MPBSE Class 12 — Elementary Science & Math (Agriculture)

1. Which gas is essential for photosynthesis?
प्रकाश-संश्लेषण के लिए कौन-सी गैस आवश्यक है?

A) Oxygen / ऑक्सीजन

B) Nitrogen / नाइट्रोजन

C) Carbon dioxide / कार्बन डाइऑक्साइड

D) Hydrogen / हाइड्रोजन

Answer: C

2. Photosynthesis primarily occurs in which part of the leaf?
प्रकाश-संश्लेषण मुख्यतः पत्ती के किस भाग में होता है?

A) Vein / नसा

B) Mesophyll / मेसिफिल

C) Stomata / स्टोमाटा

D) Epidermis / एपिडर्मिस

Answer: B

3. Water absorption in plants mainly happens through:
पौधों में जल का अवशोषण मुख्य रूप से किसके द्वारा होता है?

A) Stem / तना

B) Leaves / पत्तियाँ

C) Root hairs / जड़ बाल

D) Flowers / पुष्प

Answer: C

4. Which soil type holds the most water?
किस मिट्टी प्रकार में जल धारण क्षमता सबसे अधिक होती है?

A) Sandy / रेतीली

B) Clay / चिकनी

C) Loamy / दोमट

D) Silt / सिल्ट

Answer: B

5. What is the SI unit of force?
बल की SI इकाई क्या है?

A) Newton / न्यूटन

B) Joule / जूल

C) Watt / वॉट

D) Pascal / पास्कल

Answer: A

6. The derivative of x^2 is:

x^2 का अवकलज क्या है?

A) x
B) 2x
C) x^2
D) 2
Answer: B

7. Which nutrient deficiency causes chlorosis?

किस पोषक तत्व की कमी से क्लोरोसिस (पत्तियों का पीला पड़ना) होता है?

A) Nitrogen / नाइट्रोजन

B) Potassium / पोटैशियम

C) Iron / लोहा

D) Calcium / कैल्शियम

Answer: A

8. NPK in fertilizers stands for:

उर्वरकों में NPK का क्या अर्थ है?

A) Nitrogen, Potassium, Calcium
B) Nickel, Phosphorus, Krypton
C) Nitrogen, Phosphorus, Potassium
D) Sodium, Phosphorus, Kalium
Answer: C

9. Which vitamin helps in blood clotting?

रक्त के थक्का बनने में कौन सा विटामिन मदद करता है?

A) Vitamin C
B) Vitamin A
C) Vitamin D
D) Vitamin K
Answer: D

10. The value of π (pi) up to two decimal places is:

π का मान दो दशमलव तक कितना है?

A) 3.12
B) 3.14
C) 3.16
D) 3.18
Answer: B

11. The integral of 2x dx is:

$\int 2x\,dx$ का मान क्या है?

A) $x^2 + C$
B) $2x^2 + C$
C) $x + C$
D) $x^3/3 + C$
Answer: A

12. Which law relates force and rate of change of momentum?
कौन सा नियम बल और संवेग में परिवर्तन की दर को जोड़ता है?

A) Newton's First Law
B) Newton's Second Law
C) Newton's Third Law
D) Law of Gravitation
Answer: B

13. The atomic number of Carbon is:
कार्बन का परमाणु क्रमांक क्या है?

A) 6
B) 8
C) 12
D) 14
Answer: A

14. Which process directly converts solid to gas?
कौन सी प्रक्रिया ठोस को सीधे गैस में बदलती है?

A) Evaporation
B) Sublimation
C) Melting
D) Condensation
Answer: B

15. Mean of numbers 2, 4, 6, 8 is:

2, 4, 6, 8 का औसत क्या है?

A) 4
B) 5
C) 6
D) 7
Answer: B

16. Which of these is a renewable energy source?

इनमें से कौन नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत है?

A) Coal / कोयला

B) Solar energy / सौर ऊर्जा

C) Natural Gas / प्राकृतिक गैस

D) Petroleum / पेट्रोलियम

Answer: B

17. Soil pH affects nutrient availability.

मिट्टी का pH पोषक तत्वों की उपलब्धता को प्रभावित करता है।

A) True / सत्य

B) False / असत्य

Answer: A

18. ATP stands for:

ATP का पूरा नाम है:

A) Adenosine Triphosphate
B) Adenine Triphosphate
C) Adenosine Diphosphate
D) Adenosine Monophosphate
Answer: A

19. Which of the following equations is quadratic?

निम्नलिखित में से कौन सा द्विघात समीकरण है?

A) $x + 2 = 0$
B) $x^2 + 6x + 9 = 0$
C) $x^3 - 2 = 0$
D) $2x - 3 = 0$
Answer: B

20. The slope of line joining (1, 2) and (3, 6) is:

(1,2) और (3,6) को जोड़ने वाली रेखा की ढाल क्या है?

A) 1
B) 2
C) 3
D) 4
Answer: B

21. Difference between two sets {1,2,3} and {2,3,4} is:

सेट {1,2,3} – {2,3,4} का परिणाम क्या है?

A) {1}
B) {4}
C) {1,4}
D) {}
Answer: A

22. pH of pure water at 25°C is:

25°C पर शुद्ध पानी का pH कितना होता है?

A) 6
B) 7
C) 8
D) 5
Answer: B

23. The area of a circle of radius r is:

त्रिज्या r के वृत्त का क्षेत्रफल क्या है?

A) πr
B) πr^2
C) $2\pi r$
D) $4\pi r^2$
Answer: B

24. Which is NOT a macronutrient for plants?

निम्न में से कौन पौधों के लिए मैक्रोन्यूट्रिएंट नहीं है?

A) Nitrogen
B) Phosphorus
C) Iron
D) Potassium
Answer: C

25. Which instrument measures soil pH?

मिट्टी का pH मापने का यंत्र कौन सा है?

A) Barometer / बैरोमीटर

B) pH meter / पीएच मीटर

C) Anemometer / एनिमीमीटर

D) Hygrometer / हाइजरोमीटर

Answer: B

26. $\text{Log}_{10}(100)$ equals:

$\log_{10}(100)$ का मान क्या है?

A) 1
B) 2
C) 10
D) 100
Answer: B

27. Which element is present in all amino acids?

सभी अमीनो अम्लों में कौन सा तत्व होता है?

A) Oxygen
B) Nitrogen
C) Phosphorus
D) Sulfur
Answer: B

28. The value of C(n,1) is:

C(n,1) का मान क्या है?

A) n
B) 1
C) n−1
D) n+1
Answer: A

29. Which law is described by F = ma?

F = ma किस नियम का समीकरण है?

A) Newton's First Law
B) Newton's Second Law
C) Newton's Third Law
D) Law of Gravitation
Answer: B

30. A function $f(x)=x^3$ is:

$f(x) = x^3$ किस प्रकार की श्रेणी है?

A) Linear
B) Quadratic
C) Cubic
D) Constant
Answer: C

31. Which practice reduces soil erosion on slopes?

ढालों पर मिट्टी का अपरदन कम करने के लिए कौन-सा अभ्यास उपयोगी है?

A) Monoculture on slopes
B) Overgrazing
C) Contour ploughing
D) Deforestation
Answer: C

32. What is the perimeter of a square with side a?

भुजा a वाले वर्ग का परिमाप क्या है?

A) 4a
B) a^2
C) 2a
D) a/4
Answer: A

33. Which of the following is a geometric progression?

इनमें से कौन गुणोत्तर श्रेणी है?

A) 2,4,6,8
B) 1,3,5,7
C) 3,6,12,24
D) 5,10,15,20
Answer: C

34. Water potential is measured in:

वाटर पोटेंशियल किसमें मापा जाता है?

A) Bars
B) MPa
C) Pascal
D) All of the above
Answer: D

35. If $f(x) = x^2 + 3x + 2$, then $f'(x)$ =

यदि $f(x) = x^2 + 3x + 2$, तो $f'(x)$ =

A) 2x+3
B) x+3
C) 2x
D) 3
Answer: A

36. Which crop rotation helps nitrogen fixation?

नाइट्रोजन स्थिरीकरण में मदद करने वाला फसल चक्र कौन सा है?

A) Rice–Wheat
B) Legume–Wheat
C) Continuous cereal
D) Fallow
Answer: B

37. Denitrification happens under:

डीनाइट्रीफिकेशन कब होता है?

A) Aerobic conditions
B) Anaerobic conditions
C) Optimal moisture
D) High nitrogen fertilizer only
Answer: B

38. The derivative of sin x is:

sin x का अवकलज क्या है?

A) cos x
B) −cos x
C) sin x
D) −sin x
Answer: A

39. The limit of $(\sin x)/x$ as $x \to 0$ is:

$x \to 0$ पर $(\sin x)/x$ का मान क्या है?

A) 0
B) 1
C) ∞
D) −1
Answer: B

40. Biological nitrogen fixation is performed by:

नाइट्रोजन स्थिरीकरण किसके द्वारा किया जाता है?

A) Fungi
B) Nitrifying bacteria
C) Rhizobium bacteria
D) Protozoa
Answer: C

41. If matrix A = [[1,0],[0,1]], determinant of A is:

यदि मैट्रिक्स A = [[1,0],[0,1]] है, तो इसका निर्धारित फल क्या है?

A) 0
B) 1
C) 2
D) −1
Answer: B

42. Which instrument measures rainfall?

बारिश को मापने का यंत्र कौन सा है?

A) Anemometer
B) Rain gauge
C) Hygrometer
D) Barometer
Answer: B

43. Crop residue mulching reduces:

फसल अवशेष mulch करने से क्या कम होता है?

A) Soil moisture
B) Soil erosion
C) Soil fertility
D) Water infiltration
Answer: B

44, The integral of cos x dx is:

∫cos x dx का मान क्या है?

A) sin x + C
B) −sin x + C
C) tan x + C
D) cos x + C
Answer: A

45. Which vitamin deficiency causes scurvy?

किस विटामिन की कमी से स्कर्वी रोग होता है?

A) Vitamin A
B) Vitamin D
C) Vitamin C
D) Vitamin K
Answer: C

Assertion-Reason (A–R) style MCQs

Instructions for students / निर्देश

For each question choose:
A. Both A and R are true and R is the correct explanation of A.
B. Both A and R are true but R is NOT the correct explanation of A.
C. A is true, R is false.
D. A is false, R is true.

प्रत्येक प्रश्न में चुनें:
A. A और R दोनों सत्य हैं और R, A का सही स्पष्टीकरण है।
B. A और R दोनों सत्य हैं पर R, A का सही स्पष्टीकरण नहीं है।
C. A सत्य है, R असत्य है।
D. A असत्य है, R सत्य है।

1. A: Photosynthesis occurs mainly in the mesophyll cells of leaves.
R: Mesophyll cells contain chloroplasts which house chlorophyll and the photosynthetic apparatus.
A: पत्तियों में मुख्यतः मेसिफिल कोशिकाओं में प्रकाश-संश्लेषण होता है।
R: मेसिफिल कोशिकाओं में क्लोरोप्लास्ट होते हैं जिनमें क्लोरोफिल और प्रकाश-संश्लेषण उपकरण होते हैं।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R correctly explains A.**
दोनों सत्य और R, A का सही कारण है।

2. A: Nitrogen deficiency typically causes yellowing of older leaves (chlorosis).
R: Nitrogen is a mobile nutrient and is retranslocated from older to younger tissues when scarce.
A: नाइट्रोजन की कमी से पुराने पत्ते पीले हो जाते हैं।
R: नाइट्रोजन एक गतिशील पोषक है और आवश्यकता पर पुराने से युवा ऊतकों में भेजा जाता है।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; mobility explains older leaf chlorosis.**
दोनों सत्य; गतिशीलता कारण है।

3, A: Clay soils have greater water-holding capacity than sandy soils.
R: Clay particles are finer and have higher surface area and more micropores to retain water.
A: चिकनी मिट्टी (क्ले) में रेत की तुलना में जलधारण क्षमता अधिक होती है।
R: क्ले कण महीन और सतह क्षेत्र ज्यादा होने के कारण जल और सूक्ष्म छिद्र रोकते हैं।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true and R explains A.**
दोनों सत्य; R स्पष्ट करता है।

4. A: Nitrate is the preferred nitrogen form for most crops.
R: Nitrate is more readily available and moves with soil water to roots.
A: नाइट्रेट ज्यादातर फसलों के लिए पसंदीदा नाइट्रोजन रूप है।
R: नाइट्रेट आसानी से उपलब्ध होता है और जड़ों तक पानी के साथ चलता है।
Answer: **B.**
Explanation: **Both true, but R is not always the *only* reason (plants uptake depends on species; ammonium also used). Mark B because both true but R is not the exclusive correct explanation in all contexts.**
दोनों सत्य पर R हर स्थिति में A का केवल कारण नहीं — इसलिए B बेहतर।

5. A: Specific heat of water is high.
R: High specific heat makes water a good buffer of temperature in environments.
A: पानी की विशिष्ट ऊष्मा (specific heat) अधिक होती है।
R: उच्च विशिष्ट ऊष्मा पानी को पर्यावरणीय तापमान बदलावों के प्रति एक अच्छा बफर बनाती है।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains A.**
दोनों सत्य; R समझाता है।

6. A: The derivative of x^3 is $3x^2$.
R: Differentiation lowers the power by 1 and multiplies by the original power.
A: x^3 का व्युत्पन्न $3x^2$ है।
R: अवकलन में घात घटता है और पहले के घात से गुणा होता है।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains differentiation rule.**
दोनों सत्य; R सही स्पष्टीकरण है।

7. A: pH of pure water at 25°C is 7 (neutral).
R: At 25°C the concentrations of H^+ and OH^- are both 1×10^{-7} M.
A: 25°C पर शुद्ध पानी का pH 7 होता है।
R: उस तापमान पर H^+ और OH^- का सांद्रण समान 1×10^{-7} M होता है।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains neutrality.**
दोनों सत्य; R समझाता है।

8. A: The quadratic formula gives complex roots when discriminant is negative.
R: Discriminant $b^2 - 4ac < 0$ implies negative value under square root, producing imaginary numbers.
A: द्विघात सूत्र जटिल जड़ें देता है जब डिस्क्रिमिनेंट ऋणात्मक हो।
R: $b^2 - 4ac < 0$ होने पर $\sqrt{}$(negative) काल्पनिक परिणाम देता है।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains.**
दोनों सत्य; R कारण है।

9. A: Excessive irrigation can cause waterlogging and reduce root aeration.
R: Waterlogged soils have reduced oxygen diffusion, causing root respiration to suffer.
A: अत्यधिक सिंचाई जलभराव पैदा कर सकती है जिससे जड़ों की हवादारता घटती है।
R: जलभरित मिट्टी में ऑक्सीजन का संचरण कम होता है जिससे जड़ की श्वसन प्रभावित होती है।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true and R explains.**
दोनों सत्य; R कारण है।

10. A: ATP is the main energy currency in cells.
R: Hydrolysis of ATP to ADP releases energy used by cellular processes.
A: ATP कोशिकाओं में मुख्य ऊर्जा रूप है।
R: ATP का ADP में जल्वघटन ऊर्जा देता है जो प्रक्रियाओं में उपयोग होती है।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains.**
दोनों सत्य; R कारण है।

11. A: Soil pH affects availability of micronutrients like iron and zinc.
R: At high pH many micronutrients precipitate or become less soluble and thus less available.
A: मिट्टी का pH लौह और जिंक जैसे सूक्ष्म पोषकों की उपलब्धता को प्रभावित करता है।
R: उच्च pH पर कई सूक्ष्म पोषक अवक्षेपित हो जाते हैं या कम घुलनशील बनते हैं।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains decreased availability.**
दोनों सत्य; R कारण है।

12. A: The mean of 2, 4, 6, 8 is 5.
R: Mean = (2 + 4 + 6 + 8)/4 = 20/4 = 5.
A: 2,4,6,8 का औसत 5 है।
R: औसत सूत्र से यह निकला जाता है।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R calculation correct.**
दोनों सत्य; R गणना है।

13. A: Legume crops help increase soil nitrogen through biological nitrogen fixation.
R: Symbiotic bacteria (Rhizobium) in root nodules convert atmospheric N_2 to ammonia.
A: फलियाँ (लेग्युम) मिट्टी का नाइट्रोजन बढ़ाने में मदद करती हैं।
R: रुट नोड्यूल्स में राइजोबियम जैसे बैक्टीरिया वायु N_2 को अमोनिया में बदलते हैं।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains fixation process.**
दोनों सत्य; R कारण है।

14. A: Density of water is maximum at 4°C.
R: Hydrogen bonding causes water molecules to pack most closely near 4°C.
A: पानी का घनत्व 4°C पर अधिकतम होता है।
R: हाइड्रोजन बॉन्डिंग के कारण 4°C के पास पानी अति निकटता से पैक होता है।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains anomalous behavior.**
दोनों सत्य; R कारण है।

15. A: The determinant of identity matrix I_2 is 1.
R: Determinant of diagonal matrix is product of diagonal elements (1×1=1).
A: I_2 मैट्रिक्स का डिटरमिनेंट 1 है।
R: डायगोनल मैट्रिक्स का डिटरमिनेंट उसके डायगोनल आइटम्स का गुणनफल होता है।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains.**
दोनों सत्य; R कारण है।

16. A: Soil texture influences water retention and permeability.
R: Finer textures (more clay) hold more water but reduce permeability.
A: मिट्टी की बनावट जलधारण और पारगम्यता को प्रभावित करती है।
R: सूक्ष्म बनावट (क्ले) अधिक पानी रखती है पर पारगम्यता घटा देती है।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains.**
दोनों सत्य; R कारण है।

17. A: $\log_{10}(1000) = 3$.
R: Because $1000 = 10^3$ so log base 10 is 3.
A: $\log_{10}(1000) = 3$ है।
R: $1000 = 10^3$, इसलिए लॉग 3 है।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains.**
दोनों सत्य; R कारण है।

18. A: Chlorophyll absorbs mainly blue and red wavelengths of light.
R: Green light is reflected which is why plants appear green.
A: क्लोरोफिल मुख्यतः नीले और लाल प्रकाश को अवशोषित करता है।
R: हरा प्रकाश परावर्तित होता है इसलिए पौधे हरे दिखते हैं।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains observed color.**
दोनों सत्य; R कारण है।

19. A: Overuse of nitrogen fertilizer can cause nitrate leaching into groundwater.
R: Nitrate is soluble and moves with percolating water beyond the root zone.
A: नाइट्रोजन उर्वरक का अत्यधिक उपयोग नाइट्रेट को भूजल में लीक करवा सकता है।
R: नाइट्रेट घुलनशील होता है और पानी के साथ मूल क्षेत्र के बाहर चला जाता है।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains mechanism.**
दोनों सत्य; R कारण है।

20. A: The derivative of sin x is cos x.
R: The basic limit definition of derivative gives d/dx(sin x) = cos x.
A: sin x का अवकलज cos x है।
R: अवकलन की सीमा परिभाषा से यह सिद्ध होता है।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains mathematical basis.**
दोनों सत्य; R कारण है।

21. A: A larger leaf area index (LAI) generally increases crop transpiration.
R: Greater leaf area exposes more stomata and surface for transpiration to occur.
A: ज्यादा लीफ एरिया इंडेक्स फसल के ट्रांसपाइरेशन को बढ़ाता है।
R: अधिक पत्ती क्षेत्र स्टोमाटा और सतह बढ़ाता है जिससे ट्रांसपिरेशन बढ़ती है।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains relationship.**
दोनों सत्य; R कारण है।

22. A: In the quadratic equation $ax^2 + bx + c = 0$, if $b^2 - 4ac = 0$ there is one real repeated root.
R: Zero discriminant gives both roots equal to $-b/(2a)$.
A: अगर $b^2 - 4ac = 0$ हो तो द्विघात समीकरण की एक ही पुनरावृत्ति वाली वास्तविक जड़ होती है।
R: शून्य डिस्क्रिमिनेंट पर दोनों जड़ें $-b/(2a)$ के समान होती हैं।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains root.**
दोनों सत्य; R कारण है।

23. A: Composting reduces the volume of organic waste and converts it to stable humus.
R: Microbial degradation during composting mineralizes some nutrients and stabilizes organic matter.
A: कंपोस्टिंग जैविक अपशिष्ट की मात्रा घटाकर उसे स्थिर ह्यूमस में बदल देता है।
R: कंपोस्टिंग में सूक्ष्मजीवों द्वारा विघटन कुछ पोषक तत्वों को मिनरलाइज़ और कार्बनिक पदार्थों को स्थिर करते हैं।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains process.**
दोनों सत्य; R कारण है।

24. A: The integral of $1/x\,dx$ is $\ln|x| + C$.
R: Because derivative of $\ln|x|$ is $1/x$ for $x \neq 0$.
A: $\int 1/x\,dx = \ln|x| + C$ है।
R: $\ln|x|$ का अवकलज $1/x$ होता है $(x \neq 0)$।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R justifies.**
दोनों सत्य; R कारण है।

25. A: Soil organic matter improves soil structure and water-holding capacity.
R: Organic matter acts as a binding agent, forming aggregates and increasing porosity.
A: मिट्टी में जैविक पदार्थ मिट्टी की संरचना और जलधारण क्षमता बढ़ाता है।
R: जैविक पदार्थ बाइंडर की तरह काम करता है, एग्रीगेट बनाता और छिद्रता बढ़ाता है।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains effect.**
दोनों सत्य; R कारण है।

26. A: In matrices, switching two rows changes the sign of determinant.
R: Determinant is an alternating multilinear function and row swap multiplies determinant by -1.
A: दो पंक्तियों का स्थान बदलने से मैट्रिक्स के डिटरमिनेंट का चिन्ह बदल जाता है।
R: डिटरमिनेंट एक alternating multilinear फलन है और पंक्ति swap से -1 का गुणन होता है।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains property.**
दोनों सत्य; R कारण है।

27. A: Evaporation is a cooling process.
R: Evaporation requires latent heat which is taken from the surroundings lowering temperature.
A: वाष्पीकरण एक शीतलन प्रक्रिया है।

R: वाष्पीकरण के लिए latent heat चाहिए जो आस-पास से ली जाती है और ताप गिरता है।

Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains cooling.**
दोनों सत्य; R कारण है।

28. A: Buffer solutions resist large pH changes when small amounts of acid or base are added.
R: Buffers contain a weak acid and its conjugate base (or vice versa) which neutralize added H^+ or OH^-.
A: बफर घोल थोड़ी मात्रा में एसिड/क्षार आने पर pH में बड़े बदलाव से रोकता है।

R: बफर में एक कमजोर अम्ल और उसका conjugate base होता है जो जोड़े गए H^+/OH^- को न्यूट्रलाइज़ करता है।

Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains buffering action.**
दोनों सत्य; R कारण है।

29. A: Logarithm converts multiplication into addition.
R: log(ab) = log a + log b for positive a and b.
A: लॉगरिद्म गुणन को जोड़ में बदल देता है।

R: log(ab) = log a + log b होता है (a,b>0)।

Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R shows identity.**
दोनों सत्य; R कारण है।

30. A: Soil bulk density decreases with increased organic matter.
R: Organic matter is less dense than mineral particles and increases pore space.
A: जैविक पदार्थ बढ़ने से मिट्टी का बल्क डेंसिटी घटता है।

R: जैविक पदार्थ खनिज कणों से कम घना होता है और छिद्रता बढ़ाता है।

Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains trend.**
दोनों सत्य; R कारण है।

31. A: Nitrification is a two-step process converting ammonium to nitrate.
R: First ammonia oxidizing bacteria convert NH_4^+ to NO_2^-, then nitrite oxidizers convert NO_2^- to NO_3^-.
A: नाइट्रीफिकेशन अमोनियम को नाइट्रेट में बदलने की दो-चरणीय प्रक्रिया है।
R: पहले अमोनिया ऑक्सीकरण बैक्टीरिया $NH_4^+ \rightarrow NO_2^-$ करते हैं, फिर नाइट्रेट बनाते हैं।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R details steps.**
दोनों सत्य; R कारण है।

32. A: A geometric progression with first term 2 and ratio 2 has 4th term 16.
R: nth term = a·r^(n−1) → 2·2^(4−1) = 16.
A: गुणोत्तर श्रेणी जिसका पहला पद 2 और अनुपात 2 है, चौथा पद 16 होगा।
R: nवां पद a·r^(n−1) से निकलेगा → 2·2^3 = 16।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R calculation correct.**
दोनों सत्य; R कारण है।

33. A: Photoperiod affects flowering in many crop species.
R: Many plants use day length signals to trigger hormonal changes that initiate flowering.
A: फोटोपिरियड (दिन की लम्बाई) कई फसलों में फूल आने को प्रभावित करता है।
R: कई पौधे दिन की लम्बाई सिग्नल से हार्मोनल परिवर्तन कर फूल बनाते हैं।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains physiological mechanism.**
दोनों सत्य; R कारण है।

34. A: The binomial coefficient C(n,1) = n.
R: Choosing 1 item from n can be done in n ways.
A: C(n,1) = n होता है।
R: n में से 1 चुनने के n तरीके होते हैं।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R reason correct.**
दोनों सत्य; R कारण है।

35. A: Soil compaction reduces root growth.
R: Compaction reduces pore space and increases mechanical resistance to root penetration.
A: मृदा संपीड़न जड़ विकास घटाता है।
R: संपीड़न छिद्रता घटाकर जड़ों के प्रवेश के लिए यांत्रिक प्रतिरोध बढ़ाता है।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains.**
दोनों सत्य; R कारण है।

36. A: $\text{Log}_{10}(100) = 2$.
R: $100 = 10^2$ so base-10 log is 2.
A: $\log_{10}(100) = 2$ है।
R: $100 = 10^2$ इसलिए लॉग 2 है।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains.**
दोनों सत्य; R कारण है।

37. A: Seed germination rate usually increases with optimum temperature up to a point.
R: Enzyme activities controlling germination are temperature dependent and have an optimum.
A: बीज अंकुरण दर सामान्यतः अनुकूल तापमान तक बढ़ती है।
R: अंकुरण नियंत्रित करने वाले एन्ज़ाइम तापमान पर निर्भर होते हैं और उनका optimum होता है।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains biological basis.**
दोनों सत्य; R कारण है।

38. A: The sum of interior angles of any triangle is 180°.
R: This follows from Euclidean geometry parallel postulate and angle-sum theorem.
A: किसी भी त्रिभुज के आंतरिक कोणों का योग 180° है।
R: यह युक्लिडियन ज्यामिति के समानांतर पोस्टुलेट और कोण-योग सिद्धांत से आता है।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains geometric basis.**
दोनों सत्य; R कारण है।

39. A: Denitrification decreases soil nitrate and can produce gaseous N_2 or N_2O.
R: Denitrifying bacteria use nitrate as an electron acceptor under anaerobic conditions.
A: डीनाइट्रीफिकेशन मिट्टी के नाइट्रेट को घटाकर गैसीय N_2 या N_2O बना सकता है।
R: डीनाइट्रीफाइंग बैक्टीरिया ऑक्सीजन रहित स्थितियों में नाइट्रेट को इलेक्ट्रॉन ग्रहणकर्ता के रूप में उपयोग करते हैं।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains microbial mechanism.**
दोनों सत्य; R कारण है।

40. A: A function $f(x)=x^2$ is convex on ℝ.
R: Its second derivative $f''(x) = 2 > 0$ for all x, hence convex.
A: $f(x)=x^2$ समूचे वास्तविक संख्याओं पर उत्क्षेप (convex) है।
R: इसका द्वितीय अवकलज 2 है जो सभी x पर धनात्मक है, इसलिए convex है।
Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R gives mathematical criterion.**
दोनों सत्य; R कारण है।

41. A: Crop residue mulching reduces evaporation from soil surface.
R: Mulch covers soil, reducing direct sun/wind exposure and conserving moisture.
A: फसल अवशेष म्ल्च मिट्टी की सतह से वाष्पीकरण कम करता है।

R: म्ल्च मिट्टी को ढकता है, प्रत्यक्ष सूर्य/हवा के संपर्क को कम कर नमी बनाये रखता है।

Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains mechanism.**
दोनों सत्य; R कारण है।

42. A: The limit of (sin x)/x as x→0 equals 1.
R: This is a standard trigonometric limit derived from squeeze theorem.
A: x→0 पर (sin x)/x का सीमा 1 है।

R: यह squeeze theorem से निकाला जाने वाला मानक सीमा है।

Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains.**
दोनों सत्य; R कारण है।

43. A: Excess phosphorus in soil can lead to iron and zinc deficiency symptoms in plants.
R: High phosphorus can precipitate or reduce availability of Fe and Zn.
A: मिट्टी में अधिक फॉस्फोरस होने से पौधों में लौह और जिंक की कमी के लक्षण हो सकते हैं।

R: उच्च P, Fe और Zn की उपलब्धता को कम कर सकता है।

Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains antagonism/availability effects.**
दोनों सत्य; R कारण है।

44. A: The arithmetic mean of a data set is always greater than or equal to the geometric mean.
R: By AM–GM inequality, for non-negative numbers AM ≥ GM, equality when all numbers equal.
A: किसी डेटा सेट का अंकगणितीय माध्य हमेशा ज्यामितीय माध्य से बड़ा या बराबर होता है।

R: AM–GM असमानता कहती है कि non-negative संख्याओं के लिए AM ≥ GM रहता है।

Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R states the theorem.**
दोनों सत्य; R कारण है।

45. A: Contour ploughing reduces soil erosion on slopes.
R: Ploughing along contour lines slows down runoff and increases infiltration, reducing erosion.
A: समवलय जुताई ढालों पर मिट्टी अपरदन को कम करती है।

R: समवलय जुताई रनऑफ को धीमा करती है और जल-अवशोषण बढ़ाती है, जिससे अपरदन कम होता है।

Answer: **A.**
Explanation: **Both true; R explains practice effectiveness.**
दोनों सत्य; R कारण है।

MP Board Class 12 – Agriculture

Elementary Science & Mathematics

1. Q: What is photosynthesis?
प्रकाश-संश्लेषण क्या है?
A: **Process of making food in green plants using sunlight.**
हरे पौधों में सूर्य की ऊर्जा से भोजन बनने की प्रक्रिया।

2. Q: Main gas used in photosynthesis?
प्रकाश-संश्लेषण में मुख्य गैस कौन सी उपयोग होती है?
A: **Carbon dioxide / कार्बन डाइऑक्साइड**

3. Q: Where does water absorption occur in plants?
पौधों में जल का अवशोषण कहाँ होता है?
A: **Root hairs / जड़ बालों द्वारा**

4. Q: SI unit of force?
बल की SI इकाई क्या है?
A: **Newton (N) / न्यूटन**

5. Q: What is soil pH?
मिट्टी का pH क्या है?
A: **Measure of soil acidity/alkalinity.**
मिट्टी की अम्लता/क्षारीयता माप।

6. Q: NPK in fertilizer stands for?
उर्वरक में NPK का अर्थ क्या है?
A: **Nitrogen, Phosphorus, Potassium**
नाइट्रोजन, फॉस्फोरस, पोटैशियम

7. Q: Which nutrient deficiency causes chlorosis?
किस पोषक तत्व की कमी से क्लोरोसिस होता है?
A: **Nitrogen / नाइट्रोजन**

8. Q: What is the derivative of x^2?
x^2 का व्युत्पन्न क्या है?
A: **$2x$**

9. Q: The area of a circle formula?
वृत्त का क्षेत्रफल सूत्र क्या है?
A: **πr^2**

10. Q: What is the mean?
औसत क्या होता है?
A: **Sum of values ÷ number of values.**
मानों का योग ÷ मानों की संख्या।

11. Q: What instrument measures pH?
pH मापने का यंत्र कौन सा है?
A: **pH meter / पीएच मीटर**

12.Q: Value of $\log_{10}(100)$?
$\log_{10}(100)$ का मान कितना है?
A: **2**

13. Q: What is ATP?
ATP क्या है?
A: **Adenosine Triphosphate**
एडिनोसिन ट्राइफॉस्फेट

14. Q: What gas is major component of natural gas?
प्राकृतिक गैस का मुख्य घटक गैस कौन सी है?
A: **Methane / मीथेन**

15. Q: Soil texture affects?
मिट्टी की बनावट किसे प्रभावित करती है?
A: **Water retention and root penetration**
जल धारण और जड़ प्रवेश

16. Q: Define transpiration.
ट्रांसपिरेशन को परिभाषित कीजिए।
A: **Loss of water vapour from plants.**
पौधों से जल वाष्प का नुकसान।

17. Q: What is Nitrification?
नाइट्रीफिकेशन क्या है?
A: **Conversion of NH_4^+ to NO_3^-**
अमोनियम को नाइट्रेट में बदलना

18. Q: Unit of energy?
ऊर्जा की इकाई क्या है?
A: **Joule / जूल**

19. Q: What is soil aeration?
मिट्टी की हवादारी क्या है?
A: **Air movement in soil pores**
मिट्टी के छिद्रों में वायु का प्रवाह

20. Q: Value of C(n,1)?
C(n,1) का मान कितना है?
A: **n**

21. Q: What is denitrification?
डीनाइट्रीफिकेशन क्या है?
A: **Loss of nitrate as gas from soil**
मिट्टी से नाइट्रेट गैस रूप में खो जाना

22. Q: Main function of stomata?
स्टोमाटा का मुख्य कार्य क्या है?
A: **Gas exchange**
गैसों का आदान-प्रदान

23. Q: What is molar mass of water (H_2O)?
पानी (H_2O) का मोलर द्रव्यमान?
A: **18 g/mol**

24. Q: Define germination.
अंकुरण को परिभाषित कीजिए।
A: **Beginning of plant growth from seed.**
बीज से पौधे की प्रारंभिक वृद्धि।

25. Q: Which soil particle smallest?
सबसे छोटे मिट्टी कण कौन से हैं?
A: **Clay / चिकनी मिट्टी**

26. Q: The integral of cos x?
∫cos x dx का मान?
A: **sin x + C**

27. Q: If slope = 0, the line is?
यदि ढाल = 0 है, रेखा कैसी है?
A: **Horizontal**
क्षैतिज

28. Q: N fixation is done by?
नाइट्रोजन स्थिरीकरण किसके द्वारा होता है?
A: **Rhizobium bacteria**
राइजोबियम बैक्टीरिया

29. Q: Formula for compound interest?
संयुक्त ब्याज का सूत्र क्या है?
A: $A = P(1 + r)^n$

30. Q: What is $\log_{10}(1000)$?
$\log_{10}(1000)$ का मान?
A: **3**

31. Q: Measure of central tendency?
केन्द्रीय प्रवृत्ति का माप क्या है?
A: **Mean, median, mode**
औसत, मध्य, मोड

32. Q: Which process makes roots lose oxygen?
कौन सी प्रक्रिया जड़ों को ऑक्सीजन खोने पर मजबूर करती है?
A: **Waterlogging**
जलभराव

33. Q: Which crop improves soil nitrogen?
कौन सी फसल मिट्टी में नाइट्रोजन सुधारती है?
A: **Legume / दलहनी**

34. Q: Value of sin 0°?
sin 0° का मान?
A: **0**

35. Q: What is biodiversity?
जैव विविधता क्या है?
A: **Variety of life forms**
जीव रूपों की विविधता

36. Q: Average of 1, 3, 5 is?
1, 3, 5 का औसत कितना?
A: **3**

37. Q: Effect of too much fertilizer?
बहुत अधिक उर्वरक का प्रभाव?
A: **Soil pollution / मिट्टी प्रदूषण**

38. Q: What is unit of frequency?
आवृत्ति की इकाई क्या है?
A: **Hertz / हर्ट्ज**

39. Q: What is a function?
फंक्शन क्या होता है?
A: **Rule relating input to output**
इनपुट-आउटपुट संबंधी नियम

40. Q: What does MPa stand for?
MPa का पूरा नाम क्या है?
A: **Mega Pascal / मेगा पास्कल**

41. Q: What is seed dormancy?
बीज निष्क्रियता क्या है?
A: **Period when seed does not germinate**
जब बीज अंकुरित नहीं होता

42. Q: How many sides does a triangle have?
त्रिभुज के कितने भुजाएँ होती हैं?
A: **Three / तीन**

43. Q: What is runoff?
रनऑफ क्या है?
A: **Excess water flows off surface**
अतिरिक्त पानी सतह पर बहता है

44. Q: Who proposed the law F = ma?
F = ma का नियम किसने दिया?
A: **Newton / न्यूटन**

45. Q: Define soil porosity.
मिट्टी की छिद्रता को परिभाषित करें।
A: **Volume of pores in soil**
मिट्टी में छिद्रों का आयतन

Probable short questions & answers

1. What is photosynthesis and where does it occur in plants?

Photosynthesis is the process by which green plants make their own food using sunlight, water, and carbon dioxide.
It occurs mainly in the **chloroplasts** found in the **mesophyll cells** of leaves.
In this process, light energy is converted into chemical energy stored in glucose.
Oxygen is released as a by-product.
This process is vital for plant growth and for providing energy to most ecosystems.

प्रकाश-संश्लेषण वह प्रक्रिया है जिसमें हरे पौधे सूर्य के प्रकाश, जल और कार्बन डाइऑक्साइड का उपयोग करके अपना भोजन स्वयं बनाते हैं।
यह मुख्य रूप से **पत्तियों की मेसिफिल कोशिकाओं** में मौजूद **क्लोरोप्लास्ट** में होता है।
इस प्रक्रिया में प्रकाश ऊर्जा रासायनिक ऊर्जा में बदलकर ग्लूकोज के रूप में संग्रहित होती है।
प्रकाश-संश्लेषण का एक उपप्राकृतिक उत्पाद **ऑक्सीजन** है जिसे वातावरण में छोड़ा जाता है।
यह प्रक्रिया पौधों की वृद्धि और समस्त पारिस्थितिकी तंत्र के ऊर्जा प्रवाह के लिए महत्वपूर्ण है।

2. Explain why soil pH is important for crop production.

Soil pH indicates the **acidity or alkalinity** of the soil and affects nutrient availability.
Most crops grow well only within a certain pH range (typically ~6.0–7.5).
When pH is too high or too low, essential nutrients like nitrogen, phosphorus, iron, and zinc become less available to plants.
Imbalanced pH can also affect soil microbial activity and organic matter decomposition.
Therefore, correct soil pH helps improve plant health, nutrient uptake, and overall crop yield.

मिट्टी का pH मिट्टी की अम्लता या क्षारीयता को दर्शाता है और पोषक तत्वों की उपलब्धता को प्रभावित करता है।
अधिकांश फसलों के लिए एक उपयुक्त pH सीमा (~6.0–7.5) आवश्यक होती है।
जब pH अत्यधिक ऊँचा या नीचा होता है, तो नाइट्रोजन, फॉस्फोरस, लौह और जिंक जैसे आवश्यक पोषक तत्व पौधों के लिए कम उपलब्ध हो जाते हैं।
असंतुलित pH मिट्टी में सूक्ष्मजीवों की गतिविधि और जैविक पदार्थों के अपघटन को भी प्रभावित कर सकता है।
इसलिए सही pH बनाए रखना पौधों के स्वास्थ्य, पोषक तत्वों के अवशोषण और फसल उत्पादन के लिए महत्वपूर्ण होता है।

3. What is the difference between macro and micronutrients in plants?

Macronutrients are elements that plants need in relatively large amounts for growth and metabolic functions.
Examples include **nitrogen (N)**, **phosphorus (P)**, and **potassium (K)**, which play structural and physiological roles.
Micronutrients are required in smaller quantities but are equally essential; examples include **iron (Fe)**, **zinc (Zn)**, and **manganese (Mn)**.
Macronutrient deficiency affects overall plant vigour and yields, while micronutrient deficiency often produces specific symptoms.
Both types of nutrients must be available in balanced amounts for healthy plant development.

मैक्रोन्यूट्रिएंट ऐसे तत्व हैं जिनकी पौधों को बड़ी मात्रा में आवश्यकता होती है, जैसे नाइट्रोजन (N), फॉस्फोरस (P) और पोटैशियम (K).

ये पौधे की संरचना और विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

माइक्रोन्यूट्रिएंट वह तत्व हैं जिनकी आवश्यकता छोटी मात्राओं में होती है, जैसे लौह (Fe), जिंक (Zn) और मैंगनीज़ (Mn).

मैक्रोन्यूट्रिएंट की कमी से सामान्य पौधे की वृद्धि और उपज प्रभावित होती है, जबकि माइक्रोन्यूट्रिएंट की कमी अक्सर विशिष्ट लक्षण उत्पन्न करती है।

स्वस्थ पौधों के लिए दोनों प्रकार के पोषक तत्व संतुलित मात्रा में उपलब्ध होना आवश्यक है।

4. How does nitrogen fixation benefit soil fertility?

Nitrogen fixation is the conversion of atmospheric nitrogen (N_2) into forms usable by plants, such as ammonia.
This process is carried out by diazotrophic bacteria, including Rhizobium in legume root nodules.
Fixed nitrogen enriches the soil and reduces the need for synthetic nitrogen fertilizers.
Improved nitrogen availability increases protein synthesis and overall crop growth.
Crop rotation with legumes is a sustainable practice to naturally improve soil nitrogen levels.

नाइट्रोजन स्थिरीकरण वह प्रक्रिया है जिसमें वायुमंडलीय नाइट्रोजन (N_2) को पौधों के उपयोग योग्य रूपों जैसे अमोनिया में बदल दिया जाता है।

यह प्रक्रिया राइजोबियम जैसे जीवाणुओं द्वारा की जाती है, विशेषकर फलियों की जड़ गांठों में।

स्थिर नाइट्रोजन मिट्टी की उर्वरता को बढ़ाता है और सिंथेटिक नाइट्रोजन उर्वरकों की आवश्यकता कम करता है।

बेहतर नाइट्रोजन उपलब्धता प्रोटीन संश्लेषण और फसल की वृद्धि को बढ़ाती है।

फलियों के साथ फसल चक्र एक प्राकृतिक और स्थायी तरीका है मिट्टी को नाइट्रोजन समृद्ध करने का।

5. Why is water potential important in plants?

Water potential determines the movement of water within plants, soil, and the environment.
Water moves from regions of higher water potential to lower water potential.
This concept helps explain water uptake by roots and its transport to leaves.
Transpiration, root pressure, and solute concentration influence water potential.
Understanding water potential is important for efficient irrigation and managing water stress in crops.

वाटर पोटेंशियल पानी के पौधों, मिट्टी और वातावरण के भीतर पानी के संचरण को निर्धारित करता है।

पानी उच्च वाटर पोटेंशियल क्षेत्र से निम्न पोटेंशियल क्षेत्र की ओर जाता है।

यह अवधारणा जड़ों द्वारा जल का अवशोषण और पत्तियों तक उसके परिवहन को समझने में मदद करती है।

ट्रांसपिरेशन, रूट प्रेशर और घोल के सांद्रण जैसे कारक वाटर पोटेंशियल को प्रभावित करते हैं।

कृषि में प्रभावी सिंचाई और फसल में जल तनाव प्रबंधन के लिए वाटर पोटेंशियल को समझना आवश्यक है।

6. What is soil texture and why does it matter?

Soil texture is the proportion of sand, silt, and clay in soil.
It determines physical properties like porosity, water retention, and aeration.
Sandy soils drain quickly but hold less water, while clay soils hold more water but drain slowly.
Loamy soils with balanced texture are generally best for crop growth.
Texture affects root penetration, nutrient availability, and soil management practices.

मिट्टी की बनावट रेत, सिल्ट और चिकनी मिट्टी के अनुपात को बताती है।
यह पोरोसिटी, जल धारण क्षमता और हवादारी जैसी भौतिक गुणों को प्रभावित करती है।
रेतीली मिट्टी जल्दी पानी निकालती है लेकिन कम जल रखती है, जबकि चिकनी मिट्टी जल अधिक रखती है पर जल निकासी धीमी होती है।
दोमट मिट्टी संतुलित बनावट के कारण सामान्यतः फसल उगाने के लिए उत्तम होती है।
बनावट जड़ प्रवेश, पोषक उपलब्धता और मिट्टी प्रबंधन को प्रभावित करती है।

7. What is transpiration and how does it help plants?

Transpiration is the loss of water vapor from plant aerial parts, mainly leaves.
It occurs through stomata and helps pull water upward from roots.
Transpiration cools plant surfaces and maintains nutrient flow with water.
It creates a transpiration pull, aiding nutrient transport in xylem.
Managing transpiration is important during water stress conditions in crops.

ट्रांसपिरेशन पौधों के ऊपर के हिस्सों, विशेषकर पत्तियों से जल वाष्प का नुकसान है।
यह मुख्य रूप से स्टोमाटा के माध्यम से होता है और जड़ों से ऊपर पानी को खींचने में मदद करता है।
ट्रांसपिरेशन पौधों की सतह को ठंडा करता है और जल के साथ पोषक तत्वों के प्रवाह को बनाए रखता है।
यह ट्रांसपिरेशन पुल बनाता है, जो ज़ाइलम में पोषक तत्वों के परिवहन में सहायक होता है।
जल तनाव की स्थितियों में ट्रांसपिरेशन का प्रबंधन फसल स्वास्थ्य के लिए आवश्यक है।

8. Describe the process of nitrification in soil.

Nitrification is a microbial process that converts ammonium (NH_4^+) to nitrate (NO_3^-).
It occurs in two steps: ammonia to nitrite, and nitrite to nitrate.
Nitrifying bacteria such as Nitrosomonas and Nitrobacter carry out these steps.
Nitrate is easily absorbed by plants but also more prone to leaching.
Understanding nitrification is important for efficient nitrogen fertilizer management.

नाइट्रीफिकेशन एक सूक्ष्मजीव प्रक्रिया है जो अमोनियम (NH_4^+) को नाइट्रेट (NO_3^-) में बदलती है।
यह दो चरणों में होता है: अमोनिया से नाइट्राइट, फिर नाइट्राइट से नाइट्रेट।
Nitrosomonas और Nitrobacter जैसे नाइट्रीफाइंग बैक्टीरिया इन चरणों को अंजाम देते हैं।
नाइट्रेट को पौधे आसानी से अवशोषित करते हैं लेकिन यह मिट्टी से बह जाने के लिए भी अधिक प्रवण होता है।
नाइट्रीफिकेशन को समझना नाइट्रोजन उर्वरक के कुशल प्रबंधन के लिए आवश्यक है।

9. Explain what soil erosion is and one way to reduce it.

Soil erosion is the removal of topsoil by wind or water.
It reduces soil fertility, causes nutrient loss, and degrades land productivity.
Rainfall runoff, deforestation, and overgrazing accelerate erosion.
Contour ploughing and terracing are practices that slow water flow and reduce soil loss.
Vegetative cover like grasses and trees also protects soil from erosion.

मृदा अपरदन वह प्रक्रिया है जिसमें ऊपरी मिट्टी जल या हवा द्वारा हट जाती है।
यह मिट्टी की उर्वरता को कम करता है, पोषक तत्वों का नुकसान करता है और भूमि की उत्पादकता को घटाता है।

वर्षा का बहाव, वनों की कटाई और अधिक चराई अपरदन को तेज करते हैं।
समवलय जुताई और तेरसीकरण जैसी प्रथाएँ पानी के बहाव को धीमा करती हैं और मिट्टी के नुकसान को कम करती हैं।
घास, वृक्ष आदि का वनस्पति आवरण भी मिट्टी को अपरदन से बचाता है।

10. What is meant by the derivative of a function?

The derivative of a function represents the rate at which its value changes with respect to changes in the variable.
It shows how steep a function's graph is at any point.
In mathematical terms, it is the instantaneous rate of change.
For example, the derivative of x^2 is 2x, indicating how x^2 changes with x.
Derivatives are fundamental concepts in calculus and are applied in optimization and growth studies.

किसी फलन का अवकलज उस दर को दर्शाता है जिस पर उसका मान भिन्नता के सापेक्ष बदलता है।
यह किसी भी बिंदु पर फलन के ग्राफ की ढाल को बताता है।
गणितीय रूप में, यह परिवर्तन की तात्कालिक दर को व्यक्त करता है।
उदाहरण के लिए, x^2 का अवकलज 2x है, जो बताता है कि x^2 x के साथ कैसे बदलता है।
अवकलज कैलकुलस की एक मूल अवधारणा है और अनुकूलन तथा विकास अध्ययन में लागू होती है।

Perfect — continuing **from Question 11 to Question 45**, in the **same MPBSE exam-oriented format**, **bilingual (English + हिन्दी)**, with **each answer minimum 5 lines**, suitable for **Class 12 Agriculture – Elementary Science & Math (MP Board 2026)**.

11. Explain the importance of nitrogen in plant growth.

Nitrogen is a primary macronutrient required for plant growth and development.
It is a major component of chlorophyll, amino acids, and proteins.
Adequate nitrogen promotes vigorous vegetative growth and dark green leaves.
Nitrogen deficiency leads to poor growth and yellowing of older leaves.
Proper nitrogen management is essential for achieving high crop yield.

नाइट्रोजन पौधों की वृद्धि और विकास के लिए आवश्यक प्रमुख पोषक तत्व है।
यह क्लोरोफिल, अमीनो अम्ल और प्रोटीन का मुख्य घटक होता है।
पर्याप्त नाइट्रोजन से पौधों में अच्छी शाकीय वृद्धि होती है।
नाइट्रोजन की कमी से पौधे कमजोर हो जाते हैं और पुराने पत्ते पीले पड़ जाते हैं।
उचित नाइट्रोजन प्रबंधन अधिक उत्पादन के लिए आवश्यक है।

12. What is soil aeration and why is it important?

Soil aeration refers to the presence and movement of air in soil pores.
It supplies oxygen required for root respiration and microbial activity.
Good aeration helps roots grow properly and absorb nutrients efficiently.
Poor aeration leads to waterlogging and root damage.
Hence, soil aeration is vital for healthy crop growth.

मिट्टी की हवादारी मिट्टी के छिद्रों में वायु की उपस्थिति और संचलन को दर्शाती है।
यह जड़ों के श्वसन और सूक्ष्मजीवों की क्रियाओं के लिए ऑक्सीजन प्रदान करती है।
अच्छी हवादारी जड़ों की वृद्धि और पोषक अवशोषण में सहायता करती है।
खराब हवादारी से जलभराव और जड़ क्षति हो सकती है।
इसलिए मिट्टी की हवादारी फसल स्वास्थ्य के लिए आवश्यक है।

13. Define crop rotation and state its advantages.

Crop rotation is the practice of growing different crops in a sequence on the same field.
It helps maintain soil fertility and reduces pest and disease incidence.
Legume crops in rotation add nitrogen to the soil.
Rotation improves soil structure and water retention.
It is a sustainable method for long-term agricultural productivity.

फसल चक्र एक ही खेत में विभिन्न फसलों को क्रमवार उगाने की विधि है।
यह मिट्टी की उर्वरता बनाए रखने में सहायक होता है।
दलहनी फसलें नाइट्रोजन जोड़कर मिट्टी को समृद्ध करती हैं।
फसल चक्र से कीट और रोगों का प्रकोप कम होता है।
यह दीर्घकालीन कृषि उत्पादन के लिए एक टिकाऊ विधि है।

14. What is transpiration pull?

Transpiration pull is the force that helps in upward movement of water in plants.
It is created due to continuous evaporation of water from leaf surfaces.
This pull draws water from roots to leaves through xylem vessels.
It also helps in transport of minerals dissolved in water.
Transpiration pull is essential for water circulation in plants.

ट्रांसपिरेशन पुल वह बल है जो पौधों में जल को ऊपर की ओर ले जाता है।
यह पत्तियों से जल के निरंतर वाष्पीकरण के कारण उत्पन्न होता है।
यह जड़ों से पत्तियों तक ज़ाइलम द्वारा पानी खींचता है।
इससे घुले हुए खनिजों का परिवहन भी होता है।
यह पौधों में जल संचार के लिए आवश्यक है।

15. Explain soil erosion and its effects.

Soil erosion is the removal of fertile topsoil by wind or water.
It reduces soil fertility and agricultural productivity.
Erosion causes loss of nutrients and organic matter.
It leads to poor crop growth and land degradation.
Preventive measures like contour ploughing help reduce erosion.

मृदा अपरदन वह प्रक्रिया है जिसमें उपजाऊ ऊपरी मिट्टी हवा या पानी द्वारा हट जाती है।
यह मिट्टी की उर्वरता और उत्पादन क्षमता को कम करता है।

अपरदन से पोषक तत्व और जैविक पदार्थ नष्ट हो जाते हैं।
इससे फसल उत्पादन घटता है और भूमि खराब हो जाती है।
समवलय जुताई जैसी विधियाँ अपरदन को कम करती हैं।

16. What is pH scale and its importance in agriculture?

The pH scale measures acidity or alkalinity of soil.
It ranges from 0 to 14, where 7 is neutral.
Soil pH affects nutrient availability to plants.
Most crops grow well in slightly acidic to neutral soils.
Maintaining proper pH improves crop yield and soil health.

pH स्केल मिट्टी की अम्लता या क्षारीयता को मापता है।
इसका मान 0 से 14 तक होता है, जहाँ 7 तटस्थ होता है।
मिट्टी का pH पौधों को पोषक तत्वों की उपलब्धता को प्रभावित करता है।
अधिकांश फसलें हल्की अम्लीय या तटस्थ मिट्टी में अच्छी उगती हैं।
उचित pH बनाए रखना अच्छी पैदावार के लिए आवश्यक है।

17. Define germination and factors affecting it.

Germination is the process by which a seed develops into a seedling.
It requires water, oxygen, and suitable temperature.
Light may also affect germination in some seeds.
Poor conditions can delay or prevent germination.
Healthy germination ensures good crop establishment.

अंकुरण वह प्रक्रिया है जिसमें बीज से नया पौधा विकसित होता है।
इसके लिए जल, ऑक्सीजन और उपयुक्त तापमान आवश्यक होता है।
कुछ बीजों में प्रकाश भी अंकुरण को प्रभावित करता है।
अनुकूल परिस्थितियाँ न होने पर अंकुरण बाधित हो सकता है।
अच्छा अंकुरण मजबूत फसल स्थापना सुनिश्चित करता है।

18. What is mean in statistics?

Mean is the average value of a set of observations.
It is calculated by dividing the sum of all values by their number.
Mean represents the central tendency of data.
It is widely used in agricultural data analysis.
Mean helps compare yields and measurements.

औसत (Mean) आँकड़ों का मध्य मान होता है।
इसे सभी मानों के योग को उनकी संख्या से भाग देकर निकाला जाता है।
यह आँकड़ों की केन्द्रीय प्रवृत्ति दर्शाता है।

कृषि आँकड़ों के विश्लेषण में इसका व्यापक उपयोग होता है।
औसत विभिन्न मापों की तुलना में सहायक होता है।

19. Explain the concept of derivative.

Derivative represents the rate of change of a function.
It shows how one quantity changes with respect to another.
In graphs, it indicates slope at a point.
Derivatives are used in optimization problems.
They are important in growth and motion studies.

अवकलज किसी फलन में परिवर्तन की दर को दर्शाता है।
यह बताता है कि एक राशि दूसरी के सापेक्ष कैसे बदलती है।
ग्राफ में यह किसी बिंदु पर ढाल को दर्शाता है।
अवकलज का उपयोग अधिकतम-न्यूनतम समस्याओं में होता है।
यह वृद्धि और गति के अध्ययन में महत्वपूर्ण है।

20. What is integration and its use?

Integration is the reverse process of differentiation.
It is used to find area under curves.
Integration helps calculate total quantity from rate.
It is useful in physics and agriculture studies.
Integration is an important tool in calculus.

समाकलन अवकलन की विपरीत प्रक्रिया है।
इसका उपयोग वक्र के नीचे का क्षेत्रफल ज्ञात करने में होता है।
यह दर से कुल मात्रा निकालने में सहायक होता है।
भौतिकी और कृषि गणनाओं में इसका उपयोग होता है।
समाकलन कैलकुलस का एक महत्वपूर्ण भाग है।

As requested, here are the **remaining short questions and answers (21–45)** in the **same MPBSE-oriented format**, **bilingual (English + हिन्दी)**, with **each answer written in at least 5 clear lines**, suitable for **Class 12 Agriculture – Elementary Science & Mathematics, MP Board 2026**.

21. What is water potential and why is it important in plants?

Water potential is a measure of the potential energy of water in a system.
It determines the direction of water movement in plants and soil.
Water always moves from higher water potential to lower water potential.
It plays a key role in absorption of water by roots.
Understanding water potential helps in proper irrigation management.

वाटर पोटेंशियल किसी तंत्र में पानी की संभावित ऊर्जा का माप है।
यह पौधों और मिट्टी में पानी की गति की दिशा निर्धारित करता है।

पानी हमेशा उच्च वाटर पोटेंशियल से निम्न की ओर जाता है।
जड़ों द्वारा जल अवशोषण में इसकी महत्वपूर्ण भूमिका होती है।
सही सिंचाई प्रबंधन के लिए वाटर पोटेंशियल को समझना आवश्यक है।

22. Define soil texture and state its importance.

Soil texture refers to the relative proportion of sand, silt, and clay.
It affects water holding capacity and drainage of soil.
Texture also influences aeration and root penetration.
Loamy soil with balanced texture is best for crops.
Soil texture helps decide suitable crops and irrigation methods.

मिट्टी की बनावट रेत, सिल्ट और चिकनी मिट्टी के अनुपात को दर्शाती है।
यह मिट्टी की जल धारण क्षमता और जल निकास को प्रभावित करती है।
बनावट हवादारी और जड़ों के प्रवेश को भी प्रभावित करती है।
दोमट मिट्टी फसलों के लिए सबसे उपयुक्त मानी जाती है।
मिट्टी की बनावट से उपयुक्त फसल और सिंचाई विधि तय होती है।

23. What are leguminous crops? Give their importance.

Leguminous crops belong to the family Leguminosae.
They have root nodules containing nitrogen-fixing bacteria.
These crops enrich soil nitrogen naturally.
Examples include gram, pea, and soybean.
They improve soil fertility and reduce fertilizer use.

दलहनी फसलें लेग्युमिनोसी कुल से संबंधित होती हैं।
इनकी जड़ों में गांठें होती हैं जिनमें नाइट्रोजन स्थिर करने वाले जीवाणु होते हैं।
ये फसलें प्राकृतिक रूप से मिट्टी की नाइट्रोजन बढ़ाती हैं।
चना, मटर और सोयाबीन इसके उदाहरण हैं।
ये मिट्टी की उर्वरता बढ़ाकर उर्वरक की आवश्यकता कम करती हैं।

24. Explain the process of nitrification.

Nitrification is the conversion of ammonium into nitrate in soil.
It occurs in two stages by bacteria.
Nitrosomonas converts ammonium to nitrite.
Nitrobacter converts nitrite to nitrate.
This process makes nitrogen available to plants.

नाइट्रीफिकेशन मिट्टी में अमोनियम को नाइट्रेट में बदलने की प्रक्रिया है।
यह दो चरणों में जीवाणुओं द्वारा होती है।
Nitrosomonas अमोनियम को नाइट्राइट में बदलता है।

Nitrobacter नाइट्राइट को नाइट्रेट में बदलता है।
यह प्रक्रिया पौधों के लिए नाइट्रोजन उपलब्ध कराती है।

25. What is denitrification?

Denitrification is the loss of nitrate from soil as gas.
It occurs under waterlogged and anaerobic conditions.
Denitrifying bacteria convert nitrate into nitrogen gas.
This reduces soil fertility.
Proper drainage helps reduce denitrification.

डीनाइट्रीफिकेशन मिट्टी से नाइट्रेट का गैस के रूप में निकल जाना है।
यह जलभराव और ऑक्सीजन रहित दशाओं में होता है।
डीनाइट्रीफाइंग जीवाणु नाइट्रेट को नाइट्रोजन गैस में बदलते हैं।
इससे मिट्टी की उर्वरता घटती है।
उचित जल निकास से डीनाइट्रीफिकेशन कम किया जा सकता है।

26. What is organic manure and its importance?

Organic manure is obtained from plant and animal wastes.
It improves soil structure and water holding capacity.
Manure supplies nutrients slowly to crops.
It increases soil microbial activity.
Examples include compost and farmyard manure.

जैविक खाद पौधों और पशुओं के अपशिष्ट से प्राप्त होती है।
यह मिट्टी की संरचना और जल धारण क्षमता सुधारती है।
यह धीरे-धीरे पोषक तत्व प्रदान करती है।
जैविक खाद से सूक्ष्मजीवों की गतिविधि बढ़ती है।
कम्पोस्ट और गोबर की खाद इसके उदाहरण हैं।

27. What are chemical fertilizers?

Chemical fertilizers are manufactured nutrient sources.
They supply nutrients in concentrated form.
They act quickly and increase crop yield.
Excessive use may harm soil health.
Balanced use with organic manure is recommended.

रासायनिक उर्वरक कृत्रिम रूप से बनाए गए पोषक तत्व होते हैं।
ये पोषक तत्वों को सघन रूप में प्रदान करते हैं।
इनका प्रभाव शीघ्र होता है और उपज बढ़ती है।
अत्यधिक उपयोग से मिट्टी की सेहत खराब हो सकती है।
जैविक खाद के साथ संतुलित उपयोग आवश्यक है।

28. Explain contour farming.

Contour farming is done along slope contours.
It reduces water runoff and soil erosion.
This method conserves soil moisture.
It is useful in hilly areas.
Contour farming improves land productivity.

समवलय खेती ढाल के समानांतर की जाती है।
यह जल बहाव और मृदा अपरदन को कम करती है।
इस विधि से मिट्टी में नमी संरक्षित रहती है।
यह पहाड़ी क्षेत्रों में अधिक उपयोगी है।
समवलय खेती भूमि की उत्पादकता बढ़ाती है।

29. Define geometric progression (GP).

A geometric progression is a sequence with constant ratio.
Each term is obtained by multiplying previous term.
The constant ratio is called common ratio.
Example: 2, 4, 8, 16.
GP is used in growth calculations.

गुणोत्तर श्रेणी वह श्रेणी है जिसमें प्रत्येक पद का अनुपात समान होता है।
हर पद पिछले पद को एक स्थिर संख्या से गुणा कर प्राप्त होता है।
इस स्थिर संख्या को समान अनुपात कहते हैं।
उदाहरण: 2, 4, 8, 16।
GP का उपयोग वृद्धि संबंधी गणनाओं में होता है।

30. What is a quadratic equation?

A quadratic equation is of degree two.
Its general form is $ax^2 + bx + c = 0$.
It has two roots.
Roots may be real or imaginary.
Quadratic equations are solved using formula.

द्विघात समीकरण वह समीकरण है जिसकी घात 2 होती है।
इसका सामान्य रूप $ax^2 + bx + c = 0$ होता है।
इसकी दो जड़ें होती हैं।
जड़ें वास्तविक या काल्पनिक हो सकती हैं।
इसे द्विघात सूत्र से हल किया जाता है।

31. Explain slope of a straight line.

Slope represents the steepness of a line.
It is the ratio of change in y to change in x.
Positive slope rises upward.
Negative slope falls downward.
Slope is important in coordinate geometry.

रेखा की ढाल उसकी ढलान को दर्शाती है।
यह y में परिवर्तन और x में परिवर्तन का अनुपात है।
धनात्मक ढाल ऊपर की ओर जाती है।
ऋणात्मक ढाल नीचे की ओर जाती है।
ढाल निर्देशांक ज्यामिति में महत्वपूर्ण है।

32. What is logarithm?

Logarithm is the inverse of exponentiation.
It simplifies large calculations.
$\text{Log}_{10}(100) = 2$ is an example.
Logarithms are used in science and math.
They help handle exponential data.

लॉगरिदम घातांक की विपरीत क्रिया है।
यह बड़ी गणनाओं को सरल बनाता है।
उदाहरण: $\log_{10}(100) = 2$।
विज्ञान और गणित में इसका उपयोग होता है।
घातीय आँकड़ों को संभालने में सहायक है।

33. What is ATP and its function?

ATP is the energy currency of cells.
It stores and transfers energy.
ATP releases energy during hydrolysis.
It supports metabolic activities.
ATP is essential for plant growth.

ATP कोशिकाओं की ऊर्जा मुद्रा है।
यह ऊर्जा को संचित और स्थानांतरित करता है।
ATP के टूटने से ऊर्जा मुक्त होती है।
यह उपापचयी क्रियाओं को सहारा देता है।
पौधों की वृद्धि के लिए ATP आवश्यक है।

34. State the function of stomata.

Stomata help in gas exchange.
They regulate transpiration.
Stomata control water loss.

They maintain plant temperature.
Stomata are present on leaves.

स्टोमाटा गैसों के आदान-प्रदान में सहायक होते हैं।
ये ट्रांसपिरेशन को नियंत्रित करते हैं।
स्टोमाटा जल हानि को नियंत्रित करते हैं।
ये पौधों का ताप संतुलन बनाए रखते हैं।
स्टोमाटा पत्तियों पर पाए जाते हैं।

35. What is chlorophyll?

Chlorophyll is a green pigment.
It absorbs sunlight for photosynthesis.
It is present in chloroplasts.
Chlorophyll gives green color to leaves.
It is essential for food formation.

क्लोरोफिल एक हरा वर्णक है।
यह प्रकाश-संश्लेषण के लिए सूर्य का प्रकाश अवशोषित करता है।
यह क्लोरोप्लास्ट में पाया जाता है।
क्लोरोफिल पत्तियों को हरा रंग देता है।
भोजन निर्माण के लिए यह आवश्यक है।

36. Define crop yield.

Crop yield is the total production per unit area.
It is measured in kg or quintal per hectare.
Yield depends on soil, water, and nutrients.
Good management increases yield.
Yield indicates agricultural efficiency.

फसल उपज प्रति इकाई क्षेत्र में कुल उत्पादन है।
इसे किलोग्राम या क्विंटल प्रति हेक्टेयर में मापा जाता है।
उपज मिट्टी, जल और पोषक तत्वों पर निर्भर करती है।
अच्छा प्रबंधन उपज बढ़ाता है।
उपज कृषि दक्षता दर्शाती है।

37. What is soil fertility?

Soil fertility is the ability to supply nutrients.
Fertile soil supports healthy plant growth.
It depends on organic matter and nutrients.
Fertility can be improved by manures.
Balanced fertility ensures good yield.

मिट्टी की उर्वरता पोषक तत्व देने की क्षमता है।
उर्वर मिट्टी पौधों की अच्छी वृद्धि में सहायक होती है।
यह जैविक पदार्थ और पोषकों पर निर्भर करती है।
खाद द्वारा उर्वरता बढ़ाई जा सकती है।
संतुलित उर्वरता अच्छी पैदावार देती है।

38. What is a matrix?

A matrix is a rectangular arrangement of numbers.
It has rows and columns.
Matrices are used in calculations.
They simplify complex data.
Matrices are used in agriculture statistics.

मैट्रिक्स संख्याओं की आयताकार व्यवस्था है।
इसमें पंक्तियाँ और स्तंभ होते हैं।
मैट्रिक्स गणनाओं में सहायक होते हैं।
ये जटिल आँकड़ों को सरल बनाते हैं।
कृषि सांख्यिकी में इनका उपयोग होता है।

39. Define determinant.

Determinant is a numerical value of a matrix.
It helps solve linear equations.
Determinant shows matrix properties.
Zero determinant means no unique solution.
It is denoted by |A|.

डिटरमिनेंट मैट्रिक्स का संख्यात्मक मान है।
यह रैखिक समीकरणों को हल करने में सहायक है।
यह मैट्रिक्स के गुण दर्शाता है।
शून्य डिटरमिनेंट का अर्थ समाधान नहीं।
इसे |A| से दर्शाया जाता है।

40. What is limit in calculus?

Limit shows behavior of function near a point.
It is basic concept of calculus.
Limits help define derivatives.
They are used in continuity.
Limit is written as $x \to a$.

सीमा (Limit) किसी बिंदु के पास फलन का व्यवहार दर्शाती है।
यह कैलकुलस की मूल अवधारणा है।

सीमाएँ अवकलज को परिभाषित करने में सहायक हैं।
इनका उपयोग निरंतरता में होता है।
सीमा को $x \to a$ से दर्शाते हैं।

41. What is runoff?

Runoff is excess water flowing over land.
It occurs after heavy rainfall.
Runoff causes soil erosion.
It reduces groundwater recharge.
Conservation methods reduce runoff.

रनऑफ अतिरिक्त जल का सतह पर बहना है।
यह अधिक वर्षा के बाद होता है।
रनऑफ से मृदा अपरदन होता है।
यह भूजल पुनर्भरण को कम करता है।
संरक्षण विधियाँ रनऑफ घटाती हैं।

42. Explain irrigation and its importance.

Irrigation is artificial supply of water to crops.
It ensures proper moisture availability.
Irrigation improves crop yield.
Different methods are used.
Timely irrigation is essential.

सिंचाई फसलों को कृत्रिम रूप से जल देने की प्रक्रिया है।
यह मिट्टी में उचित नमी बनाए रखती है।
सिंचाई से फसल उत्पादन बढ़ता है।
विभिन्न सिंचाई विधियाँ उपयोग होती हैं।
समय पर सिंचाई अत्यंत आवश्यक है।

43. What is sustainable agriculture?

Sustainable agriculture protects resources.
It balances production and environment.
It uses eco-friendly practices.
It ensures long-term productivity.
It reduces environmental damage.

सतत कृषि संसाधनों की रक्षा करती है।
यह उत्पादन और पर्यावरण में संतुलन बनाए रखती है।
इसमें पर्यावरण-अनुकूल विधियाँ अपनाई जाती हैं।

यह दीर्घकालीन उत्पादकता सुनिश्चित करती है।
यह पर्यावरणीय क्षति को कम करती है।

44. Explain soil conservation.

Soil conservation prevents soil loss.
It maintains soil fertility.
Methods include bunding and terracing.
It reduces erosion and runoff.
Soil conservation improves crop yield.

मृदा संरक्षण मिट्टी के नुकसान को रोकता है।
यह मिट्टी की उर्वरता बनाए रखता है।
बंडिंग और तेरसीकरण इसकी विधियाँ हैं।
यह अपरदन और रनऑफ कम करता है।
मृदा संरक्षण से उपज बढ़ती है।

45. Importance of mathematics in agriculture.

Mathematics helps in measurement.
It is used in yield calculation.
Statistics help analyze data.
Math supports farm planning.
It improves decision making.

कृषि में गणित मापन में सहायक है।
यह उपज गणना में उपयोगी है।
सांख्यिकी आँकड़ों के विश्लेषण में मदद करती है।
गणित खेत योजना में सहायक है।
यह निर्णय-निर्माण को बेहतर बनाता है।

Long Questions & Answers (1–20) — each answer bilingual, ≥10 short lines

1. Q: Explain the process of photosynthesis and its agricultural significance.
A (EN): Photosynthesis is the biochemical process by which green plants use light energy to convert carbon dioxide and water into glucose and oxygen. Chlorophyll pigments in chloroplasts absorb light, driving the light-dependent reactions which produce ATP and NADPH. The ATP and NADPH are used in the Calvin cycle to fix CO_2 into carbohydrate (glucose). Photosynthesis determines the primary productivity of crops and thus directly affects biomass and yield. In agriculture, understanding factors like light intensity, CO_2 concentration, water availability, and nutrient supply helps optimize photosynthetic efficiency and crop output.
A (HI): प्रकाश-संश्लेषण एक जैव रासायनिक प्रक्रिया है जिसमें हरे पौधे प्रकाश ऊर्जा की मदद से कार्बन डाइऑक्साइड और जल को ग्लूकोज व ऑक्सीजन में बदलते हैं। क्लोरोफिल वाले क्लोरोप्लास्ट प्रकाश को अवशोषित कर लाइट-डिपेंडेंट प्रतिक्रियाएँ चलाते हैं जो ATP और NADPH बनाती हैं। ये ऊर्जा-वाहक Calvin चक्र में CO_2 को कार्बोहाइड्रेट में बाँधने के लिए उपयोग होते हैं। प्रकाश-संश्लेषण फसलों की प्राथमिक उत्पादकता का निर्धारक होता है और सीधे उपज पर प्रभाव डालता है। कृषि में प्रकाश, CO_2, जल और पोषक तत्व प्रबंधन से प्रकाश-संश्लेषण की दक्षता बढ़ाकर पैदावार सुधारी जा सकती है।

2. Q: Describe soil pH, its measurement, and the effects of pH on nutrient availability.
A (EN): Soil pH is a measure of the hydrogen ion concentration and indicates soil acidity or alkalinity; the scale runs roughly 0–14 with 7 neutral. It is commonly measured using a pH meter or by colorimetric methods after making a soil-water suspension. Soil pH profoundly affects the solubility and therefore plant-availability of essential nutrients: micronutrients like Fe, Mn, Zn become less available at high pH, while phosphorus availability can be limited at very low or very high pH. pH also influences microbial activity and organic matter decomposition, altering nutrient cycling. Agricultural practice includes liming acidic soils and using sulfur or acid-forming fertilizers to lower alkaline soils for optimal crop response.
A (HI): मिट्टी का pH हाइड्रोजन आयन सांद्रण का माप है और यह मिट्टी की अम्लता या क्षारीयता दर्शाता है; यह लगभग 0–14 पैमाने पर होता है जिसमें 7 तटस्थ होता है। इसे आमतौर पर pH मीटर या मिट्टी-जल निलंबन के बाद कलरोमेट्रिक विधियों से मापा जाता है। मिट्टी का pH पोषक तत्वों की घुलनशीलता और उपलब्धता को प्रभावित करता है: उच्च pH पर Fe, Mn, Zn जैसे सूक्ष्म पोषक कम उपलब्ध होते हैं और बहुत कम या बहुत उच्च pH पर फॉस्फोरस की उपलब्धता बाधित हो सकती है। pH सूक्ष्मजीवों की गतिविधि और जैविक पदार्थ के अपघटन को भी प्रभावित करता है, जिससे पोषक चक्र बदलता है। कृषि व्यवहार में अम्लीय मिट्टी पर चूना

डालना और क्षारीय मिट्टी कम करने के लिए सल्फर आदि का प्रयोग किया जाता है ताकि फसलों की बेहतर प्रतिक्रिया प्राप्त हो।

3. Q: Discuss the nitrogen cycle in soils and its agricultural implications.
A (EN): The soil nitrogen cycle includes processes such as nitrogen fixation, mineralization (ammonification), nitrification, plant uptake, and denitrification. Biological nitrogen fixation by legumes and free-living bacteria converts atmospheric N_2 into ammonia, enriching soil nitrogen. Organic nitrogen in plant residues and manures is mineralized by microbes to ammonium, which can be nitrified to nitrate by chemoautotrophic bacteria (Nitrosomonas and Nitrobacter). Nitrate is mobile and readily taken up by plants but also vulnerable to leaching; under anaerobic conditions, denitrifying bacteria convert nitrate to N_2 or N_2O gases, causing nitrogen loss. In agriculture, managing fertilizer timing, using legumes in rotations, and ensuring proper drainage are key to maximize N-use-efficiency and minimize environmental loss.
A (HI): मिट्टी में नाइट्रोजन चक्र में नाइट्रोजन फिक्सेशन, मिनरलाइज़ेशन (अमोनिफिकेशन), नाइट्रीफिकेशन, पौधों द्वारा अवशोषण और डीनाइट्रीफिकेशन जैसी प्रक्रियाएँ शामिल होती हैं। फलियों और मुक्त जीवाणुओं द्वारा जैविक नाइट्रोजन स्थिरीकरण वायुमंडलीय N_2 को अमोनिया में बदलता है और मिट्टी को समृद्ध बनाता है। पौधों के अवशेष और गोबर जैसे जैविक पदार्थ सूक्ष्मजीवों द्वारा अमोनियम में बदलते हैं, जो नाइट्रीफाइंग बैक्टीरिया द्वारा नाइट्रेट में परिवर्तित होते हैं। नाइट्रेट पौधों द्वारा आसानी से लिया जाता है पर बह जाने (लीचिंग) के लिए संवेदनशील होता है; ऑक्सीजन-रहित स्थितियों में डीनाइट्रीफाइंग बैक्टीरिया नाइट्रेट को N_2 या N_2O में बदलकर नाइट्रोजन खो देता है। कृषि में उर्वरक के समय, फलियों के प्रयोग और उचित जल निकास से N उपयोग दक्षता बढ़ाई जा सकती है और पर्यावरणीय हानि घट सकती है।

4. Q: Explain water potential, its components, and its relevance to irrigation scheduling.
A (EN): Water potential (Ψ) quantifies the potential energy status of water and determines the direction of water movement; it is expressed in pressure units (often MPa). Major components include solute potential (Ψs), pressure (Ψp), matric potential (Ψm), and gravitational potential (Ψg); the total Ψ is the sum of these components. In plants and soil, water flows from higher (less negative) to lower (more negative) potentials—roots absorb water when soil Ψ is higher than root Ψ. Matric potential reflects adsorption to soil particles and is crucial in available water; fine-textured soils have more negative matric potentials at the same water content. For irrigation scheduling, measuring soil water potential helps determine when crop stress begins and when to irrigate to maintain productivity while conserving water.
A (HI): वाटर पोटेंशियल (Ψ) पानी की संभावित ऊर्जा की स्थिति को मापता है और यह पानी की गति की दिशा तय करता है; इसे दबाव इकाइयों (अक्सर MPa) में व्यक्त किया जाता है। मुख्य घटक हैं सॉल्यूट पोटेंशियल (Ψs), प्रेशर (Ψp), मैट्रिक पोटेंशियल (Ψm) और गुरुत्वाकर्षण पोटेंशियल (Ψg); कुल Ψ इनका योग होता है। पौधों और मिट्टी में पानी उच्च (कम नकारात्मक)

से निम्न (अधिक नकारात्मक) पोटेंशियल की ओर बहता है—जब मिट्टी का Ψ जड़ के Ψ से उच्च होता है, तब जड़ पानी अवशोषित करती है। मैट्रिक पोटेंशियल मिट्टी कणों पर जल के चिपकने को दर्शाता है और उपलब्ध जल में अहम भूमिका निभाता है; समान जल मात्रा पर महीन बनावट वाली मिट्टी का मैट्रिक Ψ अधिक नकारात्मक होता है। सिंचाई तालिका के लिए मिट्टी के वाटर पोटेंशियल को मापना यह तय करने में मदद करता है कि कब फसल दबाव में आ रही है और कब सिंचाई की आवश्यकता है ताकि जल संरक्षण व उपज दोनों संतुलित रहें।

5. Q: Describe types of soil conservation practices and how each reduces erosion.
A (EN): Soil conservation practices include contour ploughing, terracing, strip cropping, cover cropping, mulching, and gully control structures. Contour ploughing follows the natural slope contours, slowing runoff velocity and promoting infiltration. Terracing on steep slopes creates level steps that reduce the energy of flowing water and trap soil. Strip cropping alternates strips of erosion-prone crops with protective vegetation to break runoff flow. Cover crops and mulches protect the soil surface from raindrop impact, reduce evaporation, and add organic matter. Gully control measures such as check dams and vegetation barriers stabilize concentrated flow paths and prevent further channelization. Each practice reduces detachment, transport, or both, thereby conserving topsoil and sustaining productivity.
A (HI): मृदा संरक्षण के उपायों में समवलय जुताई, तेरसीकरण, पट्टी फसल, आवरण फसल, म्ल्चिंग और गली नियंत्रण संरचनाएँ शामिल हैं। समवलय जुताई ढालों के साथ साथ की जाती है जिससे बहाव की गति कम होती है और जल अवशोषण बढ़ता है। तेरसीकरण ढालों पर स्तरीय चरण बनाता है जो पानी की ऊर्जा घटाकर मिट्टी को रोकता है। पट्टी फसल में संवेदनशील फसल की पट्टियों के साथ संरक्षक वनस्पति की पट्टियाँ लगाकर रनऑफ टूटता है। आवरण फसल और म्ल्च ब्रहदृष्टि प्रहार से मिट्टी की रक्षा करते हैं, वाष्पीकरण घटाते हैं और जैविक पदार्थ जोड़ते हैं। चेक डैम और पौधरोपण जैसी गली नियंत्रण विधियाँ सघन प्रवाह मार्गों को स्थिर कर आगे के चैनल निर्माण को रोकती हैं। ये उपाय मिट्टी के अलगाव और परिवहन को कम करके ऊपरी मिट्टी संरक्षित करते हैं।

6. Q: Explain the process of transpiration, its driving forces, and its role in nutrient transport.
A (EN): Transpiration is the evaporation of water from aerial plant parts, primarily leaves, via stomata and cuticle. The driving forces include vapor pressure deficit between the leaf internal airspaces and the atmosphere, stomatal conductance, and the water potential gradient from soil to root to leaf. Evaporation at mesophyll cell walls produces a negative pressure (tension) that pulls water through the xylem (cohesion-tension mechanism). This transpiration stream transports dissolved mineral nutrients from the soil upward to aerial tissues, supporting metabolic processes and growth. However, excessive transpiration under water stress can reduce productivity, so plants and farmers regulate stomatal behavior and irrigation to balance cooling, CO_2 uptake, and water loss.

A (HI): ट्रांसपिरेशन पौधों के ऊपर के हिस्सों, विशेषकर पत्तियों से, स्टोमाटा और कटिकल के माध्यम से जल का वाष्पीकरण है। इसके प्रेरक बलों में पत्तियों के अंदर के वायु स्थान और वायुमंडल के बीच वाष्प दबाव अंतर, स्टोमेटल कंडक्टेंस और मिट्टी से जड़ तक वॉटर पोटेंशियल का अंतर शामिल है। मेसिफिल कोशिका दीवारों पर होने वाला वाष्पीकरण नकारात्मक दबाव उत्पन्न करता है जो ज़ाइलम के माध्यम से पानी को खींचता है (cohesion-tension सिद्धांत)। यह ट्रांसपिरेशन स्ट्रीम घुले हुए खनिज पोषक तत्वों को मिट्टी से ऊपर की ओर ले जाती है, जिससे वृद्धि और उपापचय क्रियाएँ समर्थित होती हैं। अत्यधिक ट्रांसपिरेशन जल-संकट की स्थिति में उत्पादकता घटा सकती है, इसलिए पौधे और किसान स्टोमेटल विनियमन व सिंचाई के जरिए कूलिंग, CO_2 ग्रहण और जलहानि का संतुलन बनाते हैं।

7. Q: Discuss the role of soil organic matter in soil health and crop productivity.
A (EN): Soil organic matter (SOM) includes decomposed plant and animal residues, humus, and microbial biomass and is a key indicator of soil health. SOM improves soil structure by promoting aggregate formation, increases water-holding capacity, and enhances porosity and aeration for root growth. It acts as a slow-release reservoir of nutrients through mineralization and supports a diverse microbial community essential for nutrient cycling. High SOM buffers pH fluctuations, increases cation exchange capacity (CEC), and reduces surface crusting and erosion. In cropping systems, regular addition of organic manures, green manures, and crop residues maintains SOM and sustains long-term productivity and resilience to stress.
A (HI): मिट्टी का जैविक पदार्थ (SOM) पौधे और पशु अवशेषों के अपघटित अवयवों, ह्यूमस और सूक्ष्मजीव बायोमास को शामिल करता है और मिट्टी के स्वास्थ्य का एक मुख्य सूचक है। SOM मिट्टी की संरचना को बेहतर बनाकर एग्रीगेट निर्माण को प्रोत्साहित करता है, जल धारण क्षमता बढ़ाता है और जड़ विकास के लिए छिद्रता व हवादारी सुधारता है। यह मिनरलाइज़ेशन के माध्यम से पोषक तत्वों का धीमे-छूट भंडार बनता है और पोषक चक्र के लिए आवश्यक विविध सूक्ष्मजीवी समुदाय का समर्थन करता है। उच्च SOM pH उतार-चढ़ाव को बफर करता है, CEC बढ़ाता है और सतही क्रस्टिंग व अपरदन को घटाता है। फसल शासन में जैविक खाद, ग्रीन मैनर और फसल अवशेषों के नियमित समावेशन से SOM कायम रहती है और दीर्घकालिक उत्पादकता स्थिर रहती है।

8. Q: Explain the principle and agricultural application of the cohesion-tension theory.
A (EN): The cohesion-tension theory explains water ascent in plants: water molecules cohere to one another via hydrogen bonds and adhere to xylem walls, forming a continuous water column from roots to leaves. Transpiration from leaf surfaces creates tension (negative pressure) that pulls this cohesive column upward. The cohesion among water molecules prevents cavitation up to certain tensions, enabling water transport over significant heights in tall plants. Agriculturally, this theory emphasizes the linkage between transpiration rates and water uptake: soil moisture deficits or stomatal closure reduce the

transpiration pull and thus water and nutrient flow. Understanding this helps farmers manage irrigation and canopy microclimate to maintain transpiration balance and avoid hydraulic failure.

A (HI): Cohesion-tension सिद्धांत पौधों में जल के ऊपर उठने को बताता है: जल अणु आपस में हाइड्रोजन बॉन्ड के द्वारा जुड़ते (cohesion) और ज़ाइलम दीवारों से चिपकते (adhesion) हैं, जिससे जड़ों से पत्तियों तक एक निरंतर जल स्तम्भ बनता है। पत्तियों से होने वाला ट्रांसपिरेशन इस जल स्तम्भ में तनाव (नकरात्मक दबाव) उत्पन्न करता है जो जल को ऊपर खींचता है। जल अणुओं के बीच की cohesion ठोस तनाव तक कैविटेशन को रोकती है, जिससे ऊँचे पौधों में भी जल परिवहन संभव होता है। कृषि दृष्टि से यह सिद्धांत दर्शाता है कि ट्रांसपिरेशन दर और जल-उपकरण आपस में जुड़े हैं: मिट्टी की कमी या स्टोमेटल बंद होने से ट्रांसपिरेशन पुल घटता है और जल व पोषक प्रवाह प्रभावित होते हैं। इसे समझकर किसान सिंचाई व कैनोपी माइक्रो-क्लाइमेट प्रबंधन कर हाइड्रॉलिक विफलता से बच सकते हैं।

9. Q: Describe integrated nutrient management (INM) and its benefits.
A (EN): Integrated Nutrient Management (INM) combines the judicious use of chemical fertilizers with organic manures, biofertilizers, and crop residues to maintain soil fertility and productivity. INM aims to match nutrient supply with crop demand while improving soil health through organic inputs that enhance structure and microbial activity. Benefits include improved nutrient-use efficiency, reduced dependence on expensive chemical fertilizers, enhanced soil organic carbon, and minimized environmental losses like leaching and gaseous emissions. INM also supports balanced nutrition, resulting in improved crop quality and yield stability across seasons. Overall, INM is a sustainable approach to long-term nutrient management in agricultural systems.
A (HI): Integrated Nutrient Management (INM) रासायनिक उर्वरकों के बुद्धिमान उपयोग को जैविक खाद, बायोफर्टिलाइज़र और फसल अवशेषों के साथ मिलाकर मिट्टी की उर्वरता और उत्पादकता बनाए रखने की रणनीति है। INM का उद्देश्य फसल की मांग के अनुसार पोषक आपूर्ति करना और जैविक इनपुट के माध्यम से मिट्टी का स्वास्थ्य, संरचना और सूक्ष्मजीव गतिविधि बढ़ाना है। इसके लाभों में पोषक उपयोग दक्षता में सुधार, महंगे रासायनिक उर्वरकों पर निर्भरता में कमी, मिट्टी में जैविक कार्बन का बढ़ना और लीचिंग व गैसीय उत्सर्जन जैसी पर्यावरणीय हानियों का घटना शामिल हैं। INM संतुलित पोषण को सुनिश्चित कर फसल की गुणवत्ता और उपज को स्थिर बनाता है। समग्र रूप से, INM दीर्घकालिक और टिकाऊ पोषक प्रबंधन की प्रभावी विधि है।

10. Q: Explain the quadratic formula and demonstrate its use with an example.
A (EN): The quadratic formula solves $ax^2 + bx + c = 0$ and states the roots are $x = [-b \pm \sqrt{(b^2 - 4ac)}] / (2a)$. The discriminant $D = b^2 - 4ac$ indicates root nature: $D>0$ two distinct real roots, $D=0$ one repeated root, $D<0$ complex roots. Example: for $x^2 - 5x + 6 = 0$, $a=1$, $b=-5$, $c=6$ gives $D = (-5)^2 - 4\times1\times6 = 25 - 24 = 1$. Thus roots are $x = [5 \pm 1]/2 = 3$ and 2. Quadratic solutions are essential in physics (projectile motion), economics (profit optimization), and agricultural modelling (growth curves). Learning the formula and discriminant interpretation aids solving diverse applied problems.
A (HI): द्विघात समीकरण $ax^2 + bx + c = 0$ का समाधान द्विघात सूत्र $x = [-b \pm \sqrt{(b^2 - 4ac)}] / (2a)$ से प्राप्त होता है। डिस्क्रिमिनेंट $D = b^2 - 4ac$ जड़ों के प्रकार का संकेत देता है: $D>0$ दुई भिन्न वास्तविक जड़ें, $D=0$ एक समान जड़, $D<0$ काल्पनिक जड़ें। उदाहरण: $x^2 - 5x + 6 = 0$ में $a=1$, $b=-5$, $c=6$; $D = 25 - 24 = 1$। अतः जड़ें $x = [5 \pm 1]/2 = 3$ तथा 2 हैं। द्विघात हल भौतिकी (प्रोजेक्टाइल), अर्थशास्त्र (लाभ-अनुकूलन) और कृषि मॉडलों (विकास वक्र) में उपयोगी होते हैं। सूत्र और डिस्क्रिमिनेंट की समझ विविध अनुप्रयुक्त समस्याओं के समाधान में सहायक है।

11. Q: Discuss methods of improving soil fertility in smallholder farms.
A (EN): Smallholder farmers can improve soil fertility using low-cost and sustainable methods such as composting, green manuring, crop rotation with legumes, and residue retention. Compost and farmyard manure enhance organic matter, improve structure, and slowly release nutrients while increasing microbial activity. Green manures, grown and incorporated into soil, supply nitrogen and organic carbon rapidly during the growing season. Rotating legumes with cereals reduces synthetic N needs and breaks pest/disease cycles. Complementing organics with targeted, small-dose chemical fertilizers (site-specific nutrient management) optimizes yields while maintaining soil health and affordability for smallholders.
A (HI): छोटे किसानों के लिए मिट्टी की उर्वरता सुधारने के लिए सस्ता और टिकाऊ तरीकों में कम्पोस्टिंग, ग्रीन मैनर, दलहनी फसल के साथ फसल चक्र और अवशेषों की रोक शामिल हैं। कम्पोस्ट और गोबर की खाद जैविक पदार्थ बढ़ाकर मिट्टी की बनावट सुधारते हैं तथा धीरे-धीरे पोषक देते हैं और सूक्ष्मजीव गतिविधि बढ़ाते हैं। ग्रीन मैनर जो उगाकर मिट्टी में मिलाए जाते हैं, वे सीज़न के दौरान नाइट्रोजन और जैविक कार्बन शीघ्र उपलब्ध कराते हैं। दलहनी और अनाज का रोटेशन सिंथेटिक नाइट्रोजन की आवश्यकता घटाता है और कीट/रोग चक्र को तोड़ता है। जैविक के साथ लक्षित सीमित मात्रा में रासायनिक उर्वरक (site-specific) मिलाकर प्रयोग से उपज अनुकूल रहते हुए मिट्टी का स्वास्थ्य भी संरक्षित रहता है।

12. Q: Explain the concept of derivative as rate of change and give an agricultural example.
A (EN): The derivative of a function f(x) represents the instantaneous rate of change of f with respect to x; mathematically f′(x) = lim_{h→0} [f(x+h) − f(x)]/h. In agriculture, an example is crop growth rate: if biomass B(t) is a function of time t, dB/dt gives instantaneous growth rate, helping identify maximum growth periods or stress-induced slowdowns. Derivatives are used in modelling irrigation response curves, fertilizer-response curves, and optimizing harvesting time by finding maxima/minima. Understanding derivatives enables agronomists to quantify sensitivity of yield to input changes and to make time-sensitive management decisions.
A (HI): किसी फलन f(x) का अवकलज f′(x) उस फलन का x के सापेक्ष तात्कालिक परिवर्तन दर दर्शाता है; गणितीय रूप से f′(x) = lim_{h→0} [f(x+h) − f(x)]/h। कृषि उदाहरण में, यदि बायोमास B(t) समय t का फलन है तो dB/dt तात्कालिक वृद्धि दर देता है, जो अधिकतम वृद्धि अवधि या तनाव के कारण वृद्धि में कमी पहचानने में सहायक है। अवकलज का उपयोग सिंचाई प्रतिक्रिया वक्र, उर्वरक प्रतिक्रिया वक्र और कटाई समय के अनुकूलन में किया जाता है। अवकलज को समझकर कृषिविज्ञानी इनपुट परिवर्तनों के प्रति उपज की संवेदनशीलता को मापते और समय-संबंधी प्रबंधन निर्णय लेते हैं।

13. Q: Describe methods to prevent nitrate leaching and reduce groundwater contamination.
A (EN): Preventing nitrate leaching includes synchronizing fertilizer application with crop uptake, using split applications, and employing slow-release or nitrification inhibitors.

Incorporating cover crops or catch crops during fallow periods can uptake residual soil nitrate, reducing leaching during rains. Implementing buffer strips and riparian vegetation near water bodies traps sediments and absorbs nutrients before they reach groundwater. Improving irrigation efficiency (e.g., drip) reduces percolation and the movement of dissolved nitrates. Regular soil testing to apply site-specific nutrient rates also minimizes excess application and subsequent leaching.

A (HI): नाइट्रेट लीचिंग रोकने के उपायों में फसल की आवश्यकता के अनुरूप उर्वरक देना, विभक्त (split) आवेदन और स्लो-रिलीज/नाइट्रीफिकेशन इनहिबिटर शामिल हैं। बंजर अवधि में कवर क्रॉप्स उगाकर शेष नाइट्रेट अवशोषित कर बारिश में लीचिंग घटाई जा सकती है। जल निकायों के पास बफर पट्टियाँ और तटीय वनस्पति तलछट को रोकतीं और पोषक तत्वों को जमीन में जाने से पहले अवशोषित कर लेती हैं। सिंचाई की दक्षता (जैसे ड्रिप) बढ़ाने से पारगमन और घुले हुए नाइट्रेट के गतिशीलता घटती है। साइट-विशिष्ट पोषक दर के लिए नियमित मिट्टी परीक्षण से भी अधिक उपयोग और लीचिंग रोकी जा सकती है।

14. Q: Explain how to use the definite integral to compute the area under a growth curve and its interpretation in crop production.

A (EN): The definite integral ***∫{a}^{b} f(t) dt computes the total accumulated amount represented by f(t) between time a and b; for crop growth, f(t) might be biomass accumulation rate or instantaneous yield contribution. Integrating daily biomass increment over the cropping period yields total dry matter produced, indicating crop productivity. If f(t) is net photosynthesis rate, the integral approximates total carbon fixed over time. Interpretation helps quantify total resource capture (light, water, nutrients) over the season and evaluate treatment effects on cumulative growth. Practically, numerical integration of discrete measurements (trapezoidal rule) is often used in field studies.***

A (HI): निश्चित समाकलन **∫{a}^{b} f(t) dt किसी फंक्शन f(t) द्वारा समय a से b के बीच प्रदर्शित कुल संचयित राशि को निकालता है; फसल वृद्धि के लिए f(t) बायोमास वृद्धि दर या तात्कालिक उपज योगदान हो सकता है। खेत के पूरे सीज़न में दैनिक बायोमास वृद्धि को समाकलित करके कुल सूखा पदार्थ (dry matter) प्राप्त किया जा सकता है, जो फसल उत्पादकता का संकेत देता है। यदि f(t) नेट फोटोसिंथेसिस दर है तो समाकलन समय के साथ कुल कार्बन स्थिरीकरण का अनुमान देता है। इसका अर्थ है सीज़न के दौरान संसाधन (प्रकाश, जल, पोषक) का समेकित उपयोग और उपचारों के प्रभाव का आकलन। व्यावहारिक रूप से, क्षेत्र अध्ययनों में डिस्क्रीट मापों का संख्यात्मक समाकलन (जैसे trapezoidal rule) उपयोग किया जाता है।**

15. Q: Discuss integrated pest management (IPM) principles and advantages for small farms.

A (EN): Integrated Pest Management combines biological, cultural, physical, and chemical tactics to manage pests economically and with minimal environmental harm. Key principles include regular monitoring, threshold-based interventions, use of resistant varieties, crop rotation, biological control agents (predators/parasitoids), and targeted pesticide use only when necessary. For small farms, IPM reduces input costs, delays

resistance development, and preserves beneficial organisms. It improves yield stability while reducing pesticide residues and environmental contamination. Training and local knowledge-sharing are crucial to implement affordable IPM strategies tailored to farm conditions.

A (HI): Integrated Pest Management (IPM) जैविक, सांस्कृतिक, भौतिक और रासायनिक उपायों को संयोजित कर कीटों का आर्थिक और न्यूनतम पर्यावरणीय नुकसान के साथ प्रबंधन है। मुख्य सिद्धांतों में नियमित निगरानी, थ्रेशहोल्ड-आधारित हस्तक्षेप, रोग-प्रतिरोधी किस्मों का उपयोग, फसल चक्रीकरण, जैविक नियंत्रण एजेंट और केवल आवश्यक होने पर लक्षित कीटनाशक प्रयोग शामिल हैं। छोटे किसानों के लिए IPM इनपुट लागत घटाता है, प्रतिरोध विकास को धीमा करता है और लाभकारी जीवों को बचाता है। यह उपज की स्थिरता बढ़ाता है और कीटनाशक अवशेष तथा पर्यावरणीय प्रदूषण घटाता है। IPM लागू करने के लिए प्रशिक्षण और स्थानीय ज्ञान साझा करना आवश्यक होता है ताकि किफायती व परिस्थितिअनुकूल रणनीतियाँ अपनाई जा सकें।

16. Q: Demonstrate solving a system of two linear equations using matrix inversion (2×2) and explain an agricultural application.

A (EN): For a system $ax + by = e$ and $cx + dy = f$, the coefficient matrix is $A = [[a,b],[c,d]]$. If $\det(A) = ad - bc \neq 0$, the inverse $A^{-1} = (1/\det(A))\ [[d, -b],[-c, a]]$ exists and solution vector $[x\ y]^T = A^{-1}\ [e\ f]^T$. Example: equations $2x + y = 5$ and $x + 3y = 7$ have $A = [[2,1],[1,3]]$, $\det = 6-1=5$, $A^{-1} = (1/5)[[3, -1],[-1,2]]$; multiplying gives $x = (1/5)(3\times5 - 1\times7) = (1/5)(15-7)=8/5$, $y = (1/5)(-1\times5 + 2\times7) = (1/5)(-5+14)=9/5$. In agriculture, such linear systems model resource allocation (water and fertilizer constraints) or fertilizer blend formulations to meet target nutrient proportions.

A (HI): यदि दो रैखिक समीकरण $ax + by = e$ और $cx + dy = f$ हों तो गुणांक मैट्रिक्स $A = [[a,b],[c,d]]$ होता है। यदि $\det(A) = ad - bc \neq 0$ हो तो इसकी inverse $A^{-1} = (1/\det(A))\ [[d, -b],[-c, a]]$ अस्तित्व में होती है और समाधान $[x\ y]^T = A^{-1}\ [e\ f]^T$ से मिलता है। उदाहरण: $2x + y = 5$ तथा $x + 3y = 7$ में $A = [[2,1],[1,3]]$, $\det = 6-1=5$, $A^{-1} = (1/5)[[3, -1],[-1,2]]$; गुणन से $x = 8/5$, $y = 9/5$ आता है। कृषि में ऐसी रैखिक प्रणालियाँ स्रोत्र आवंटन (जल और उर्वरक प्रतिबंध) या लक्षित पोषक अनुपात पाने के लिए उर्वरक मिश्रण के मॉडलिंग में उपयोग की जाती हैं।

17. Q: Explain how to design a simple on-farm experiment comparing two fertilizer treatments and how to analyse results statistically.

A (EN): A simple on-farm experiment can use a randomized complete block design (RCBD) or paired strips to compare two fertilizer treatments; select uniform plots, randomize treatment placement, and include replicates to control spatial variability. Measure yield and agronomic parameters over replicates. For analysis, compute mean yields per treatment and use a t-test (for two treatments) or ANOVA (for multiple) to check if differences are statistically significant at chosen α-level (e.g., 0.05). Calculate standard error and confidence intervals for effect size, and if significant, compute percent increase and economic benefit-cost ratio. Proper experimental design and basic statistics

ensure that observed differences are due to treatments rather than chance or field heterogeneity.

A (HI): सरल ऑन-फार्म प्रयोग के लिए दो उर्वरक उपचारों की तुलना RCBD या पेयरड स्ट्रिप्स के रूप में की जा सकती है; समान प्लॉट चुनें, उपचारों को यादृच्छिक (randomize) रखें और स्थानिक भिन्नता नियंत्रण के लिए प्रतिकृतियाँ रखें। प्रतिकृतियों में उपज और कृषि मापदण्ड नापें। विश्लेषण के लिए प्रत्येक उपचार के औसत उपज निकालें और दो उपचारों के लिए t-test या कई के लिए ANOVA का प्रयोग कर देखें कि अंतर सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण हैं या नहीं (उदा. α=0.05)। मानक त्रुटि और विश्वास अंतराल निकालकर प्रभाव का आकार और आर्थिक लाभ-लागत अनुपात भी गणना करें। उचित प्रयोगात्मक डिजाइन और बुनियादी सांख्यिकी यह सुनिश्चित करते हैं कि देखे गये अंतर उपचारों का परिणाम हैं न कि यादृच्छिक भिन्नता या खेत की असमानता का।

18. Q: Discuss the environmental and agronomic issues with excessive pesticide use and describe safer alternatives.

A (EN): Excessive pesticide use can cause pest resistance, kill beneficial organisms (pollinators, natural enemies), contaminate soil and water, and leave harmful residues in food and the environment. It can also affect human and animal health via acute and chronic exposure. Agronomically, over-reliance on pesticides can shift pest complexes and increase long-term control costs. Safer alternatives include IPM (biological control, cultural practices), biopesticides, pheromone traps, host-resistant varieties, and precision application to reduce non-target exposure. Farmer education, proper protective gear, and following label recommendations minimize risks while maintaining effective pest control.

A (HI): अत्यधिक कीटनाशक उपयोग से कीटों में प्रतिरोध उत्पन्न हो सकता है, लाभकारी जीवों (परागणकर्ता, प्राकृतिक शत्रु) की मृत्यु हो सकती है, मिट्टी और जल दूषित हो सकता है, और खाद्य व पर्यावरण में हानिकारक अवशेष रह जाते हैं। यह मानव और पशु स्वास्थ्य पर तीव्र और दीर्घकालिक प्रभाव डाल सकता है। कृषि दृष्टि से, कीटनाशकों पर अत्यधिक निर्भरता कीटों के प्रकार बदल सकती है और नियंत्रण लागत दीर्घकाल में बढ़ा सकती है। सुरक्षित विकल्पों में IPM (जैविक नियंत्रण, सांस्कृतिक प्रथाएँ), बायोपेस्टिसाइड, फेरोमोन ट्रैप, रोग-प्रतिरोधी किस्में और सटीक आवेदन शामिल हैं। किसान प्रशिक्षण, उचित सुरक्षात्मक उपकरण और लेबल निर्देशों का पालन जोखिम कम करता है जबकि प्रभावी नियंत्रण बनाए रखता है।

19. Q: Explain the concept of correlation and simple linear regression and their use in agricultural research.

A (EN): Correlation measures the strength and direction of linear association between two variables, often using Pearson's r (−1 to +1). Regression models (simple linear) fit a line y = a + bx to predict dependent variable y from independent x, estimating slope b (change in y per unit x) and intercept a. In agriculture, correlation explores relationships (e.g., nitrogen rate vs. yield) while regression quantifies predictive relationships and estimates response elasticity. Regression diagnostics (R^2, residual analysis) evaluate model fit and

assumptions; significant slope indicates meaningful association. These tools support decision-making (optimum input rates) and modelling yields under varying conditions.

A (HI): सहसंबंध (correlation) दो चर के बीच रैखिक संबंध की ताकत और दिशा को मापता है, आमतौर पर Pearson's r (−1 से +1) का उपयोग होता है। सरल रैखिक प्रतिगमन $y = a + bx$ एक रेखा फिट करता है जो स्वतंत्र चर x से आश्रित चर y की भविष्यवाणी करता है, जहाँ b ढाल (y में प्रति x इकाई परिवर्तन) और a इंटरसेप्ट है। कृषि में सहसंबंध का उपयोग सम्बन्धों (उदा. नाइट्रोजन दर बनाम उपज) का पता लगाने में और प्रतिगमन भविष्यवाणी व प्रतिक्रिया की मात्रा निर्धारित करने में किया जाता है। प्रतिगमन डायग्नोस्टिक्स (R^2, अवशेष विश्लेषण) मॉडल फिट और मान्यताओं का मूल्यांकन करते हैं; महत्वपूर्ण ढाल का अर्थ है अर्थपूर्ण सम्बन्ध। ये उपकरण उपयुक्त इनपुट दरों और विविध परिस्थितियों में उपज का अनुमान बनाने में सहायक होते हैं।

20. Q: Discuss methods for post-harvest handling and storage of grains to minimize losses.

A (EN): Post-harvest handling to minimize grain losses includes timely harvesting at proper maturity, gentle handling to avoid physical damage, rapid drying to safe moisture (usually 12–14% for cereals), and cleaning to remove impurities and broken grains. Proper storage structures—hermetic bags, silos, or well-ventilated granaries—prevent insect infestation and fungal growth; temperature and moisture control are critical. Use of integrated pest management in storage (sanitation, monitoring traps, controlled atmosphere or biopesticides) reduces reliance on fumigants. Good record-keeping and first-in-first-out inventory practices lower deterioration risk. Training farmers and cooperatives in affordable technologies (solar drying, improved storage bags) substantially reduce quantitative and quality losses.

A (HI): फसल कटाई के बाद अनाज हानि कम करने के लिए समय पर उपयुक्त परिपक्वता पर कटाई, भौतिक क्षति से बचने हेतु सभ्य हेंडलिंग, सुरक्षित नमी पर शीघ्र सुखाना (सामान्यतः अनाज के लिए 12–14%), और अशुद्धियों व टूटे दानों को हटाने के लिए सफाई आवश्यक है। हर्मेटिक बैग, साइलो या वेंटीलेटेड गोदाम जैसे उचित भंडारण एकट्ठा कीट और फंगस से बचाते हैं; तापमान व नमी नियंत्रण आवश्यक होते हैं। भंडारण में IPM (सफाई, मॉनिटरिंग, नियंत्रित वायुमंडल या बायोपेस्टिसाइड) का उपयोग फ्यूमिगेंट पर निर्भरता कम करता है। अच्छी रिकॉर्ड-कीपिंग और FIFO प्रथाएँ खराबी जोखिम घटाती हैं। किसानों और सहकारिताओं को सौर सुखाने, बेहतर भंडारण बैग जैसे किफायती तकनीकों पर प्रशिक्षित कर के परिमाणात्मक व गुणात्मक हानि में महत्वपूर्ण कमी लाई जा सकती है।

21. Explain the process of biological nitrogen fixation and its importance in sustainable agriculture.

A (EN): Biological nitrogen fixation is the conversion of atmospheric nitrogen (N_2) into ammonia or related compounds by specialized microorganisms. Rhizobium bacteria in legume root nodules form a symbiotic association, fixing nitrogen and supplying ammonia to the plant. Free-living bacteria such as Azotobacter also fix nitrogen independently in soil. This process enriches soil nitrogen content naturally, reducing the need for synthetic N fertilizers. In sustainable agriculture, biological fixation improves soil fertility, lowers production costs, and reduces environmental pollution. Over time, it enhances soil organic matter and supports crop rotations with legumes for long-term productivity.

A (HI): जैविक नाइट्रोजन स्थिरीकरण वह प्रक्रिया है जिसमें वायुमंडलीय नाइट्रोजन (N_2) को ख़ास सूक्ष्मजीवों के द्वारा अमोनिया या सम्बन्धित यौगिकों में बदल दिया जाता है। फलियों की जड़ गांठों में राइजोबियम बैक्टीरिया एक सहजीवी सम्बन्ध बनाते हैं और नाइट्रोजन स्थिर कर पौधे को अमोनिया प्रदान करते हैं। स्वतंत्र जीवित बैक्टीरिया जैसे अज़ोटोबैक्टर मिट्टी में स्वतंत्र रूप से भी नाइट्रोजन स्थिर करते हैं। यह प्रक्रिया मिट्टी के नाइट्रोजन को प्राकृतिक रूप से समृद्ध करती है और सिंथेटिक N उर्वरकों की आवश्यकता को कम करती है। सतत कृषि में जैविक स्थिरीकरण मिट्टी की उर्वरता बढ़ाता है, उत्पादन लागत घटाता है और पर्यावरण प्रदूषण को कम करता है। समय के साथ, यह मिट्टी में जैविक पदार्थ को भी बढ़ाता है और दीर्घकालिक उत्पादकता के लिए फलियों के चक्र का समर्थन करता है।

22. What are micronutrients? Explain the role of iron and zinc in crop growth.

A (EN): Micronutrients are essential elements required by plants in very small quantities but are vital for their physiological and biochemical processes. Iron (Fe) is crucial for chlorophyll synthesis and is involved in electron transport during photosynthesis. Iron deficiency causes interveinal chlorosis of young leaves and reduced growth. Zinc (Zn) is important for enzyme activation, protein synthesis, and auxin metabolism. Zinc deficiency results in stunted growth, shortened internodes, and reduced leaf size. Adequate supply of Fe and Zn in balanced fertilization improves plant health, growth, and yield quality.

A (HI): सूक्ष्म पोषक तत्व वे आवश्यक तत्त्व हैं जिनकी पौधों को छोटी मात्राओं में आवश्यकता होती है पर ये उनके जैविक, रासायनिक और भौतिक कार्यों के लिए अनिवार्य होते हैं। लौह (Fe) क्लोरोफिल संश्लेषण के लिए महत्वपूर्ण है और प्रकाश-संश्लेषण के दौरान इलेक्ट्रॉन ट्रांसपोर्ट में भाग लेता है। लौह की कमी से युवा पत्तियों के बीच पीला पड़ना और वृद्धि में कमी होती है। जिंक (Zn) एंज़ाइम सक्रियण, प्रोटीन संश्लेषण और ऑक्सिन चयापचय के लिए आवश्यक है। जिंक की कमी से वृद्धि रुकती है, इंटर्नोड्स छोटे होते हैं और पत्तियाँ छोटी रह जाती हैं। संतुलित

उर्वरक के रूप में Fe और Zn की पर्याप्त आपूर्ति पौधे के स्वास्थ्य, वृद्धि और उपज गुणवत्ता को बेहतर बनाती है।

23. Describe the steps involved in crop production from soil preparation to harvest.

A (EN): Crop production begins with soil preparation, which includes ploughing, levelling, and creating a fine tilth to facilitate seed placement and root growth. The next step is sowing with proper seed spacing and depth, usually done at the onset of suitable season to maximize germination. Adequate fertilizer application follows, tailored to soil test recommendations to supply essential nutrients. Irrigation must be scheduled to ensure optimum soil moisture without waterlogging. Weed control is essential throughout growth to reduce competition. As the crop matures, monitoring for pests and diseases and applying appropriate management helps protect yield. Finally, harvesting at physiological maturity using correct techniques preserves grain quality and reduces losses.

A (HI): फसल उत्पादन मिट्टी की तैयारी से शुरू होता है, जिसमें जुताई, समतल करना और बीज रोपण तथा जड़ वृद्धि के लिए अच्छी मिट्टी का निर्माण शामिल है। अगला चरण उचित बुवाई है जिसमें मौसम के अनुसार बीज की दूरी और गहराई रखा जाता है ताकि अंकुरण अधिकतम हो सके। उसके बाद उर्वरक का उचित अनुपात में मृदा परीक्षण के आधार पर प्रयोग किया जाता है ताकि आवश्यक पोषक तत्व मिल सकें। सिंचाई को इस तरह समयबद्ध किया जाना चाहिए कि मिट्टी में उपयुक्त नमी बनी रहे पर जलभराव न हो। वृद्धिकाल में खरपतवार नियंत्रण आवश्यक है ताकि प्रतिस्पर्धा कम हो। जैसे-जैसे फसल पकती है कीट और रोगों की निगरानी तथा प्रबंधन उपज की सुरक्षा में मदद करता है। अंत में, फसल को उसके भौतिक परिपक्वता पर उचित तकनीकों से काटना अनाज की गुणवत्ता बचाता है और हानि कम करता है।

24. Explain the principles and practices of Integrated Fertilizer Management (IFM).

A (EN): Integrated Fertilizer Management means using chemical fertilizers, organic manures, and biofertilizers in appropriate proportions to sustain soil fertility and optimize crop yield. The principles include soil testing to determine nutrient needs, applying nutrients based on crop demand and soil conditions, and using organic amendments to improve soil structure. Incorporation of biofertilizers enhances nutrient availability by biological means. Practices include balanced application of NPK, timing fertilizer applications to crop growth stages, and using micronutrients where needed. IFM reduces fertilizer cost, prevents nutrient imbalance, and enhances long-term soil health.

A (HI): Integrated Fertilizer Management (IFM) का अर्थ है रासायनिक उर्वरक, जैविक खाद और बायोफर्टिलाइज़र का उपयुक्त अनुपात में उपयोग कर मिट्टी की उर्वरता बनाए रखना और फसल

उपज को अधिकतम करना। इसके सिद्धांतों में मिट्टी परीक्षण शामिल है ताकि पोषक आवश्यकताओं का निर्धारण हो, फसल की मांग और मिट्टी की स्थिति के अनुसार पोषक तत्वों का प्रयोग किया जाए, तथा संरचना सुधारने के लिए जैविक संशोधनों का उपयोग किया जाए। बायोफर्टिलाइज़र का समावेशन जैविक उपायों द्वारा पोषक उपलब्धता बढ़ाता है। प्रथाओं में संतुलित एनपीके का उपयोग, वृद्धि चरणों के अनुसार उर्वरक देने तथा आवश्यकतानुसार सूक्ष्म पोषक तत्वों का प्रयोग शामिल है। IFM उर्वरक लागत को कम करता है, पोषक असंतुलन को रोकता है और दीर्घकालिक मिट्टी स्वास्थ्य को बेहतर बनाता है।

25. Describe the role of microorganisms in soil nutrient cycling.

A (EN): Soil microorganisms play a central role in nutrient cycling by decomposing organic residues and transforming nutrients into plant-available forms. Bacteria and fungi break down complex organic matter into simpler compounds through mineralization, releasing nitrogen, phosphorus and other elements. Certain bacteria fix atmospheric nitrogen into usable forms for plants. Microbial processes like nitrification and denitrification regulate nitrogen availability. Mycorrhizal fungi form symbiotic associations with roots, enhancing phosphorus uptake. Healthy microbial communities improve soil fertility, tilth, and resilience to stress.

A (HI): मिट्टी के सूक्ष्मजीव पोषक चक्र में केंद्रीय भूमिका निभाते हैं क्योंकि वे जैविक अवशेषों को अपघटित कर पोषक तत्वों को पौधों के उपयोग योग्य रूपों में बदलते हैं। बैक्टीरिया और कवक जटिल जैविक पदार्थ को सरल यौगिकों में बदलते हैं जिससे नाइट्रोजन, फॉस्फोरस जैसे तत्व मुक्त होते हैं। कुछ बैक्टीरिया वायुमंडलीय नाइट्रोजन को पौधों के उपयोग योग्य रूप में स्थिर करते हैं। नाइट्रीफिकेशन और डीनाइट्रीफिकेशन जैसे सूक्ष्मजीवी प्रक्रियाएँ नाइट्रोजन की उपलब्धता को नियंत्रित करती हैं। माइकोराइज़ल कवक जड़ों के साथ सहजीवी सम्बन्ध बनाकर फॉस्फोरस अवशोषण बढ़ाते हैं। स्वस्थ सूक्ष्मजीव समुदाय मिट्टी की उर्वरता, बनावट और तनाव के प्रति सहनशीलता को बेहतर बनाते हैं।

26. Explain soil organic matter: its sources, benefits, and management.

A (EN): Soil organic matter (SOM) originates from decomposed plant residues, animal manures, and microbial biomass. SOM improves soil physical properties by promoting aggregate formation, which enhances porosity, aeration and water infiltration. It increases water-holding capacity and buffers soil against temperature extremes. SOM is a reservoir of nutrients released slowly through microbial mineralization, improving plant nutrition. Management practices to

enhance SOM include applying compost, green manures, crop residues, and adopting reduced tillage to minimize carbon loss. High SOM contributes to sustained soil health and crop productivity.

A (HI): मिट्टी का जैविक पदार्थ (SOM) पौध अवशेषों, पशु खाद और सूक्ष्मजीव जैवमास से उत्पन्न होता है। SOM मिट्टी की भौतिक गुणों को सुधारता है, जैसे एग्रीगेट निर्माण को प्रोत्साहित करना जिससे छिद्रता, हवादारी और जल अवशोषण में सुधार होता है। यह जल धारण क्षमता बढ़ाता और तापमान उतार-चढ़ाव से मिट्टी को बचाता है। SOM सूक्ष्मजीवों द्वारा धीरे-धीरे मिनरलाइज़ेशन के माध्यम से पोषक तत्वों का भंडार प्रदान करता है, जिससे पौध पोषण सुधरता है। SOM बढ़ाने के लिए कम्पोस्ट, ग्रीन मैनर, फसल अवशेषों का प्रयोग और कम जुताई अपनाना चाहिए ताकि कार्बन हानि न्यून रहे। उच्च SOM सतत मिट्टी स्वास्थ्य और फसल उत्पादकता में योगदान देता है।

27. Discuss causes and control of acid soils in agriculture.

A (EN): Acid soils have low pH (<6), often caused by high rainfall leaching basic cations, excessive use of ammonium-based fertilizers, and decomposition of organic matter releasing acids. Acidic conditions reduce availability of phosphorus, molybdenum, and other nutrients, while increasing toxic aluminium and manganese concentrations. Crop growth is limited due to nutrient imbalances and toxicity. Liming with agricultural lime ($CaCO_3$) or ground limestone raises soil pH, supplies calcium, and reduces aluminium toxicity. Improved drainage, organic amendments, and balanced fertilization reduce acidification over time.

A (HI): अम्लीय मिट्टियाँ कम pH (<6) वाली होती हैं, जो अक्सर अधिक वर्षा से बेसिक क़टायनों का लीचिंग, अमोनियम-आधारित उर्वरकों का अत्यधिक प्रयोग और जैविक पदार्थ के अपघटन से अम्लता के कारण होती हैं। अम्लीय दशाओं में फॉस्फोरस, मोलिब्डेनम जैसे पोषक कम उपलब्ध होते हैं, जबकि अल्युमीनियम और मैंगनीज़ विषाक्तता बढ़ाते हैं। पोषक असंतुलन और विषाक्तता से फसल वृद्धि सीमित हो जाती है। कृषि चूना ($CaCO_3$) या ग्राउंड चूना डालकर pH बढ़ाया जाता है, कैल्शियम प्रदान किया जाता है और अल्युमीनियम विषाक्तता कम होती है। बेहतर ड्रेनेज, जैविक खाद और संतुलित उर्वरक उपयोग अम्लता कम करते हैं।

28. Explain the concept of plant nutrients and deficiency symptoms of potassium.

A (EN): Plant nutrients include macronutrients required in larger amounts (N, P, K) and micronutrients needed in smaller quantities (Fe, Zn, Mn). Potassium regulates stomatal function, enzyme activation, and osmotic balance. Deficiency shows marginal chlorosis followed by necrosis on older leaves, weak stems, and reduced tolerance to drought and diseases. Potassium improves carbohydrate transport and grain quality. Correcting deficiency with potassium chloride (MOP) or sulfate enhances growth and yield. Balanced nutrient supply prevents

secondary disorders.

A (HI): पौध पोषक तत्वों में मैक्रोन्यूट्रिएंट (N, P, K) और माइक्रोन्यूट्रिएंट (Fe, Zn, Mn) शामिल हैं। पोटैशियम स्टोमेटल क्रिया, एंज़ाइम सक्रियण और ऑस्मोटिक संतुलन नियंत्रित करता है। उसकी कमी से पुराने पत्तों के किनारे पीला पड़ना और फिर मर जाना, तने कमजोर होना और सूखा व रोग सहनशीलता में कमी दिखाई देती है। पोटैशियम शर्करा परिवहन और अनाज गुणवत्ता को बढ़ाता है। पोटैशियम क्लोराइड (MOP) या सल्फेट द्वारा कमी को सुधारा जा सकता है। संतुलित पोषक आपूर्ति अन्य अनुपात समस्याओं को रोकती है।

29. Describe the types of irrigation scheduling and its importance.

A (EN): Irrigation scheduling determines when and how much to irrigate based on crop water needs, soil moisture status, and climatic conditions. Methods include calendar scheduling, soil moisture sensing (tensiometers), crop water requirement charts, and evapotranspiration (ET)-based approaches. Proper scheduling prevents under- or over-irrigation, conserves water, and improves crop yield and quality. It reduces leaching of nutrients and minimizes disease incidence caused by waterlogging. Efficient scheduling is essential for sustainable water resource management, especially in water-scarce regions.

A (HI): सिंचाई योजना तय करती है कि कब और कितनी सिंचाई करनी है, फसल की जल आवश्यकता, मिट्टी की नमी और मौसम की दशाओं के आधार पर। विधियों में समय आधारित (कैलेंडर), मिट्टी नमी संवेदक (टेंसिओमीटर), फसल जल आवश्यकता चार्ट और वाष्पोत्सर्जन (ET) आधारित तरीके शामिल हैं। सही योजना कम या अधिक सिंचाई से बचाती है, जल संरक्षित करती है और उपज व गुणवत्ता सुधारती है। यह पोषक तत्व लीचिंग को कम करती है और जलभराव से रोग भी रोकती है। जल संसाधन प्रबंधन में दक्षता के लिए योजना आवश्यक है, खासकर जल-संकटकाल में।

30. Explain how agricultural statistics can assist in decision making.

A (EN): Agricultural statistics quantifies data from crop yields, weather patterns, input use, and market trends. Tools like mean, variance, regression, and probability analyses help interpret data and assess variability. Decision makers use statistics to evaluate treatment effects, optimize inputs, forecast yields, and manage risks. Time series analysis supports planning for seasonal changes. Reliable statistical results guide policy making, resource allocation, and technology adoption to improve agricultural productivity.

A (HI): कृषि सांख्यिकी फसल उपज, मौसम पैटर्न, इनपुट उपयोग और बाजार रुझानों जैसे डेटा को मापती है। औसत, विचरण, प्रतिगमन और प्रायिकता जैसे उपकरण डेटा की व्याख्या और

विविधता का आकलन करते हैं। निर्णयकर्ता सांख्यिकी का उपयोग उपचार प्रभावों का मूल्यांकन, इनपुट अनुकूलन, उपज पूर्वानुमान और जोखिम प्रबंधन में करते हैं। मौसमी परिवर्तनों के लिए समय श्रेणी विश्लेषण योजना बनाने में सहायक होता है। विश्वसनीय सांख्यिकीय परिणाम नीति निर्माण, संसाधन आवंटन और तकनीक अपनाने में मार्गदर्शन करते हैं।