСТ 17.4.3.01-2017.** Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб
- **ГОСТ 17.4.4.02-2017.** Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа
- **ISO 18400** (сериясы). Soil quality — Sampling
- **ГОСТ 31861-2012.** Вода. Общие требования к отбору проб
- **ISO 5667** (сериясы). Water quality — Sampling
- **ГОСТ 17.2.3.01-86.** Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населённых пунктов
- **РД 52.04.186-89.** Руководство по контролю загрязнения атмосферы
- [Қолданыстағы ұлттық құжаттар және кафедраның оқу әдебиеті]

ТАЛҚЫЛАУ

Материалды талқылауға арналған сұрақтар

1. Неліктен репрезентативтілік зертханада емес, сынама алу жоспарында қаланады?
2. Біріктірілген сынаманың артықшылығы мен кемшілігі неде?
3. Өзен суынан бір рет сынама алу қандай жағдайда жеткіліксіз?
4. Қай ортада уақыттық өзгергіштік ең жоғары және бұл жоспарға қалай әсер етеді?
5. CV = 40% болғанда, рұқсат етілген қателікті 20%-дан 10%-ға азайтса, сынамалар саны қанша есе өседі?
6. Экспозицияны жіктеу қатесі OR мен RR бағасын қалай ығыстырады?
7. ЖЭО маңындағы кейсте фондық нүктені қалай таңдайсыз?