# अध्याय–4

# कार्बोहाइड्रेट, वसा और प्रोटीन का खाद्य पदार्थों में उपस्थिति की जांच करना

# (To Detect The Presence of Carbohydrate, Fat and Protein in Food Stuffs)

समस्त जीव तथा वनस्पति जगत के लिये भोजन आवश्यक है। भोजन से –

1. ऊर्जा मिलती है।
2. शारीरिक वृद्धि होती है।
3. नष्ट उत्तकों का प्रतिस्थापन होता है।
4. जीवन चलता है। और
5. स्वांगीकरण (Assimilation) व पाचन (Digestion) क्रिया नियमित चलती है।

## भोजन के अभिन्न अंग हैं :

कार्बोहाइड्रेट, लिपिड (वसा और तेल), प्रोटीन, खनिज पदार्थ, विटामिन और जल।

मानव शरीर के लिये आवश्यक ये पदार्थ मुख्य रुप से अनाज, दाल, चावल, आलू, फल, दूध, घी, मूंगफली, मांस, अण्डे आदि से प्राप्त होते हैं। इस अध्याय में कार्बोहाइड्रेट, वसा व तेल एवं प्रोटीन की कुछ खाद्य पदार्थों में उपस्थिति की जांच के बारे में बताया गया है।

## कार्बोहाइड्रेट (Carbohydrate)

कार्बोहाइड्रेट को कार्बन के हाइड्रेट भी कहा जाता है, क्योंकि इनका सामान्य सूत्र $C_x(H_2O)_y$ है। जैसे ग्लूकोस ($C_6H_{12}O_6$), फ्रक्टोस ($C_6H_{12}O_6$), सूक्रोस ($C_{12}H_{22}O_{11}$) आदि। परन्तु यह परिभाषा निम्नांकित दो कारणों से सही नहीं है।

प्रथम कारण यह कि कई पदार्थ जिनका सामान्य सूत्र $C_x(H_2O)_y$ है पर वे कार्बोहाइड्रेट की तरह व्यवहार नहीं करते, जैसे एसीटिक अम्ल ($C_2H_4O_2$), फॉर्मऐल्डिहाइड (HCHO) आदि।

दूसरा कारण यह कि कई पदार्थ जिनका सामान्य सूत्र $C_x(H_2O)_y$ नहीं है पर वे कार्बोहाइड्रेट की तरह व्यवहार करते हैं, जैसे रैम्नोस ($C_6H_{12}O_5$)।

अतः पॉलिहाइड्रोक्सी ऐल्डिहाइड, पॉलिहाइड्रोक्सी कीटोन, उनके व्युत्पन्न और वे पदार्थ जो जल – अपघटन पर उक्त यौगिक बनाते हैं, कार्बोहाइड्रेट कहलाते हैं।

कार्बोहाइड्रेट शरीर के लिये जैव ईंधन का कार्य करते हैं।

एन्जाइम की उपस्थिति में ग्लूकोस का $CO_2$ तथा $H_2O$ में मन्द ऑक्सीकरण होता है और ऊर्जा निकलती है।

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 6H_2O + 2832\ kJ$$

ये कोशिका कला (Cell membrane) के प्रमुख घटक होते हैं।

# प्रयोग 1

## उद्धेश्य–दिये गये पदार्थ में कार्बोहाइड्रेट की पहचान करना।

**आवश्यक रसायन**

ग्लूकोस, सुक्रोस (ईक्षु–शर्करा), लैक्टोस (दुग्ध शर्करा), स्टार्च, मॉलिश अभिकर्मक, फेहलिंग विलयन, बेनेडिक्ट विलयन और आयोडीन विलयन।

## कार्बोहाइड्रेट के प्रमुख परीक्षण :

### 1. मॉलिश परीक्षण

यह परीक्षण सभी कार्बोहाइड्रेट देते हैं। 1–2 mL कार्बोहाइड्रेट के जलीय विलयन (या स्टार्च का निलंबन) में कुछ बूँदें मॉलिश अभिकर्मक ($\propto$ – नेफ्थॉल का 10% ऐल्कोहॉलिक विलयन) की मिलाओ। परखनली की दीवार के सहारे विलयन में सान्द्र $H_2SO_4$ मिलाओ। दोनों द्रवों के मिलने की सतह पर लाल–बैंगनी वलय (Ring) बनती है। कार्बोहाइड्रेट उपस्थित है।

इस परीक्षण में सान्द्र $H_2SO_4$, कार्बोहाइड्रेट को फरफ्यूरल (furfural) या इसके व्यूत्पन्न में बदल देता है, जो $\propto$ – नेफ्थॉल से क्रिया करके रंगीन पदार्थ बनाता है।

### 2. फेहलिंग विलयन परीक्षण

फेहलिंग विलयन A : 17.5 ग्राम क्रिस्टलीय कॉपर सल्फेट को थोड़े आसुत जल में विलेय कर कुछ बूँदे सान्द्र $H_2SO_4$ की मिलाते है और आसुत जल मिलाकर आयतन को 250 mL कर लेते हैं।

फेहलिंग विलयन B : 8.7 ग्राम रोशेल लवण (सोडियम पोटैशियम टार्टरेट) और 30 ग्राम ठोस कॉस्टिक सोडा को आसुत जल में विलेय कर कुल आयतन 250 mL कर लेते हैं।

कार्बोहाइड्रेट (5% जलीय विलयन) के 2mL विलयन में फेहलिंग विलयन A और B की 1 या 2 बूँद (प्रत्येक की) मिलाओ। इस परखनली को उबलते जल–ऊष्मक में रखो। लाल–अवक्षेप का बनना, अपचायी शर्करा (Reducing Sugar) की उपस्थिति का द्योतक है।

$$\underset{\text{ग्लुकोस}}{\begin{array}{l} CHO \\ | \\ (CHOH)_4 + 2\,Cu(OH)_2 + NaOH \\ | \\ CH_2OH \end{array}} \longrightarrow \begin{array}{l} COO^-Na^+ \\ | \\ (CHOH)_4 + 3\,H_2O + \underset{\text{लाल–अवक्षेप}}{Cu_2O\downarrow} \\ | \\ CH_2OH \end{array}$$

### 3. बेनेडिक्ट परीक्षण

बेनेडिक्ट अभिकर्मक बनाने के लिये 17.3 ग्राम सोडियम साइट्रेट और 9 ग्राम निर्जल $Na_2CO_3$ को लगभग 80 mL आसुत जल में विलेय करो। विलेय नहीं हो तो गर्म करो। अन्य 100 mL आसुत जल में 1.73 ग्राम कॉपर सल्फेट को विलेय करो। दोनों को मिलाकर कुल आयतन, आसुत जल मिलाकर 250 mL करो।

कार्बोहाइड्रेट का 1–2 mL जलीय विलयन परखनली में लेकर बेनेडिक्ट अभिकर्मक की थोड़ी मात्रा मिलाओ। परखनली को जल ऊष्मक के उबलते जल में रखो। लाल– अवक्षेप का बनना, कार्बोहाइड्रेट की उपस्थिति को दर्शाता है। इस परीक्षण में भी लाल अवक्षेप $Cu_2O$ का ही बनता है।

### 4. टॉलेन परीक्षण

टॉलेन अभिकर्मक का निर्माण करने के लिये थोड़े NaOH के विलयन में $AgNO_3$ का विलयन

यह विलयन टॉलेन अभिकर्मक कहलाता है। कार्बोहाइड्रेट का 2–3 mL जलीय विलयन परखनली में लेकर उतना ही टॉलेन अभिकर्मक मिलाओ। परखनली को करीब 10 मिनट तक जल–ऊष्मक के उबलते जल में रखो। चमकता हुआ रजत दर्पण दिखाई दें तो अपचायी शर्करा की उपस्थिति निश्चित है। इस परीक्षण में

$$AgNO_3 + NH_4OH \rightarrow NH_4NO_3 + AgOH$$

$$2\,AgOH \rightarrow Ag_2O + H_2O$$

$$Ag_2O + 2\,NH_4OH \rightarrow \underset{\text{विलेय}}{2[Ag(NH_3)_2]\,OH} + 3\,H_2O$$

$$\underset{\text{ग्लूकोस}}{\begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ (CHOH)_4 + Ag_2O \\ | \\ CHO \end{array}} \xrightarrow{NH_4OH} \begin{array}{l} COONH_4 \\ | \\ (CHOH)_4 + \underset{\text{रजत दर्पण}}{2Ag} \\ | \\ CH_2OH \end{array}$$

**5. आयोडीन परीक्षण (केवल स्टार्च के लिये)**

पदार्थ के जलीय निलंबन में 1–2 बूँद आयोडीन विलयन की मिलाओ। नीले रंग की उपस्थिति स्टार्च की उपस्थिति दर्शाती है।

उक्त परीक्षणों के परिणामों को निम्नतालिका में दर्शाया गया है–

| | **परीक्षण** | **ग्लूकोस** | **लैक्टोस** | **स्युक्रोस** | **स्टार्च** |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | स्वाद | मीठा | मीठा | मीठा | स्वादहीन |
| 2. | विलेयता | विलेय | विलेय | विलेय | अविलेय |
| 3. | मॉलिश परीक्षण | बैंगनी–वलय | बैंगनी–वलय | बैंगनी–वलय | बैंगनी–वलय |
| 4. | फेहलिंग परीक्षण | लाल अवक्षेप | लाल अवक्षेप | नहीं | नहीं |
| 5. | बेनेडिक्ट परीक्षण | लाल अवक्षेप | लाल अवक्षेप | नहीं | नहीं |
| 6. | आयोडीन परीक्षण | नहीं | नहीं | नहीं | नीला रंग |

**नोट** : जो पदार्थ परीक्षण नहीं देता है उसे ''नहीं'' दर्शाया गया है।

## वसा और तेल (Fat and Lipid)

रासायनिक दृष्टि से वसा और तैल, ग्लिसरॉल तथा वसा अम्लों के ट्राईऐस्टर (Triesters) होते हैं। साधारण तापक्रम पर तेल द्रव अवस्था में और वसा ठोस अवस्था में पाए जाते हैं। वसा की तुलना में तेलों में असंतृप्त अम्ल अधिक पाए जाते हैं। वसा एवं तेल की प्राप्ति वनस्पति और जन्तु वर्ग से होती है। शरीर के लिये ऊर्जा के ये श्रेष्ठ स्रोत हैं। इनके दहन (Combustion) से ऊष्मा तथा ऊर्जा निकलती है। ये कोमल अंगों को चोट से बचाने के लिए उनके आस–पास वसा – ऊत्तक (Fatty Tissues) बना लेते हैं। इनके कारण शरीर के चारों ओर ऊष्मा–रोधी परत (Heat Insulating Coat) बन जाती है, जो ठण्ड से रक्षा करती है।

## प्रयोग 2

**उद्धेश्य –दिये गये पदार्थ में तेल तथा वसा की पहचान करना**

### आवश्यक रसायन

क्लोरोफार्म, एथिल ऐल्कोहॉल, $KHSO_4$ के क्रिस्टल, फरफ्यूरल विलयन, हुब्ल विलयन, देशी घी, वनस्पति घी और परिष्कृत तेल।

### प्रमुख परीक्षण

**1. विलेयता परीक्षण :**

इस परीक्षण का आधार यह है कि तेल ओर वसा कार्बनिक विलायकों जैसे क्लोरोफॉर्म, ऐल्कोहॉल आदि में विलेय होते हैं, जबकि जल में अविलेय होते हैं।

तीन अलग–अलग परखनलियों में क्रमशः 5 mL आसुत जल, क्लोरोफॉर्म और ऐल्कोहॉल लेकर दिये गए नमूने को मिलाकर हिलाओ (Shake)। निम्नांकित तालिका के अनुसार प्रेक्षण करके परिणाम ज्ञात करो।

| परखनली | विलायक | प्रेक्षण | परिणाम |
|---|---|---|---|
| 1. | जल | 1. अविलेय<br>2. विलेय | 1. तेल या वसा उपस्थित<br>2. तेल या वसा अनुपस्थित |
| 2. | ऐल्कोहॉल | 1. नीचे परत बनती है, जो गर्म करने पर विलेय हो जाती है<br>2. गर्म करने पर भी अविलेय | 1. तेल या वसा उपस्थित<br>2. तेल या वसा अनुपस्थित |
| 3. | क्लोरोफॉर्म | 1. विलेय<br>2. अविलेय | 1. तेल या वसा उपस्थित<br>2. तेल या वसा अनुपस्थित |

**2. पारभासक धब्बा परीक्षण (Translucent Spot Test)**

दिये गये नमूने को छन्ने कागज की तह के मध्य रखकर दबाओ। यदि छन्ने कागज की तह को खोलने पर पारभासक या ग्रीज (Grease) जैसा धब्बा दिखाई दे तो तेल या वसा उपस्थित है। यह धब्बा छन्ना कागज को गर्म करने या सुखाने पर फैलने लगता है।

**3. एक्रोलीन परीक्षण** (Acrolein Test)

परखली में दिये नमूने की थोड़ी मात्रा को $KHSO_4$ के क्रिस्टल के साथ गर्म करो। एक्रोलीन की तीव्र उत्तेजक गन्ध आए तो तेल या वसा उपस्थित है।

तेल या वसा → (गर्म) → ग्लिसरॉल + वसा अम्ल

$CH_2OH$
|
$CHOH$
|
$CH_2OH$
ग्लिसरॉल

$\xrightarrow{KHSO_4}$

$CH_2$
||
$CH$ $+ 2H_2O$
|
$CHO$
एक्रोलीन

**4. बौद्वाँ परीक्षण (Baudouin Test)**

इस परीक्षण मं देशी घी और वनस्पति घी में अन्तर ज्ञात किया जाता है। वनस्पति घी में 5% मात्रा तिल के तेल (Sesame oil) की पायी जाती है जबकि देशी घी में नहीं पायी जाती है।

परीक्षण करने के लिये 5 मिली (सेमी॰) नमूने के पिघले घी को 5 मिली सान्द्र HCl और 2–3 बूँद 2% फरफ्यूरल विलयन (एल्कोहॉल में) के साथ मिलाकर हिलाओ। अब 8–10 मिनट तक पड़ा रहने दो। लाल गुलाबी रंग प्राप्त होता है तो तिल का तेल नमूने में उपस्थित है।

इस परीक्षण से देशी घी में यदि वनस्पति घी मिलाया गया है, तो भी जांच की जा सकती है।

**5. हुब्ल परीक्षण (Huble's Test)**

हुब्ल अभिकर्मक का निर्माण दो विलयनों के समान आयतन को मिलाकर किया जाता है। वे विलयन हैं– ऐल्कोहॉल में बना 5–7% $HgCl_2$ का विलयन और 95% ऐल्कोहॉल में बना 5% आयोडीन का विलयन।

इस परीक्षण से नमूने में असंतृप्तता का अंश (Degree) ज्ञात किया जाता है। दो परखनलियां लेकर उन पर ''अ'' तथा ''ब'' अंकित करो। दोनों में तीन–तीन मिली (सेमी॰) क्लोरोफॉर्म लो। परखनली ''अ'' में 3–4 बूंदे कपास के बीजों के तेल (Cotton Seed Oil) की और परखनली ''ब'' में 3–4 बूँदें अलसी के तैल (Linseed Oil) की मिलाकर खूब हिलाओ। अब प्रत्येक परखनली में हुब्ल अभिकर्मक की तीन–तीन बूँदें मिलाओ और बैंगनी रंग के फीका पड़ने का प्रेक्षण करो। परखनली ''अ'' में रंग फीका नहीं पड़ता है जबकि परखनली ''ब'' में यह $I_2$ का बैंगनी रंग फीका पड़ जाता है। इससे निष्कर्ष निकलता है कि अलसी का तेल, कपास के बीजों के तेल की तुलना में अधिक असंतृप्त होता है।

# प्रोटीन (PROTEINS)

प्रोटीन ∝–ऐमीनो अम्ल के उच्च अणुभार वाले लम्बी श्रृंखला के बहुलक होते हैं। इन्हें प्रकृति में निर्मित सबसे जटिल, यौगिक माना जाता है। यूनानी भाषा में प्रोटीन का अर्थ सबसे महत्वपूर्ण पदार्थ है। प्रोटीन कोशिका के अभिन्न अंग हैं जो सभी सजीवों में पाए जाते हैं। प्रोटीन में पाये जाने वाले तत्व हैं : कार्बन, हाइड्रोजन, नाइट्रोजन और ऑक्सीजन। परन्तु कुछ प्रोटीन में इनके अतिरिक्त फास्फोरस तथा गन्धक भी पाए जाते हैं।

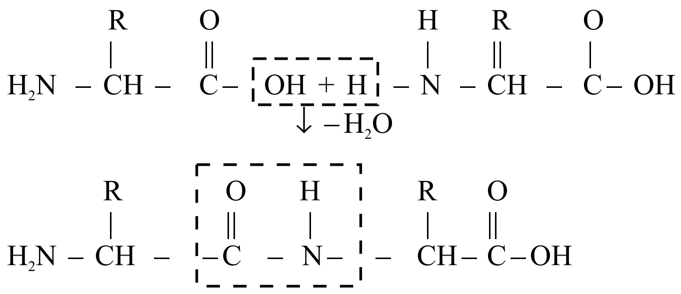
ऐमीनो अम्लों में ऐमीनो समूह ($-NH_2$) और कार्बोक्सिलिक समूह ($-COOH$) पाये जाते हैं, जैसे–

$$\begin{array}{c} \mathrm{R} \\ | \\ \mathrm{H_2N - C - COOH} \\ | \\ \mathrm{H} \end{array}$$

∝–ऐमीनो अम्ल

क्योंकि उक्त सूत्र में ऐमीनो समूह ∝–कार्बन से जुड़ा है, इसलिये इन्हें ∝–ऐमीनो अम्ल कहते हैं।

ऐमीनो अम्लों में अम्लीय तथा क्षारीय समूह पाया जाता है, जो निम्नलिखित प्रकार संघनन (Condensation) द्वारा पेप्टाइड बन्ध (Peptide Linkage) बनाते हैं।



पेप्टाइड बन्ध

दो ऐमीनो अम्ल के अणुओं के जुड़ने से बने उत्पाद को डाइपेप्टाइड और तीन अणुओं से बने उत्पाद को ट्राईपेप्टाइड कहते हैं। पॉलिपेप्टाइड में ∝–ऐमीनों अम्लों के अणुओं की बहुत बड़ी संख्या होती है।

वे पॉलिपेप्टाइड जिनका अणुभार 10000 से अधिक होता है प्रोटीन कहलाते हैं। अभी तक प्रोटीन के जल अपघटन से 26 प्रकार के ऐमीनो अम्ल प्राप्त किए गए हैं।

**प्रोटीन की उपयोगिता**

1. प्रोटीन हमारे शरीर की मांसपेशियों, त्वचा तथा बाल के अभिन्न हिस्से हैं।
2. कुछ प्रोटीन एन्जाइम का कार्य कर जैव रसायन अभिक्रियाओं का संचालन करते हैं।
3. अधिकांश हार्मोन प्रोटीन होते हैं, जो उपापचयी (Metabolic) क्रियाओं पर नियंत्रण रखते हैं। इन क्रियाओं में ऊर्जा उत्पन्न होती है।
4. कुछ प्रोटीन शरीर के लिये प्रतिरक्षी (Antibodies) का कार्य करते हैं।

**प्रयोग 3**

उद्धेश्य – दिये गये पदार्थ में प्रोटीन की पहचान करना

**आवश्यक पदार्थ** : अंड–एल्ब्यूमिन (Egg Albumin) परिक्षेपण, जिलेटिन परिक्षेपण, मिलॉंस अभिकर्मक (Millon's Reagent) तथा निनहाइड्रिन अभिकर्मक।

## प्रोटीन के प्रमुख परीक्षण

### 1. बाइयूरेट परीक्षण (Biuret Test)

दिये गए पदार्थ के नमूने (माना कि अंड–एल्ब्यूमिन का 5% विलयन) में लगभग 2 मिली NaOH विलयन मिलाओ। अब 1% $CuSO_4$ की इसमें 4–5 बूँदें मिलाओ। नीला– बैंगनी रंग प्रोटीन की उपस्थिति दर्शाता है।

**2. जेन्थोप्रोटीइक परीक्षण**

लगभग 2 mL अंड–एल्ब्यूमिन (या नमूना) परिक्षेपण परखनली में लेकर कुछ बूँदें सान्द्र $HNO_3$ की मिलाकर गरम करो। पीले रंग का अवक्षेप प्रोटीन की उपस्थिति दर्शाता है।

**3. मिलाँस परीक्षण**

मिलाँस अभिकर्मक बनाने के लिये 5 ग्राम $Hg(NO_3$ तथा 5 ग्राम $Hg(NO_3)_2$ को 100 mL तनु $HNO_3$ में विलेय करो।

यह परीक्षण वे प्रोटीन देते हैं, जिनमें फीनॉलिक ऐमीन अम्ल होते हैं। जिलेटिन यह परीक्षण नहीं देते हैं।

लगभग एक या दो मिली अंड–एल्ब्यूमिन परिक्षेपण में दो बूँद मिलाँस अभिकर्मक मिलाओ। श्वेत अवक्षेप बनता है, जो उबालने पर ईंट जैसा लाल रंग का हो जाता है तथा प्रोटीन की उपस्थिति दर्शाता है।

**4. निनहाइड्रिन परीक्षण**

निनहाइड्रिन विलयन बनाने के लिए थोड़े से निनहाइड्रिन को 100 mL आसुत जल में विलेय करते हैं। यह विलयन अस्थायी होता है, जो दो दिन तक प्रयोग में लाया जा सकता है। परखनली में लगभग 2 mL अंड–एल्ब्यूमिन परिक्षेपण लेकर 1–2 mL निनहाइड्रिन विलयन मिलाओ। विलयन को उबालो। गहरा नीला रंग प्रोटीन की उपस्थिति को दर्शाता है।

## महत्त्वपूर्ण प्रयोग

छात्र, अध्यापक के मार्गदर्शन से पूर्व में दिये गए प्रयोगों के अनुसार निम्नांकित प्रमुख खाद्य सामग्री का निष्कर्ष (Extract) तैयार कर उनमें कार्बोहाइड्रेट, तेल और वसा तथा प्रोटीन की पहचान करें इस पहचान के आधार पर आगे दी गई तालिका में जानकारी अंकित करें। यह जानकारी दैनिक जीवन के लिए उपयोगी है।

प्रयोग से पूर्व में दिये गए खाद्य पदार्थ को खरल और मूसल से पीसकर या जल में उबालकर तथा कार्बनिक विलायक से निष्कर्षण कर तैयार कर लेते हैं। कुछ पदार्थों के निष्कर्षण निम्नप्रकार तैयार करते हैं–

1. अँगूर – रस निकालकर
2. आलू – छोटे–छोटे टुकड़ों को पानी में उबालकर
3. चावल – पानी में उबालकर
4. मक्खन – सीधे ही परीक्षण
5. बिस्कुट – पानी में उबालकर
6. दूध – सीधे ही परीक्षण
7. मूँगफली – खरल में पीसकर
8. उबले हुए अण्डे – श्वेत भाग को पीसकर पानी के साथ हिलाकर

## प्रेक्षण सारणी

सारणी में यदि पदार्थ परीक्षण देता है तो ''हां'' और नहीं देता है तो ''नहीं'' लिखे।

| खाद्य | कार्बोहाइड्रेट | | | प्रोटीन | | | तेल और वसा | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| पदार्थ | फेहलिंग परीक्षण | टॉलेन परीक्षण | मॉलिश परीक्षण | आयोडीन परीक्षण | बाइयूरेट परीक्षण | निनहाइड्रिन परीक्षण | विलेयता परीक्षण | धब्बा परीक्षण | एक्रोलीन परीक्षण |
| 1. अंगूर | | | | | | | | | |
| 2. आलू | | | | | | | | | |
| 3. चावल | | | | | | | | | |
| 4. मक्खन | | | | | | | | | |
| 5. बिस्कुट | | | | | | | | | |
| 6. दूध | | | | | | | | | |
| 7. मूँगफली | | | | | | | | | |
| 8. उबले हुए अंडे | | | | | | | | | |

**नोट** : प्रयोगशाला में किए गए प्रयोग 1, 2 तथा 3 को निम्नांकित सारणी अनुसार नोट कर अभिलेख संधारित करो।

**प्रयोग संख्या :**
दिनांक : .....................

1. उद्देश्य
2. सिद्धांत
3. उपकरण
4. आवश्यक रसायन
5. प्रेक्षण सारणी

| क्र.सं. | प्रयोग | प्रेक्षण | निष्कर्ष |
|---|---|---|---|
| | | | |

6. परिणाम : दिए गए पदार्थ में ........................... उपस्थित है।

* * * * *