



I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

**Jaunas pārtikas kūpināšanas tehnoloģijas izstrāde policiklisko aromātisko oglekļa ogļūdeņražu (benzpirena) koncentrācijas samazināšanai kūpinātos gaļas produktos – “Blue smoke”**

*Development of a new food smoking technology to reduce concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons (benzopyrene) in smoked meat products – “Blue smoke”*

(Līguma Nr. 1.1.1.1/19/A/092)

27.09.2021.

Vasara jau ir beigusies, iestājies rudens un uguns liesmu burvību varam novērot kamīna vai krāns kurtuvē, vai arī atmiņās no vasaras saulgriežiem. Kontrolētos apstākļos uguns liesmu spēle ir pietiekami meditatīvs, skaists un patīkams process ko novērot. Iedziļinoties pašā degšanas procesā, tad tas arī kļūst pietiekami interesants un aizraujošs un ja degšanas procesā izdalās dūmi tad tos var arī izmantot – piemēram gaļas kūpināšana.

Koksnes degšanas process ir cietās organiskās daļas oksidēšana – pārvēršana par gāzes sadegšanas produktiem. Šo procesu parasti iedala vismaz trīs fāzēs:

- 1) karsēšana;
- 2) pirolīzes gāzu aizdegšanās;
- 3) degšana.

Degšanas process ir atkarīgs no izmantotās koksnes veida, mitruma, tilpuma, blīvuma, koksnes ķīmiskā sastāva, gaisa padeves un sadedzināšanas iekārtām (Oberberger et al., 2006; Nussbaumer et al., 2003; Demibras et al., 2004; Balat et al., 2009). Koksnes degšanas procesā karsēšanas posmā koksne uzsilst līdz 120 līdz 150°C. Koksnei sasilstot notiek mitruma izdalīšanas. Jo koksne mitrākā jo lielāks daudzums enerģijas jāpieliek lai tā uzsiltu (Balat et al., 2009). Procesā koksne paliek tumša un pārogļojas un izveidojušas ogles var aizdegties.

Koksnei sasniedzot 250 līdz 350°C temperatūru, sākas koksnes pirolīze jeb sadalīšanas process gāzveida komponentos. Sākotnējo sadalās hemiceluloze, pieaugot temperatūrai sadalās arī celuloze (Yang et al., 2007; Pasangulapati et al., 2012). Pieaugot temperatūrai sākas lignīna sadalīšanās (Balat et al., 2009). Paaugstinot temperatūru pirolīzes gāzes aizdegas un aptver visu uzkaršēto koksnes laukumu. Pirolīzes rezultātā galvenokārt veidojas darvas tvaiki, ogļu un gāzu maisījums, kuru sastāvā ir CO un CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O un CH<sub>4</sub>.

Temperatūrai sasniedzot 450 līdz 620°C notiek koksnes aizdegšanās. Galvenās reakcijas ir oglekļa un gaistošo savienojumu (CO, H<sub>2</sub>) reakcijas ar gaisa skābekli (Demibras et al., 2004; Померанцев et al., 1973), reakcijas rezultātā notiek siltuma izdalīšanās, jo degšanas reakcijas ir eksotermiskas.

Atkarība no izmantotā, koksnes veida, degšanas procesa fāzēm to ilguma ir atkarīgs izdalījušos gāzu daudzums. Piemēram, zema temperatūra un lēns sildīšanas ātrums pirolīzes laikā nodrošina lielāku kokogļu daudzumu; augsta temperatūra, lēns sildīšanas ātrums un ilgs

pirolīzes laiks nodrošina lielāku izdalījušos gāzu daudzumu (Oberbergers et al., 2006). Degšanas procesa norisei ir svarīgā skābekļa pievade, no tā daudzuma tieši ir atkarīgs degšanas procesa gala iznākums. Degšanas procesā piegādātajam skābekļa daudzumam ir jābūt lielākam nekā teorētiski aprēķinātajam un tas ir atkarīgs no izmantotās degšanas iekārtas, jeb kurtuves.

Koksnes pilnīga sadegšana notiek ja degšanas procesā temperatūra ir virs 850°C un tiek nodrošināta gaisa pieplūde (lielāku nekā aprēķinātais patēriņa koeficients) ar labu gāzu sajaukšanos (Van Loo et al., 2008). Pilnīgas koksnes sadegšanas gala produkti ir CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, NO, NO<sub>2</sub>, protams arī pelni un dažādas izcelsmes minerālvielu, kā arī metālu piejaukumi: KCl, SO<sub>2</sub>, HCl, Cu, Pb u.c., bet koksnei nepilnīgi sadegot papildus veidojas CO, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, darva, kvēpi, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, poliaromātiskie ogleņūdeņraži u.c. kuru sastāvā ietilpst arī benzopirēns (Williams et al., 2012; Van Loo et al., 2008; Oberberger et al., 2006; Nussbaumer et al., 2003).

No tā var secināt, ka gaļas kūpināšanai ir svarīgi nodrošināt koksnes pilnīgu sadegšanu, jo vismazāk izdalās vielas, kuras var negatīvi ietekmēt gatavo produkciju. Praktiskajā dzīvē kūpināšanā kā kurināmais kūpināšanā visbiežāk tiek izmantota alkšņu malka, koksnes šķelda ar koksnes mitrumu 35–45%, kuras sadegšanas temperatūra ir relatīvi zemāka 400–450°C (Report, 2007). To galvenokārt ietekmē augstais koksnes mitrums. Degšanas procesa analīze apstiprina, ka tas nav pareizi, koksnes mitrumu jābūt vismaz no 10 līdz 20% un ir jānodrošina optimāli koksnes sadegšanas apstākļi (atbilstoša skābekļa jeb gaisa padeve), lai veidotos pēc iespējas mazāk nevēlamie savienojumi.

- Balat, M. (2008). Experimental Study on Pyrolysis of Black Alder Wood. *Energy Explor. Exploit.* 26, 209–220.
- Demibras, A. (2004). Combustion characteristics of different biomass fuels. *Progress in Energy and Combustion Science*, 30, 219–230.
- Nussbaumer, T. (2003). Combustion and Co-combustion of Biomass: Fundamentals, Technologies, and Primary Measures for Emission Reduction. *Energy & Fuels*, 17, 1510–1521.
- Obernberger, I., Brunner, T., Barnthaler, G. (2006). Chemical properties of solid biofuels – significance and impact. *Biomass and Bioenergy*, 30, 973–982.
- Pasangulapati, V., Ramachandriya, K.D., Kumar, A. (2012). Effects of cellulose, hemicellulose and lignin on thermochemical conversion characteristics of the selected biomass. *Bioresource Technology*, 114, 663–669.
- Van Loo, S., Koppejan, J. (2008). *The Handbook of Biomass Combustion & Co-firing*. UK: CPI Antony Rowe, 442 p.
- Williams, A., Jones, J.M., Ma, L., Pourkashanian, M. (2012). Pollutants from the combustion of solid biomass fuels, *Progress in Energy and Combustion Science*. *Progress in Energy and Combustion Science*, 38, 113–137.
- Yang, H., Yan, R., Chen, H. (2007). Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis. *Fuel*, 86, 1781–1788.
- Померанцев, В.В., Арефьев, К.М., Ахмедов, Д.Б. (1973). Основы практической теории горения. Москва: Энергия, 311 стр.