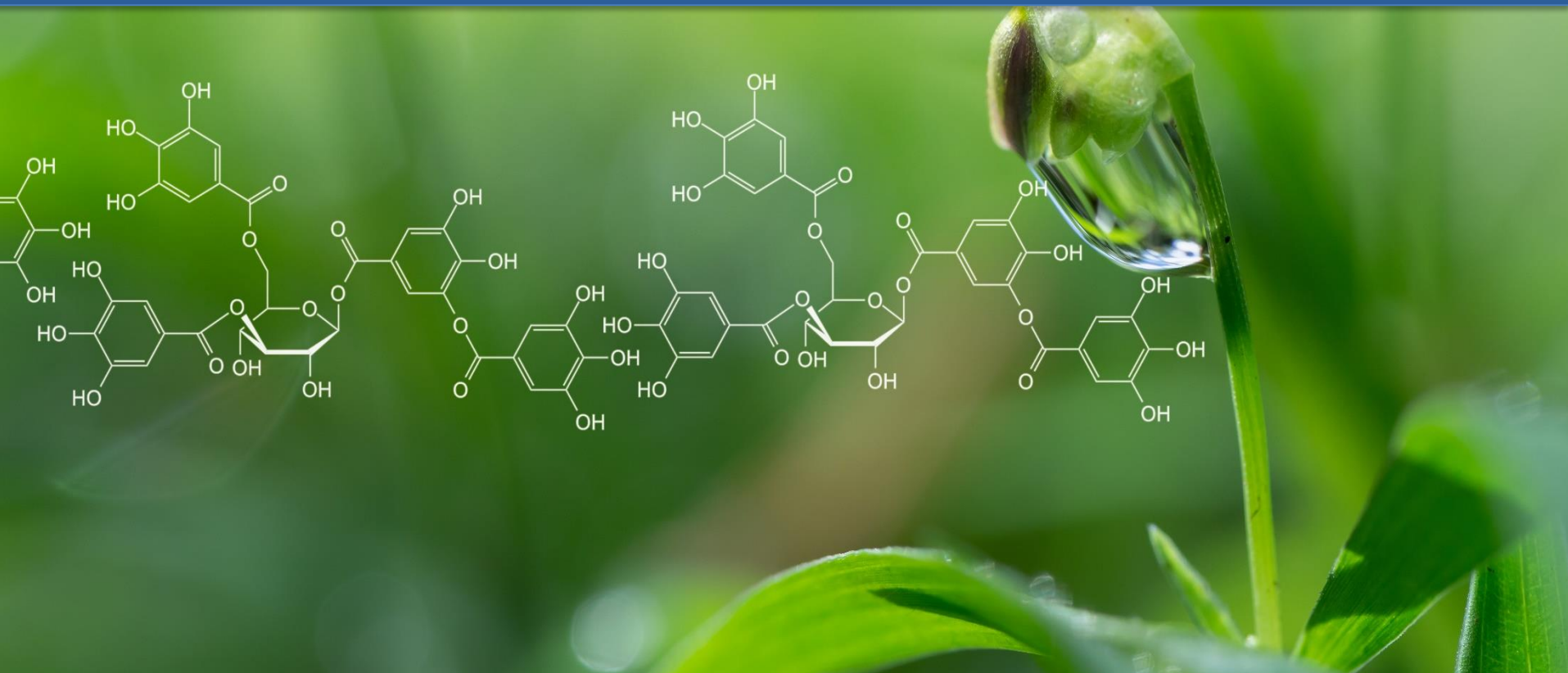


מדנ"א לחלבון



מה נלמד בשיעור זה?

הקוד הגנטי 

רנ"א שליח 

הריבוזום 

תהליך התרגום 

מה אנחנו צריכים כבר לדעת?

תרכובות הפחמן: 

נוסחאות מבנה, קבוצות פונקציונליות

קשרים בין-מולקולריים: קשרי מימן, 

אינטראקציות ואן-דר-ואלס, המסה במים, הידרופובי, הידרופילי

חלבונים: חומצות אמיניות, מבנה החלבון 

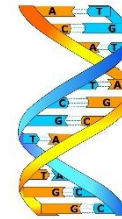
דנ"א: נוקלאוטידים, הסליל הכפול, כרומוזום 

רנ"א: מבנה ותעתוק 

המידע הגנטי קובע את התכונות דרך קביעת סוג החלבונים הנוצרים בתאים

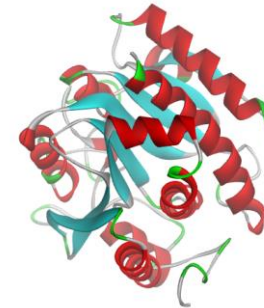
דנ"א

המידע = רצף נוקלאוטידים



חלבון

רצף החומצות האמיניות קובע את מבנה החלבון וזה קובע את הפעילות שלו



תכונות

תוצאות פעילות האנזימים וחלבונים אחרים מתבטאת בתכונות שלנו





העין מקבלת צבע בחלק המכונה קשתית, הבנוי בעיקר מהחלבון קולגן. הצבע נקבע ע"י כמות של הפיגמנט (צבען), מלינין בשכבות הקשתית וע"י מבנה הקשתית (סידור וצפיפות הקולגן).

נמצא כי אזור על כרומוזום 15 קשור לכמות הפיגמנט שנמצא בקשתית

גן הוא יחידת מידע על הדנ"א – חלק במולקולת הדנ"א הנושא את המידע לייצור של חלבון אחד.

לאורך מולקולת דנ"א יש הרבה גנים הנושאים מידע לייצור חלבון (וגם אזורים רבים שאינם גנים).

מולקולת הדנ"א שבכרומוזום 15 כוללת כ 2000 גנים מתוך כ 150 מיליון זוגות בסיסים

הגן שנמצא בכרומוזום 15 נקרא OCA2 והוא רק אחד ממספר לא ידוע של גנים המשפיעים על צבע עיניים

5' ATGCATCTGGAGGGCAGAGACGGCAGGCGGTACCCCGGCGCGCCGGCGGTGGAGCTCCTG
CAGACGTCCGTGCCCAGCGGACTCGCTGAACTTGTGGCCGGCAAGCGCAGGCTTCCTCGG
GGAGCCGGTGGAGCTGACCCCTCGCACTCCTGCCCCAGGGGGGGCTGCCGGGCAGAGCTCT
TGGGCTCCTGCAAGGCCAGGAGTTTGCTTCATTCCCTCACAAAAGGGAGGTCTCACTCTTCT
TTGCCCCAGATGTCCAGCTCCAGGTCTAAAGATTCTGCTTTACAGAAAACACTCCTTTG
CTGAGGAATTCCCTTACAGGAGAAAGGTCACGGTGCATACCTGTTTACCATCCAGAGTTC
ATCACTGCTGAAGAGTCTTGGGAAGACAGCTCTGCTGACTGGGAGCGAAGATACCTGCTA
AGCAGGGAGGTGTCTGGTCTGTCTGCATCTGCCTCCTCCGAGAAGGGAGACCTTCTGGAC
AGCCCGCACATCCGACTCCGTCTTTCCAAGCTGAGGCGCTGTGTGCAGTGGCTGAAAGTC
ATGGGCCTGTTTGCCTTTGTGGTGTCTGTGTTCTATTTTGTTCAGCCTATATCCGGATCAA
GGAAAGCTCTGGCAGCTGTTGGCCTTATCACCGCTGGAGAAGTACTCCGTGAACCTTAGC
AGCCACGTGGACTCCACGCTGCTGCAGGTGGACCTGGCAGGGGGCCCTAGTGGCCAGTGGG
CCGAGTCTCTGGGAGGGAAGAGCACATCGTGGTGGAGCTGACCCAGGCTGACGCTTTG
GGCTCCAGGTGGCGGGCGGCCACAGCAGGTCACTCACAACTGGACGGTGTATTTAAATCCG
AGGAGAAGCGAGCACTCAGTGATGAGCAGGACCTTTGAGGTACTGACCAGAGAGACGGTG
TCCATCAGCATCCGGGCCTCCCTGCAGCAGACCCAGGCTGTCCCTCTTTTGATGGCTCAT
CAGTACCTCCGCGGAAGTGTAGAAACCCAGGTGACCATCGCGACGGCCATCCTCGCGGGC
GTCTACGCGCTGATCATATTTGAGATCGTGCACAGAACTCTGGCGGCCATGCTGGGTTC
CTTGCAGCACTGGCAGCACTGGCTGTGATTGGCGATAGACCCAGCCTGACCCATGTGGTG
GAGTGGATTGATTTTGTAGACGCTGGCCCTGCTGTTTGGCATGATGATCTTAGTAGCCATA
TTTTCAGAAACGGGATTTTTCGATTATTGTGCTGTAAAGGCATACCGGCTCTCCCGGGGA
CGGGTGTGGGCCATGATCATCATGCTCTGTCTCATCGCGGCCCTCCTCTCTGCCTTCTTG
GACAACGTACACCACCATGCTCCTCTTACAGCCTGTGACCATAAGGTTGTGTGAGGTGCTC
AACCTTGATCCAAGACAAGTCTGATTGACAGAAGTGATCTTCACAAACATTGGAGGAGCT
GCCACTGCCATCGGGGACCCTCCAAATGTCAATTATTGTTTCCAACCAAGAGCTGAGGAAG
ATGGGCCTGGACTTTGCCGGATTCACTGCACACATGTTCAATTGGGATTTGCCTTGTCTC
CTGGTCTGCTTTCCGCTCCTCAGACTCCTTTACTGGAACAGAAAAGCTTTATAACAAGGAA
CCCAGTGAGATTGTTGAACTGAAGCACGAGATTACGCTCTGGCGCCTGACTGCTCAGCGC
ATCAGCCCGGCCAGCCGCGAGGAGACAGCTGTGCGCCGCTGCTGCTGGGGAAGGTGCTG
GCACTGGAGCACCTGCTCGCCCGGAGGCTGCACACCTTCCACAGACAGATCTCACAGGAG
GACAAAAATTGGGAGACCAATATCCAAGAACTCCAAAAAAGCATAGGATATCTGACGGG
ATTCTGCTCGCCAAATGCCTGACAGTGTGGGATTTGTTATCTTCATGTTTTTCTCAAT
TCGTTTGTCCCTGGCATTCACTTGTATCTTGGTGGCCTGGGCTTGGTTCAAGCTGGCAGG
TATTATTTATCCACACCTGAGAGCTGA 3'

רצף הבסיסים
של הגן OCA2

אורך הגן
OCA2 הוא כ
2500 בסיסים

הגן OCA2 מכיל את המידע ליצירת חלבון המכונה חלבון P. חלבון P נמצא באברון תאי שנקרא מלנוזום אחראי על סינטזה ואחסון הפיגמנט מלנין. לחלבון P יש תפקיד בהעברת חומר המוצא לסינטזת מלנין.

N MHLEGRDGRRYPGAPAVELLQTSVPSGLAELVAGKRRLPRGAGGADPSHSCPRGAAGQSS
WAPAGQEFASFLTGRSHSSLPQMSSSRKSDSCFTENTPLLRNSLQEKGSRCIPVYHPEF
ITAEESWEDSSADWERRYLLSREVSGLSASASSEKGDLLDSPHIRLRLSKLRRCVQWLKV
MGLFAFVVLCSILFSLYPDQGKLWQLLALSPLNYSVNLSSHVDSTLLQVDLAGALVASG
PSRPGREEHIVVELTQADALGSRWRRPQQVTHNWTVYLNPRRSEHSVMSRTFEVLTRET
SISIRASLQQTQAVPLLMHQYLRGVSQVTIATAILAGVYALIIFEIVHRTLAAMLGS
LAALAALAVIGDRPSLTHVVEWIDFETLALLFGMMILVAIFSETGFFDYCAVKAYRLSRG
RVWAMIIMLCCLIAAVLSAFLDNVTTMLLFTPVTRLCEVLNLDPRQVLIAEVIFTNIGGA
ATAIGDPPNVIIIVSNQELRKMGLDFAGFTAHMFIGICLVLLVCFPLLRLLYWNRLYNKE
PSEIVELKHEIHVWRLTAQRISPASREETA VRRLLLGKVLALHLLARRLHTFHRQISQE
DKNWETNIQELQKKHRISDGILLAKCLTVLGFVIFMFFLNSFVPGIHLDLGWIAILGAIW
LLILADIHDFEIIILHRVEWATLLFFAALFVMEALHLHLIEYVGEQTALLIKMVPEEQ
LIAAIVLVVWVSALASSLIDNIPFTATMIPVLLNLSHDEVGGLPAPPLMYALAFGACLG
NGTLIGASANVVCAGIAEQHGYGFSFMEFFRLGFPMMVVSCTVGMCYLLVAHVVGWN C

רצף החומצות
האמיניות של
חלבון P

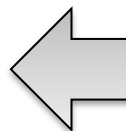
אורך החלבון P הוא 838
חומצות אמיניות

איך עוברים

מרצף של נוקלאוטידים

לרצף של חומצות אמיניות

MHLEGRDGRYPGAPAVELLQTSVPFGLAELVAGKRRLLPRGAGGADPSHSCPRGAAGQSS
WAPAGQEFASFLTKGRSHSLPQMSSSRKSDSCFTENTPLLRNSLQEKSGRCIPVYHPEF
ITAEESWEDSSADWERRYLRSREVSGLSASASSEKGLDLSPHIRLRLSKLRRCVQWLKV
MGLFAFVVLCSILFSLYDPQGLWQLLALSPLNYSVNLSSHVDSTLLQVDLAGALVASG
PSRPGREEHIVVELTQADALGSRWRPQQVTHNWTVYLNPRRSEHSVMSRTFEVLTRET
SISIRASLQQTQAVPLLMAHQYLRGSVETQVITATILAGVYALIIFFIVHRTLAAMLGS
LAALAAALAVIGDRPSLTHVVEWIDFETLALLFGMMILVAIFSETGFFDYCAVKAYRLSRG
RVWAMIIMLCIAAVLSAFLDNVTMLLFTPTVIRLCEVLNLDPRQVLIAEVIFTNIGGA
ATAIGDPPNVIIIVSNQELRKMGLDFAGTAHMFICLVLLVCFPLRLLYWNRKLYNKE
PSEIVELKHEIHVWRLTAQRISPASREETA VRRLLLGKVLALHLLARRLHTFHRQISQE
DKNWEINQELQKKHRISDQILLAKCLTVLGFVIFMFFLNSFVPGIHLDLGWIAILGAIN
LLILADIHDFEIIILHRVEWATLLFFAALFVLMEALHLHLEYVGEQTALLIKMVPEEQ
LIAAIVLVVWVSALASSLIDNIPFTATMIPVLLNLSHDPEVGLPAPPLMYALAFACGLGG
NGTLIGASANVVCAGIAEQHYGFSFMEFFRLGFFPMVVSCTVGMCYLLVAHVVVGN



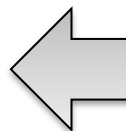
ATGCATCTGGAGGCGAGAGACGGCAGGCGGTACCCCGCGCGCCGGCGGTGGAGCTCCTG
CAGACGTCCTGCCAGCGGACTCGCTGAACCTGTGGCCGGCAAGCGCAGGCTTCCTCGG
GGAGCCGGTGGAGCTGACCCCTCGCACTCCTGCCCCAGGGGGGCTGCCGGGCGAGGCTCT
TGGGCTCCTGCAGGCCAGGAGTTTGCTTCATTCTCACAAAAGGGAGGTCTCACTCTTCT
TTGCCCCAGATGTCCAGCTCCAGGTCTAAAGATTCTGCTTTACAGAAAACACTCCTTTG
CTGAGGAATTCCTTACAGGAGAAAGGGTCACGGTGCATACCTGTTTACCATCCAGAGTTC
ATCACTGCTGAAGAGTCTTGGGAAGACAGCTCTGCTGACTGGGAGCGAAGATACCTGCTA
AGCAGGGAGGTGTCTGGTCTGTCTGCATCTGCCTCCTCCGAGAAGGGAGACCTTCTGGAC
AGCCCGCACATCCGACTCCGCTCTTCCAAAGCTGAGGCGCTGTGTGAGTGGCTGAAAGTC
ATGGGCTGTITGCTTGTGGTGTGTGTTCTATTITGTTGAGCTATATCCGGATCAA
GGAAAGCTCTGGCAGCTGTGGCCTTATCACCGCTGGGAGAACTACTCCGTGAACCTTAGC
AGCCACGTGGACTCCACGCTGCTGCAGGTGGACCTGGCAGGGGGCCCTAGTGGCCAGTGGG
CCGAGTCGTCTGGGAGGGAAGAGCACATCGTGGTGGAGCTGACCCAGGCTGACGCTTTG
GGCTCCAGGTGGCGGGGCCACAGCAGGTCACTCACAACGGACGCTGATTTTAAATCCG
AGGAGAAGCGAGCACTCAGTGATGAGCAGGACCTTTGAGGTACTGACCAGAGAGACGGTG
TCCATCAGCATCCGGGCTCCTGCGAGCAGACCCAGGCTGTCCCTCTTTTGATGGCTCAT
CAGTACCTCCGCGGAAGTGTAGAAACCCAGGTGACCATCGCGACGGCCATCCTCGCGGGC
GTCTACGCGCTGATCATATTTGAGATCGTGACAGAACTCTGGCGGCCATGCTGGGTTCC
CTTGACGACTGGCAGCACTGGCTGTGATTGGCGATAGACCCAGGCTGACCCATGTGGTG
GAGTGGATTGATTTGAGACGCTGGCCCTGCTGTTTGGCATGATGATCTTAGTAGCCATA
TTTTCAGAAACGGGATTTTCGATTATTGTGCTGTAAAGGCATACCGGCTCTCCCGGGGA
CGGGTGTGGGCCATGATCATCATGCTCTGTCTCATCGCGGCCCTCTCTGCGCTTCTTG
GACAACTGACCACTATGCTCTCTTACGCTGTGACCATAAAGTTGTGTGAGGTGCTC
AACCTTGATCCAAGACAAGTCTGATTGCAGAAAGTATCTTCAAAAACATTGGAGAGGCT
GCCACTGCCATCGGGGACCTCCAAATGTCAATTATTGTTTCCAAACAGAGCTGAGGAAG
ATGGGCTGGACTTTGCCGGAATCACTGCACACATGTTCAITGGGATTTGCCCTGTCTC
CTGGTCTGCTTTCCGCTCCTCAGACTCCTTTACTGGAACAGAAAGCTTTATAACAAGGAA
CCAGTGAGATTGTTGAACCTGAAGCACGAGATTCACTCTGGCGCCTGACTGCTCAGCGC
ATCAGCCCGGCGAGCCGCGAGGAGACAGCTGTGCGCCGCTGCTGCTGGGGAAGGTGCTG
GCACTGGAGCACTGCTCGCCCGAGGCTGCACACCTTCCACAGACAGATCTCACAGGAG
GACAAAATTTGGGAGAGACCAATATCCAAGAACTCCAAAAAAGCATAGGATATCTGACGGG
ATTCTGCTCGCCAAATGCTGACAGTGTGGGATTGTTATCTTCATGTTTTCCTCAAT
TCGTTTGTCCCTGGCAITCATCTTGATCTTGTGGCTGGGCTGGTTCAGAGTGGCAGG
TATTATTTATCCACACCTGAGAGCTGA

איך עוברים

מרצף של נוקלאוטידים

לרצף של חומצות אמיניות

MHLEGRDGRYPGAPAVELLQTSVPFGLAELVAGKRRRLPRGAGGADPSHSCPRGAAGQSS
WAPAGQEFASFLTKGRSHSLPQMSSSRKSDSCFTENTPLLRNSLQKGSRCIPVYHPEF
ITAEESWEDSSADWERRYLRSREVSGLSASASSEKGLDLSPHIRLRLSKLRRCVQWLKV
MGLFAFVVLCSILFSLYDPQGLWQLLALSPLNYSVNLSSHVDSTLLQVLDLAGALVASG
PSRPGREEHIVVELTQADALGSRWRPQQVTHNWTVYLNPRRSEHSVMSRTFEVLTRET
SISIRASLQQTQAVPLLMAHQYLRGSVETQVIATAILAGVYALIIFFIVHRTLAAMLGS
LAALAAALAVIGDRPSLTHVVEWIDFETLALLFGMMILVAIFSETGFFDYCAVKAYRLSRG
RVWAMIIMLCIAAVLSAFLDNVTMLLFTPTVIRLCEVLNLDPRQVLAIEVIFTNIGGA
ATAIGDPPNVIIIVSNQELRKMGLDFAGTAHMFICLVLLVCFPLRLLYWNRKLYNKE
PSEIVELKHEIHVWRLTAQRISPASREETA VRRLLLGKVLALHLLARRLTHFRQISQE
DKNWEINQELQKKHRISDQILLAKCLTVLGFVIFMFFLNSFVPGIHLDLGWIAILGAIN
LLILADIHDFEIIILHRVEWATLLFFAALFVLMELALHLIEYVGEQTALLIKMVPPEQR
LIAAIVLVVWVSALASSLIDNIPFTATMIPVLLNLSHDPEVGLPAPPLMYALAFAGCLGG
NGTLIGASANVVCAGIAEQHGYGFSFMEFFRLGFFPMVVSCTVGMCYLLVAHVVVWGN



ATGCATCTGGAGGGCAGAGACGGCAGGCGGTACCCCGCGCGCCGGCGGTGGAGCTCCTG
CAGACGTCCGTGCCAGCGGACTCGCTGAACCTGTGGCCGGCAAGCGCAGGCTTCCTCGG
GGAGCCGGTGGAGCTGACCCCTCGCACTCCTGCCCCAGGGGGGCTGCCGGGCAGAGCTCT
TGGGCTCCTGCAGGCCAGGAGTTTGCTTCATTCTCCACAAAAGGGAGGTCTCACTCTTCT
TTGCCCCAGATGTCCAGCTCCAGGTCTAAAGATTCTGCTTTACAGAAAACTCCTTTG
CTGAGGAATTCCTTACAGGAGAAAGGGTCACGGTGCATACCTGTTTACCATCCAGAGTTC
ATCACTGCTGAAGAGTCTTGGGAAGACAGCTCTGCTGACTGGGAGCGAAGATACCTGCTA
AGCAGGGAGGTGTCTGGTCTGTCTGCATCTGCCTCCTCCGAGAAGGGAGACCTTCTGGAC
AGCCCGCACATCCGACTCCGTCTTCCAAAGCTGAGGCGCTGTGTGAGTGGCTGAAAGTC
ATGGGCTGTITGCTTGTGGTGTGTGTTCTATTITGTTGAGCTATATCCGGATCAA
GGAAAGCTCTGGCAGCTGTGGCCTTATCACCGCTGGGAGAACTACTCCGTGAACCTTAGC
AGCCACGTGGACTCCACGCTGCTGCAGGTGGACCTGGCAGGGGGCCCTAGTGGCCAGTGGG
CCGAGTCTGTCTGGGAGGGAAGAGCACATCGTGGTGGAGCTGACCCAGGCTGACGCTTTG
GGCTCCAGGTGGCGGGCGGCCACAGCAGGTCACTCACAACTGGACGCTGTATTAAATCCG
AGGAGAAGCGAGCACTCAGTGATGAGCAGGACCTTTGAGGTACTGACCAGAGAGACGGTG
TCCATCAGCATCCGGGCTCCTTCGAGCAGACCCAGGCTGTCCCTCTTTTGATGGCTCAT
CAGTACCTCCGCGGAAGTGTAGAAACCCAGGTGACCATCGCGACGGCCATCCTCGCGGGC
GTCTACGCGCTGATCATATTTGAGATCGTGCACAGAACTCTGGCGGCCATGCTGGGTTCC
CTTGACGACTGGCAGCACTGGCTGTGATTGGCGATAGACCCAGGCTGACCCATGTGGTG
GAGTGGATTGATTTGAGACGCTGGCCCTGCTGTTTGGCATGATGATCTTAGTAGCCATA
TTTTCAGAAACGGGATTTTCGATTATTGTGCTGTAAAGGCATACCGGCTCTCCCGGGGA
CGGGTGTGGGCCATGATCATGCTCTGTCTCATCGCGGCCCTCTCTGCTTCTTCTT
GACAACTGACCACTATGCTCTCTTACGCTGTGACCATAAAGTTGTGTGAGGTGCTC
AACCTTGATCCAAGACAAGTCTGATTGCAGAAGTATCTTCAAAAACATTGGAGAGGCT
GCCACTGCCATCGGGGACCTCCAAATGTCAATTATTGTTTCCAAACAGAGCTGAGGAAG
ATGGGCTGGACTTTGCCGATTCACTGCACACATGTTCAITGGGATTTGCCCTGTCTC
CTGGTCTGCTTTCCGCTCCTCAGACTCCTTTACTGGAACAGAAAGCTTTATAACAAGGAA
CCAGTGAGATTGTTGAAGTGAAGCACGAGATTCACTGCTGGCGCCTGAGTCTCAGCGC
ATCAGCCCGGCGAGCCGCGAGGAGACAGCTGTGCGCCGCTGCTGCTGGGGAAGGTGCTG
GCACTGGAGCACTGCTCGCCCGAGGCTGCACACCTTCCACAGACAGATCTCACAGGAG
GACAAAATTTGGGAGAGACCAATATCCAAGAACTCCAAAAAAGCATAGGATATCTGACGGG
ATCTGCTCGCCAAATGCTGACAGTGTGGGATTGTTATCTTCATGTTTTCCTCAAT
TCGTTTGTCCCTGGCAITCATCTTGATCTTGTGGCTGGGCTGGTTCAGAGTGGCAGG
TATTATTTATCCACACTGAGAGCTGA

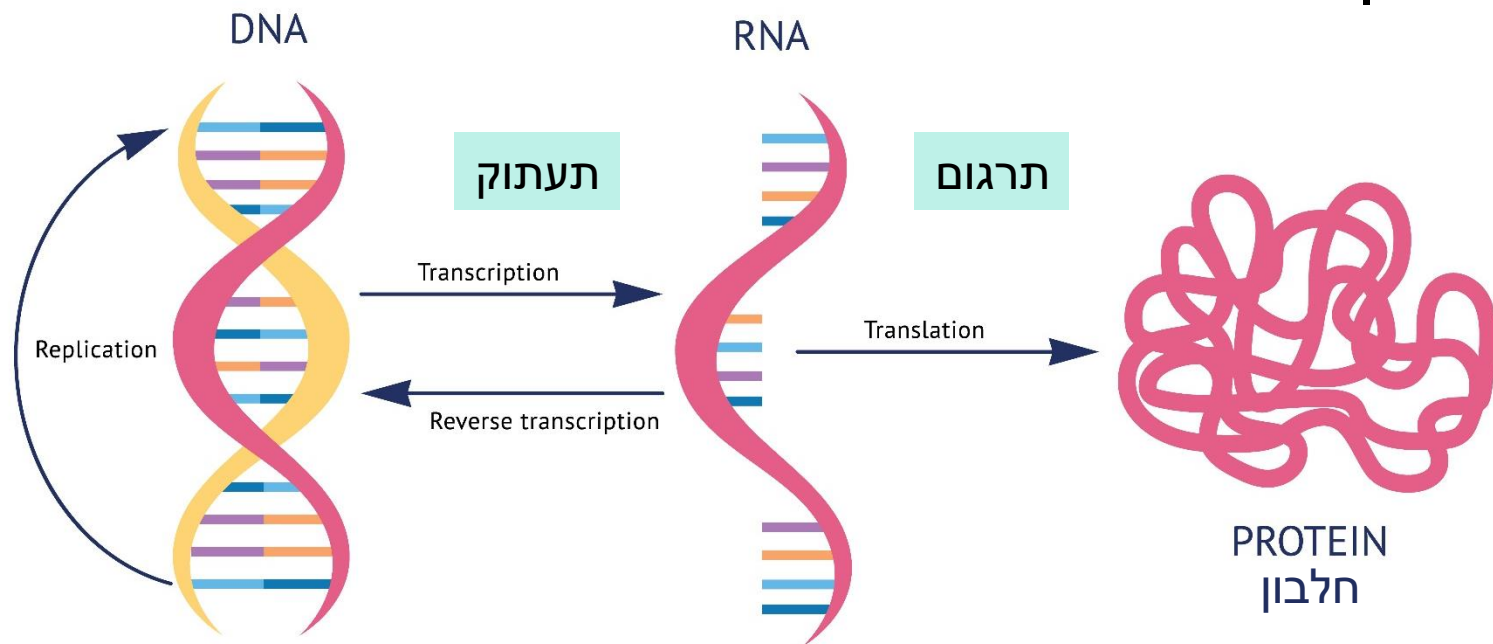
נדרש **תרגום**

משפת חומצות הגרעין לשפת החומצות האמיניות

דנ"א נמצא בגרעין ואינו יכול לצאת לציטופלסמה

בגרעין מתבצע תעתוק (שעתוק) של הדנ"א לגדיל יחיד של רנ"א שליח mRNA.

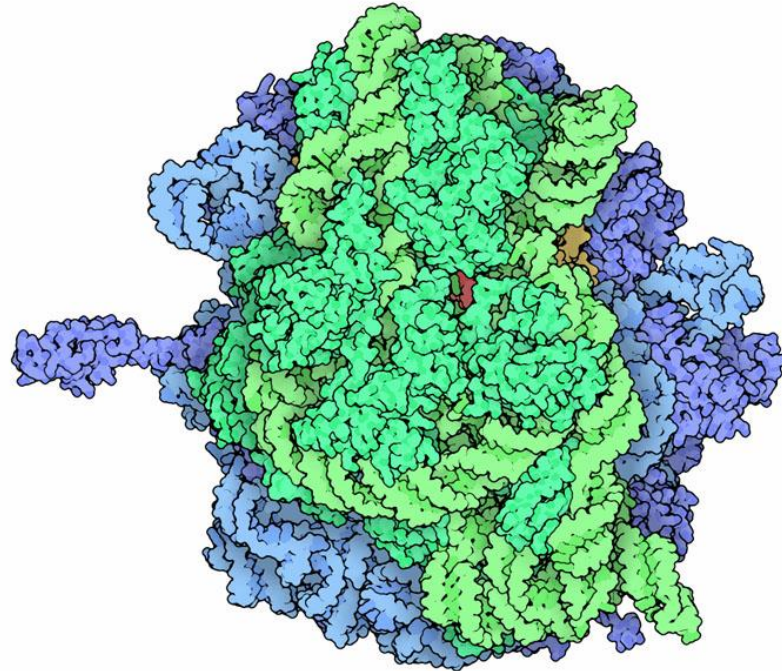
רנ"א שליח mRNA עובר לציטופלסמה ושם הוא עובר תרגום לחלבון בריבזום



הריבוזום הינו אברון תוך תאי האחראי ליצור החלבונים מחומצות אמינו והוא מהווה למעשה את בית החרושת לחלבונים של התא.

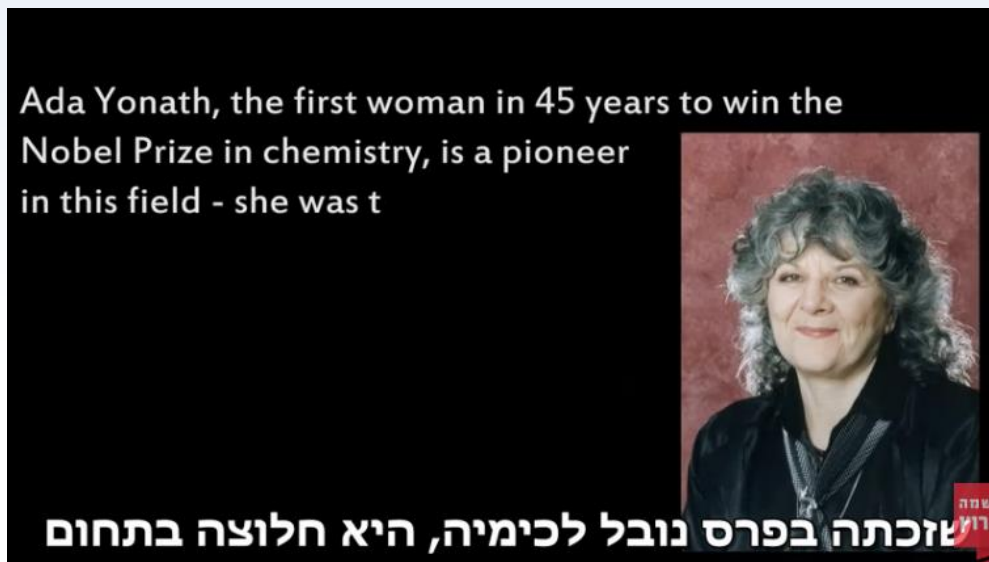
ריבוזום חיידקי
(קוטר 20 ננומטר)

[David Goodsell | Molecule of the Month | PDB RCSB](#)



הריבוזומים מורכבים בעיקר **מרנ"א ריבוזומלי rRNA** ומעט חלבונים. הם מורכבים משתי תת-יחידות הקרויות "תת-היחידה הקטנה" (ירוק) ו"תת-היחידה הגדולה" (כחול). לרנ"א הריבוזומלי מבנה מורכב הרבה יותר מסוגי רנ"א אחרים אף שגם הוא מכיל את אותם 4 נוקלאוטידים (הוא בעל מבנה שניוני, שלישוני ורביעוני)

נצפה בסרטון



תרומתה של עדה יונת להבנת מבנה הריבוזום מדקה: 1:30

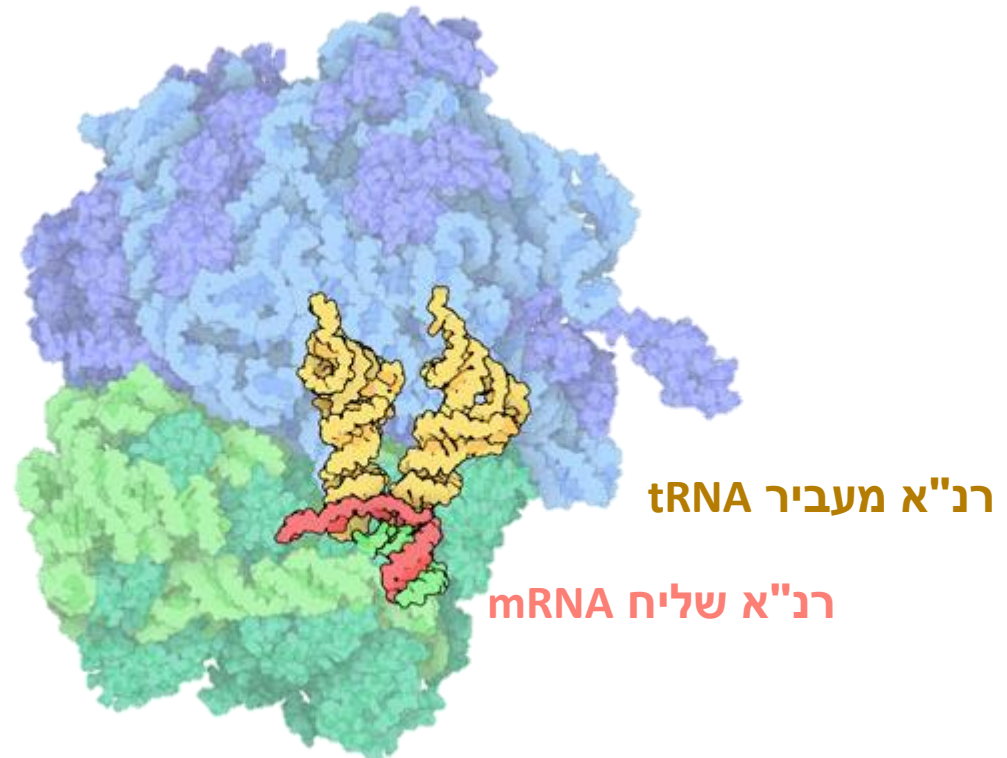
<https://www.youtube.com/watch?v=REHRVHuTP1U>

הרנ"א שליח נקשר לריבוזום. תהליך התרגום מחייב סוג מולקולה נוסף
כזה שיכול מצד אחד להקשר לרנ"א שליח ו"לקרוא" אותו ומצד שני
לשאת את החומצות האמיניות המתאימות לבניית החלבון.

זהו רנ"א מעביר tRNA.

ריבוזום

[David Goodsell | Molecule of the Month | PDB RCSB](#)



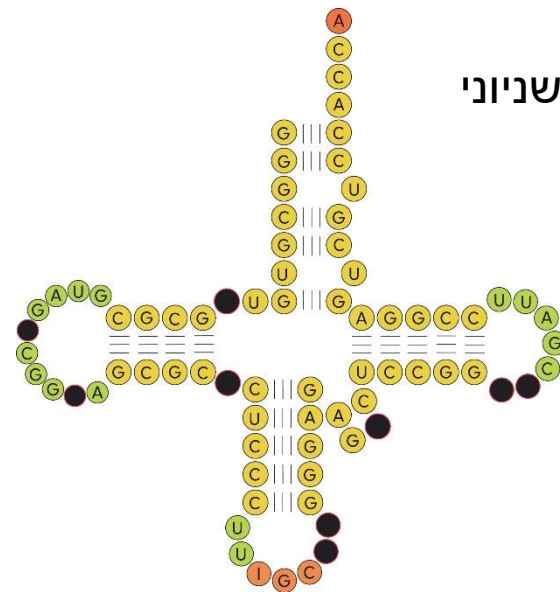
רנ"א מעביר tRNA בנוי משרשרת אחת בעלת מבנה שניוני, המיוצב ע"י קשרי מימן בין הבסיסים. בשרשרת לרוב 76 נוקלאוטידים.

למולקולה 2 אתרי קישור חשובים:

1. קצה 3' אליו נקשרת חומצה אמינית בקשר אסטרי
2. שלושה נוקלאוטידים שנקשרים לרנ"א שליח

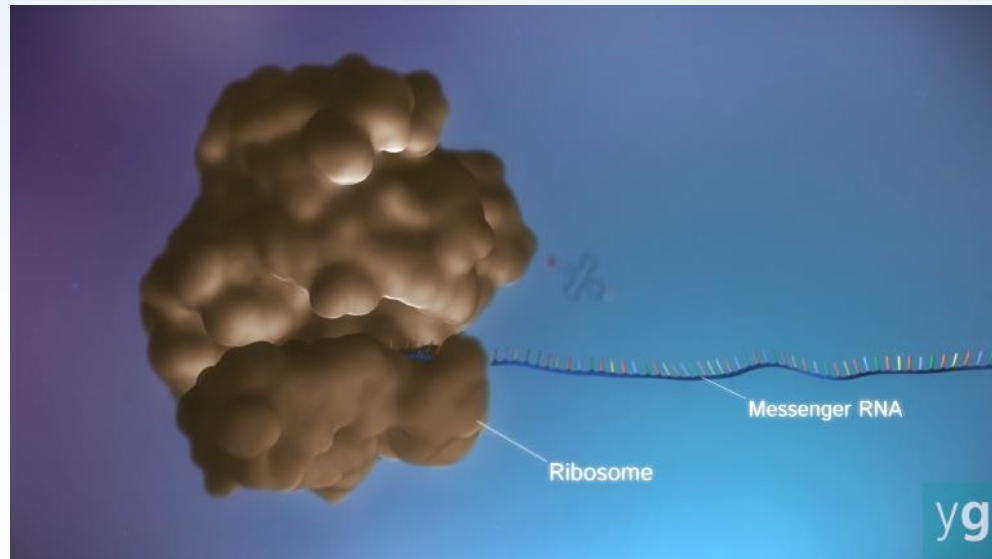


מבנה שלישוני



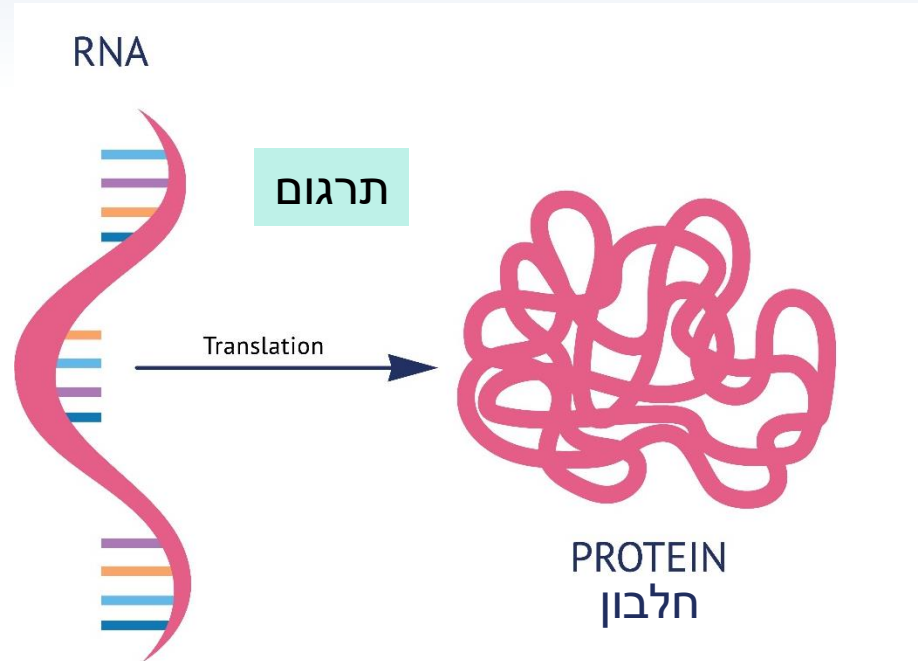
מבנה שניוני

נצפה בסרטון



מדנ"א לחלבון עד דקה 01:30 – תעתוק. מדקה 01:30 -תרגום

<https://youtu.be/gG7uCskUOrA>



יש רנ"א שליח, יש רנ"א מעביר ויש ריבוזום – מה קורה עכשיו?
על כך במשימה