



ارزیابی تولید هیدروژن از زیست توده ریزجلبک توسط فرایندهای ترموشیمیایی
مهرنوش کشاورزیان، امید توکلی

خلاصه

زیست توده حاصل از ریزجلبک به عنوان یک منبع تجدید پذیر برای تولید سوخت زیستی شناخته شده است. در این مقاله پژوهش‌های انجام شده روی فرایندهای ترموشیمیایی تولید انرژی از ریزجلبک مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. همچنین اثر پارامترهای مختلف بر بازده فرایندهای پیرولیز، مایع سازی هیدروترمال و گازی سازی فوق بحرانی بررسی خواهند شد.

مقدمه

گرمایش زمین و آلودگی های زیست محیطی مرتبط با مصرف بی رویه سوخت های فسیلی سبب شده تا کشورها به سمت استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر، غیر آلاینده و قابل اعتماد بروند [۱]. منابع انرژی تجدیدپذیر و پایدار مانند زیست توده ریزجلبک توانایی رقابت با سوخت های فسیلی به منظور تامین منابع انرژی آینده را دارا هستند، به عبارت دیگر ریزجلبک به دلیل سرعت رشد بالا، عدم نیاز به زمینهای کشاورزی و آب شیرین گزینه مناسبی برای تولید انرژی است [۲]. زیست توده حاصل از ریزجلبک قابلیت تبدیل به سوخت های زیستی شامل بیودیزل، اتانول، هیدروژن و متان را دارا بوده و تبدیلات ترموشیمیایی و بیوشیمیایی به عنوان دو مسیر اصلی تبدیل زیست توده به سوخت و محصولات ارزشمند شناخته شده است [۳]. در سال های اخیر پژوهشهایی در مورد سوخت های زیستی مبتنی بر ریزجلبک توسط فرایندهای ترموشیمیایی شامل پیرولیز، گازی سازی و مایع سازی هیدروترمال انجام شده است [۴، ۵]. در این مقاله اثر شرایط واکنش بر بازده و ارزش حرارتی محصولات حاصل از فرایندهای ترموشیمیایی در مطالعات و تحقیقات انجام شده بررسی می‌گردد.

واکنش های ترموشیمیایی

پیرولیز

پیرولیز ریز جلبک به سه مرحله تقسیم می شود. مرحله اول شامل از دست دادن آب و ترکیب های فرار در دمای زیر ۱۳۰-۱۶۰ درجه سلسیوس است. در مرحله بعد ترکیبات آلی و بیوشیمیایی ریز جلبک شامل پلی ساکارید، پروتئین و لیپید در دمای ۱۴۰-۵۴۰ درجه تجزیه می‌شوند. سرانجام در مرحله نهایی ترکیبات کربن دار در دمای بالای ۵۴۰ درجه سلسیوس تجزیه می‌شوند [۴].

واکنش مایع سازی هیدروترمال

فرآیند مایع سازی هیدروترمال شامل واکنش زیست توده و آب در حضور یا غیاب کاتالیزور است. در این واکنش زیست توده تحت دمای ۲۰۰-۳۵۰ درجه سلسیوس و فشار MPa ۵-۱۵ به روغن زیستی، مقادیر جزئی زغال، آب و گاز تجزیه می‌شود. بازده تبدیل جلبک توسط مایع سازی هیدروترمال به پارامترهای مختلفی شامل دمای واکنش، فشار واکنش، زمان ماند، ترکیب جلبک و کاتالیزور بستگی دارد. ترکیب شیمیایی روغن زیستی حاصل از این فرایند وابسته به گونه جلبک و ترکیب آن بوده و از تبدیل لیپید، کربوهیدرات و پروتئین بدست می‌آید [۶، ۷]. فرآیند مایع سازی هیدروترمال به دلیل عدم نیاز به مرحله خشک کردن خوراک و استفاده از آب به عنوان واکنش دهنده یک گزینه مقرون به صرفه برای تولید انرژی از جلبکهای با محتوی رطوبت بالا است [۷].

واکنش گازی سازی

گازی سازی تکنولوژی قابل اعتماد برای تبدیل ترکیبات کربن دار مانند زیست توده به محصولات گازی شامل هیدروژن، کربن دی اکسید، کربن مونواکسید و متان است. این روش به دو بخش: دمای بالا (۸۰۰-۱۲۰۰ درجه سلسیوس) فاز گازی پیرولیز و دمای پایین (۷۰۰-۳۸۰ درجه) توسط گازی سازی سیال فوق بحرانی که معمولا از آب به عنوان سیال فوق بحرانی استفاده می‌شود. روش دوم به دلیل عدم نیاز به مرحله خشک کردن مناسب زیست توده با رطوبت بالا نظیر بیومس ریزجلبک‌ها است [۵].



جدول ۱: شرایط واکنش، آنالیز نهایی و ارزش حرارتی گونه های ریز جلبک و روغن زیستی حاصل از آنها

Microalgae	Feedstock						Biocrude Oil						Hydrothermal Liquefaction (HTL) & pyrolysis				Ref	
	Elemental Composition						Elemental Composition						Temp	Press	Time	Catalyst		
	C	H	N	S	O	HHV	C	H	N	S	O	HHV					Yield	
<i>Chlorella sp.</i>	60.5	9.1	1.9	6.7	21.8	32.3	75.6	12.0	0.3	0.6	11.5	34.9	82.9 ± 1.7	220	.	90	.	[7]
<i>Nannochloropsis salina</i>	56.52	8.28	8.51	.	26.69	24.17	73.46	10.31	4.88	.	11.35	37.53	78.5	340	17	30	H ₂ , Ni-Mo/Al ₂ O ₃	[9]
<i>Tetraselmis sp.</i>	42	6.8	8	3	40.2	19.2	71	9.5	5	0.6	14	35	65	350	.	5	.	[2]
<i>Botryococcus braunii</i>	63.1	11.7	2.8	.	22.4	.	84.1	14.3	0.7	.	0.9	49	64	300	2	60	5% wt Na ₂ CO ₃	[10]
<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	52.7	7.25	9.02	6.66	22.0	23.69	68.6	8.86	5.1	1.04	14.7	23.5	67	220		60		[4]

منابع

- Pan, P., et al., *The direct pyrolysis and catalytic pyrolysis of Nannochloropsis sp. residue for renewable bio-oils*. Bioresource Technology, 2010. 101(12): p. 4593-4599.
- Eboibi, B.E., et al., *Effect of operating conditions on yield and quality of biocrude during hydrothermal liquefaction of halophytic microalga Tetraselmis sp.* Bioresource Technology, 2014. 170: p. 20-29.
- Brennan, L. and P. Owende, *Biofuels from microalgae—A review of technologies for production, processing, and extractions of biofuels and co-products*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2010. 14(2): p. 557-577.
- Hognon, C., et al., *Comparison of pyrolysis and hydrothermal liquefaction of Chlamydomonas reinhardtii. Growth studies on the recovered hydrothermal aqueous phase*. Biomass and Bioenergy, 2015. 73: p. 23-31.
- Tiong, L., et al., *Catalytic supercritical water gasification of microalgae: Comparison of Chlorella vulgaris and Scenedesmus quadricauda*. The Journal of Supercritical Fluids, 2016. 107: p. 408-413.
- Anastasakis, K. and A.B. Ross, *Hydrothermal liquefaction of the brown macro-alga Laminaria Saccharina: Effect of reaction conditions on product distribution and composition*. Bioresource Technology, 2011. 102(7): p. 4876-4883.
- Li, H., et al., *Conversion efficiency and oil quality of low-lipid high-protein and high-lipid low-protein microalgae via hydrothermal liquefaction*. Bioresource Technology, 2014. 154: p. 322-329.