



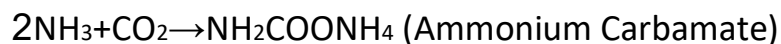
## חלק א'

האוריאה הינו הדשן החנקני החשוב והנפוץ ביותר בעולם. היצור העולמי של האוריאה - 200 מיליון טון מזה 75% לשימוש חקלאי והשאר לתעשייה (תעשיית הדבקים והטקסטיל) וכתוסף לדלק. הצריכה הגדולה של אוריאה בעולם היא בארצות מזרח אסיה. בעולם קיימים מאות מפעלים לייצור אוריאה. רוב מפעלי הייצור של אוריאה צמודים למפעלי אמוניה - חומר הגלם העיקרי לייצור אוריאה.

## ייצור אוריאה

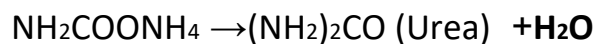
ייצור האוריאה מתבצע בריאקטור לחץ בטמפרטורה גבוהה, בו מגיבים אמוניה עם דו תחמוצת הפחמן ( $CO_2$ ). מקור ה  $CO_2$  בתהליך ייצור האמוניה כפי שהוסבר במאמרים הקודמים בניוזלטר. תהליך הייצור כולל שלשה שלבים:

**שלב ראשון** - הגבה של אמוניה ופחמן דו חמצני (בצורת קרח יבש) וקבלת אמוניום קרבמט, מוצר לא יציב



התהליך מאוד אקזותרמי. זהו תהליך של שיווי משקל. התהליך רציף, עודפי האמוניה והפחמן הדו חמצני מושבים לתהליך

**שלב שני** - פרוק אמוניום קרבמט למים ואוריאה.



פרוק האמוניום קרבמט הינו אנדותרמי ונעשה בריאקטור נפרד. המוצר המתקבל בתהליך הינה תמיסת אוריאה מרוכזת וחמה. בדרך כלל תמיסה של 80% אוריאה.

**שלב שלישי** - גירעון האוריאה

את תמיסת האוריאה המתקבלת מרכזים ע"י אידוי המים בוואקום וחימום וקבלת אוריאה מותכת וסמיכה. את האוריאה המותכת ניתן להפוך לשני סוגים של מוצר מוצק

1- אוריאה פריילס (**PRILLS**) גרגרים עגולים כדוריים בקוטר 1-3 מ"מ. את הפריילס מייצרים במגדל מיוחד בנוי מצלינדר גבוה של כמה עשרות מטרים (בהתאם לתפוקת המתקן). בראש המגדל מרססים את האוריאה המותכת כנגד זרם אוויר קר שגורם להתמצקות האוריאה המותכת תוך קבלת כדוריות מוצקות של אוריאה. זהו התהליך הנפוץ בעולם למיצוק האוריאה. לאוריאה בצורת פריילס מספר תכונות מצוינות - חומר נקי ללא תוספים, חומר יציב, חומר שזורם בקלות, מסיס בקלות, תהליך ייצור זול ויעיל. חסרונות הפריילס- רגישים לשבירה וליצירת אבקה שמתגבשת.

2- אוריאה מגורענת - תהליך יחסית חדש לייצור אוריאה מוצקה אשר פותח בארה"ב, יצור האוריאה המגורענת נעשה בתוף גירעון ייעודי לאוריאה. לתוף התוף מזריקים אוריאה מותכת עם תוספים לשיפור הגרעון שנעשה בתוף מסתובב בו הגרגרים גדלים ככל שגדל זמן השהייה של הגרגרים בגרנולטור (תוף הגירעון). מתקבל חומר גרגרי, גרגרים לא עגולים אבל הרבה יותר מוצקים מהפריילס ורגישים פחות לגריסה. אוריאה מגורענת פחות אבקתית





אוריאה פרילס יותר נוחה להובלה ופיזור. חסרון גדול של האוריאה המגורענת – יותר יקרה. תהליך הגירעון יקר פי שלוש מתהליך הייצור של פרילס

## אוריאה דלת ביאורט

בתהליך ייצור האוריאה נוצר חומר לוואי מיותר המזהם את האוריאה וניקרא ביאורט. פולימריזציה (התחברות) של שתי מולקולות אוריאה. החומר הנוצר – ביאורט  $\text{H}_2\text{NCONHCONH}_2$  – הינו חומר רעיל לצמחים.



סיווג האוריאה נעשה למעשה לפי אחוז הביאורט – מקובל שאוריאה שמכילה עד 1 אחוז ביאורט מותרת לשימוש בלתי מוגבל בחקלאות. ריכוזים גבוהים יותר של ביאורט באוריאה יכולים לגרום לנזקים בגידולים חקלאיים. ישנם גידולים שרגישים מאוד לביאורט ועבורם מיוצרים אוריאה דלת ביאורט המכילה עד 0.5 אחוז ביאורט. זוהי אוריאה מיוחדת, גבישית ויקרה בהרבה מאוריאה רגילה. רוב הביאורט בתהליך ייצור האוריאה נוצר בעת קבלת האוריאה המותכת לפני תהליך מיצוק האוריאה. לשם קבלת אוריאה דלת ביורט מיוצרים אוריאה בתהליך של גיבוש (קריסטליזציה) – תהליך יקר ופחות יעיל מתהליך ייצור הפרילס או תהליך הגירעון.

תהליך הגיבוש נעשה בקריסטלייזר בו מורחקים המים בוואקום מתמיסת אוריאה רוויה תוך כדי קירור מתחת לטמפרטורת הגיבוש של האוריאה. בטמפרטורות הנמוכות של התהליך לא נוצרים תנאים להיווצרות ביאורט. האוריאה הגבישית רגישה מאוד להתגבשות ויש לאחסנה בתנאים מיוחדים.

מתי הוכברג, מחקר ופיתוח

דשן גת

