



INSTYTUT BIOTECHNOLOGII
PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO
im. prof. Wacława Dąbrowskiego
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

CHMIEL

Wartość technologiczna szyszek chmielowych
ze zbiorów 2025 roku



Badania wykonane w ramach

Zadania 11: Analiza jakości surowców rolnych dla branży piwowarskiej
realizowanego na zlecenie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi
na podstawie umowy nr DRE.prz.070.1.2025

Źródło zdjęć: <https://pixabay.com>



Opracowanie: Marek Napiórkowski, Dorota Michałowska, Dorota Królikowska, Monika Ksit,
Natalia Mioduszewska, Magdalena Świerczyńska,

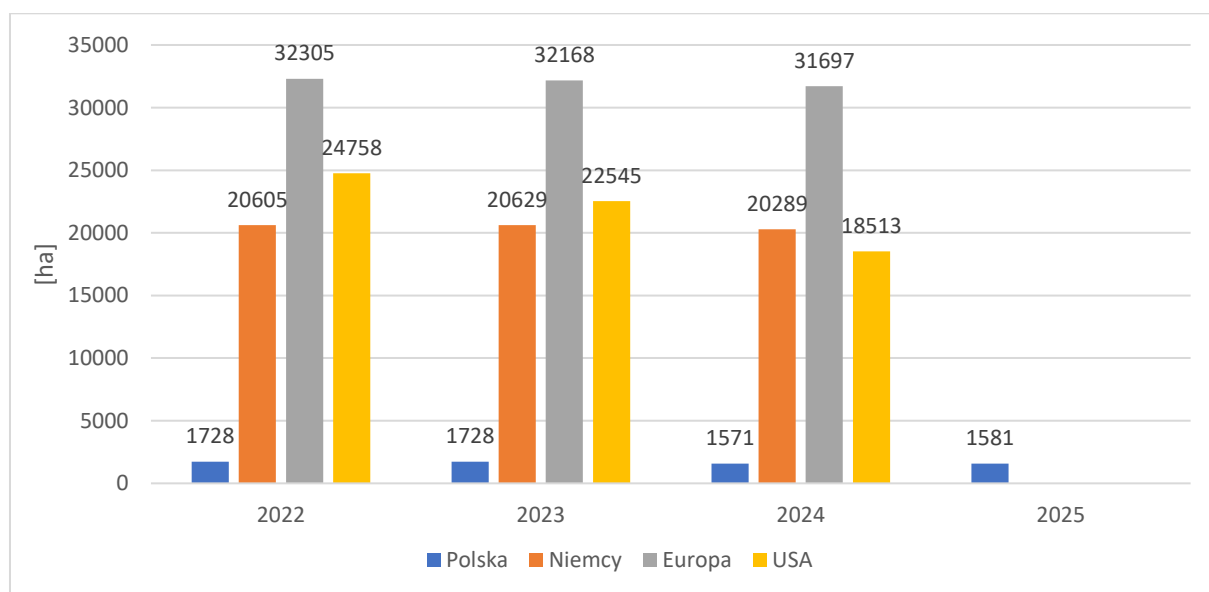
Zakład Technologii Piwa i Słodu
Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego
im. prof. Wacława Dąbrowskiego – Państwowy Instytut Badawczy

Warszawa, grudzień 2025 r.
Źródło zdjęć: własne

Zbiory chmielu w Polsce w ostatnich latach

Dane Międzynarodowej Organizacji Plantatorów Chmielu (IHGC) potwierdzają, że Polska, obok Czech, Słowenii i Niemiec - europejskiego lidera pod względem areалу upraw, należy do grona liczących się producentów chmielu w Europie. Poza Europą znaczące ilości chmielu uprawia się w: Nowej Zelandii, Chinach i Stanach Zjednoczonych Ameryki, które pod względem areálu i plonu chmielu dorównują Niemcom.

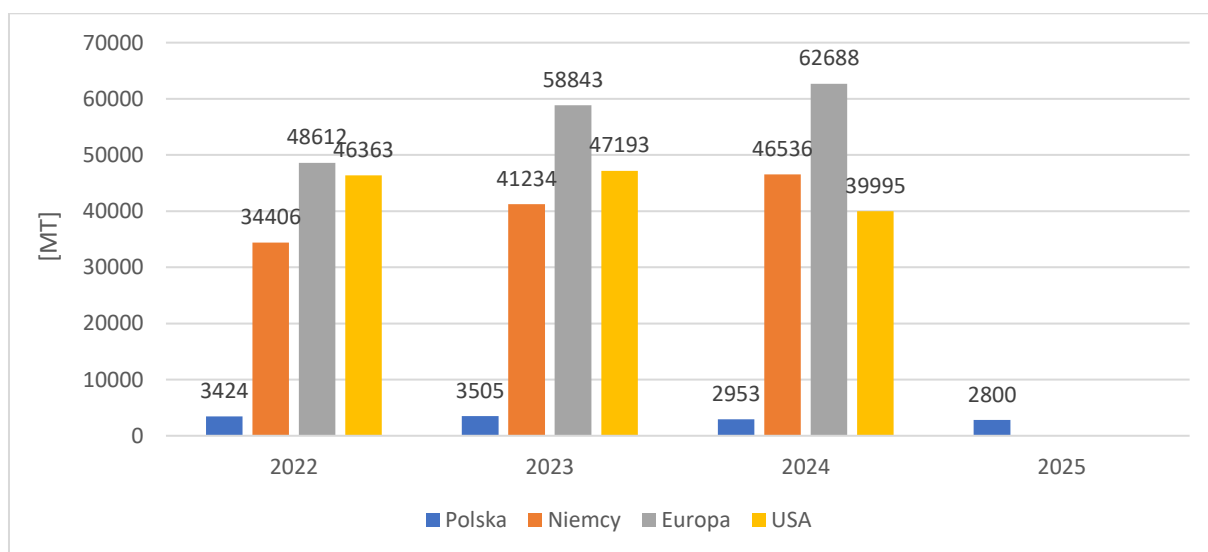
W porównaniu z Niemcami i USA Polska posiada relatywnie niewielki areał upraw chmielu. Chmiel uprawia u nas około 700 plantatorów, głównie w małych gospodarstwach rodzinnych, których średnia powierzchnia wynosi około 2 hektarów.



Rys. 1 Areał upraw chmielu w Polsce w porównaniu do Niemiec, Europy i USA (dane: International Hop Growers Convention; Economic Commission -Summary Reports; Listopad, 2025)

W latach 2022–2023 łączna powierzchnia upraw chmielu w naszym kraju utrzymywała się na stabilnym poziomie 1728 ha, co potwierdza względną ciągłość krajowego sektora chmielarskiego. W 2024 roku nastąpiło wyraźne ograniczenie skali produkcji, związane ze zmniejszeniem powierzchni upraw do 1571 ha, czyli o około 9 %). Tendencja ta wpisuje się w szerszy kontekst

europejski i światowy, związany z dostosowywaniem podaży chmielu do aktualnej sytuacji rynkowej (dane dla 2025 roku dotyczące powierzchni upraw mają charakter szacunkowy). Produkcja chmielu w Polsce w 2022 i 2023 roku wynosiła odpowiednio 3424 ton oraz 3505 ton. Przy niezmiennym areale upraw wskazuje to na umiarkowaną zmienność plonów, wynikającą głównie z warunków agrometeorologicznych. Zbiory w 2024 roku obniżyły się do 2953 ton, co było konsekwencją wspomnianej już redukcji powierzchni plantacji.



Rys. 2 Plon chmielu ogółem w Polsce w porównaniu do Niemiec, Europy i USA (dane: International Hop Growers Convention; Economic Commission -Summary Reports; Listopad, 2025)

Wstępne informacje nt. zbiorów chmielu w 2025 roku opublikowano w dniu 12.12.2025 roku na stronie internetowej Barth Haas. Są to dane pochodzące z Association of German Hop Growers (Final report – Hop market report No. 4 of 19 November 2025). Według ww. źródła tegoroczne zbiory chmielu w Niemczech są niższe od ubiegłorocznych o 7,2 %. Według autorów jest to głównie wynikiem zmniejszenia areалу upraw o ponad 1300 ha. Łączna produkcja alfa-kwasów w Niemczech jest niższa o 2,8 % niż w roku ubiegłym. Także w USA tegoroczne plony są niższe od ubiegłorocznych - o 6,1 %, a łączna produkcja alfa-kwasów jest niższa o 8,2 % niż w roku 2024. Wg tego samego źródła tegoroczne zbiory chmielu w Polsce wyniosły 2770 ton

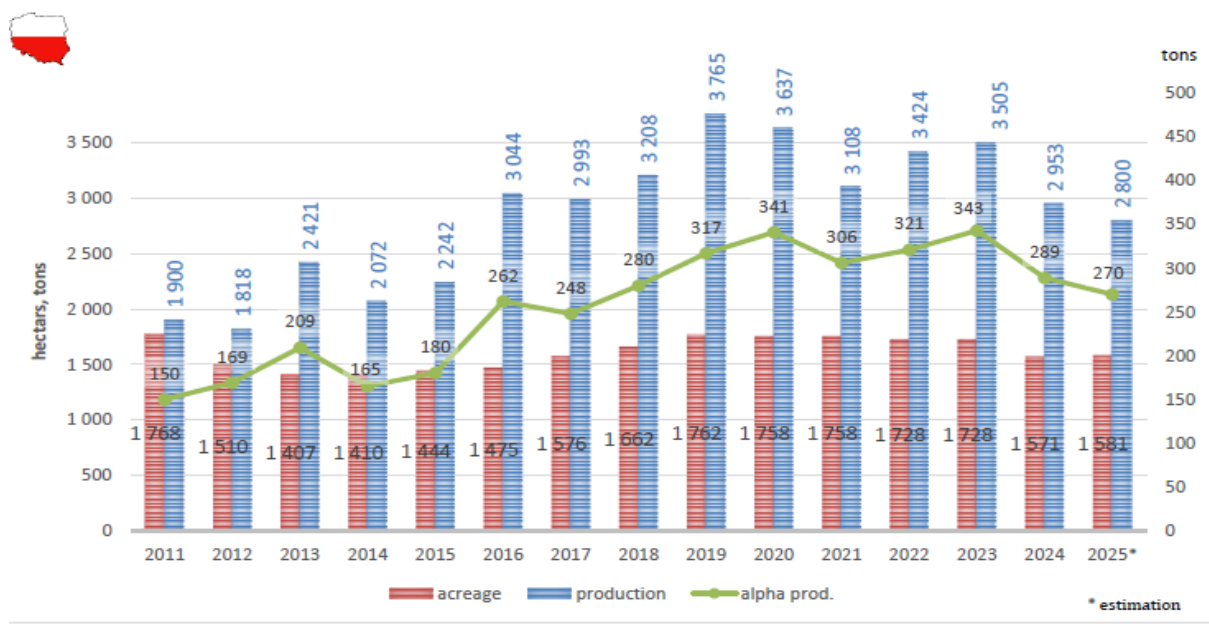
(w stosunku do 2024 roku jest to ubytek o 6,2 %). W cytowanym raporcie podano także, że światowe zbiory chmielu w 2025 roku są niższe od tych z 2024 roku o 4,8 %, natomiast światowa produkcja alfa-kwasów obniżyła się rok do roku o 4,1 %. Raport wskazał Czechy i Słowenię jako kraje europejskie, w których zbiory chmielu w 2025 roku były większe niż w 2024 (odpowiednio o 7,7 % w Czechach oraz o 4,5 % w Słowenii).

Oficjalne dane nt. tegorocznych zbiorów chmielu w USA opublikowało Amerykańskie Ministerstwo Rolnictwa (USDA). W dokumencie zatytułowanym National Hop Report datowanym na 19.12.2025 roku podano, że zbiory chmielu w USA są niższe o 5 % niż w roku ubiegłym, zaś całkowita powierzchnia upraw chmielu zmniejszyła się od ubiegłego roku o 7 %. Dotyczy to wszystkich stanów, w których zlokalizowane są plantacje chmielu: Washington, Oregon i Idaho. Sytuacja na amerykańskim rynku chmielu, ze względu na wielkość produkcji, jest istotna także dla producentów piwa w innych krajach. Nie bez znaczenia jest tu asortyment uprawianych w USA odmian chmielu - cenionych i poszukiwanych ze względu na oryginalne aromaty, które wprowadzają do piwa.

Analizując produkcję chmielu w naszym kraju na przestrzeni lat można powiedzieć, że w okresie między 2011 a 2025 rokiem powierzchnia upraw chmielu w Polsce pozostawała względnie stabilna i mieściła się w przedziale między około 1400 a 1800 ha, z najwyższymi wartościami w latach 2019–2023 oraz spadkiem po 2023 roku. Wielkość zbiorów charakteryzowała się znacznie większą zmiennością: od około 1800 do 2100 ton w latach słabszych do ponad 3700 ton w roku 2019. Produkcja alfa-kwasów wykazywała podobny zmienność, osiągając najwyższe wartości w latach 2019 –2020 oraz w roku 2023.

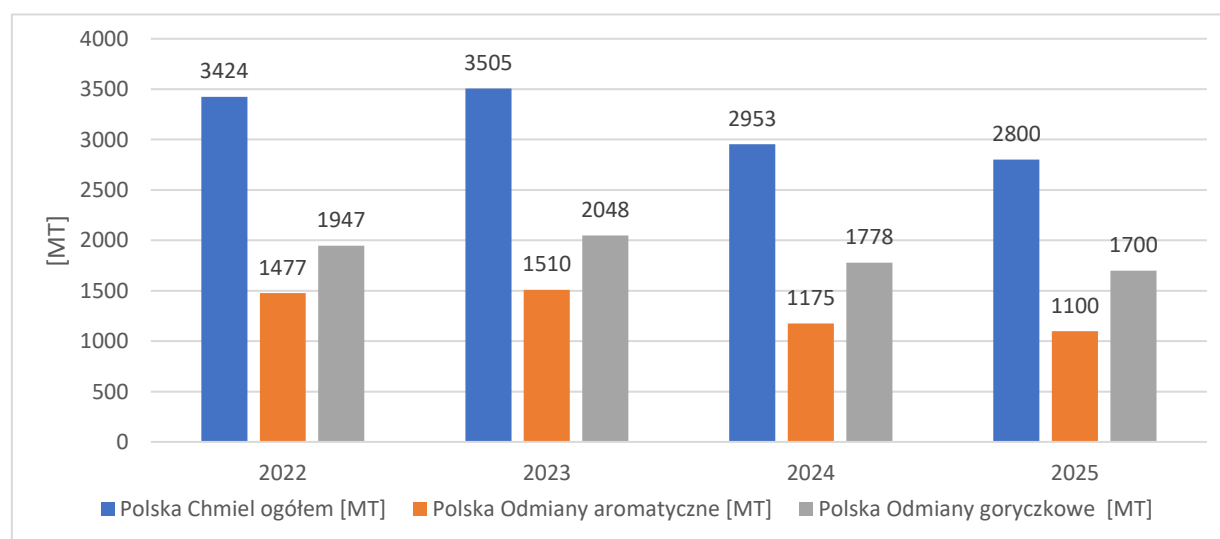
Dane dla roku 2025 podane na rys. 3 mają charakter szacunkowy i wskazują na dalsze obniżanie zarówno zbiorów, jak i produkcji alfa-kwasów.

Już wiadomo, że, w przypadku zbiorów, szacunki były trafne (różnica między prognozą a faktycznymi zbiorami wyniosła 30 ton w skali całego kraju).



Rys. 3 Uprawa chmielu w Polsce w latach 2011-2025 (dane: International Hop Growers Convention; Economic Commission -Summary Reports; Listopad, 2025)

Jeżeli przyjrzymy się strukturze odmianowej uprawianego w naszym kraju chmielu można zauważyć stopniowy wzrost udziału w uprawach odmian goryczkowych kosztem odmian aromatycznych, co wydaje się spójne z zapotrzebowaniem rynku na chmiele o wysokiej zawartości alfa-kwasów.



Rys. 4 Plon chmielu w Polsce w latach 2022-2025 u uwzględnieniu podziału na odmiany goryczkowe i aromatyczne (dane: International Hop Growers Convention; Economic Commission -Summary Reports; Listopad, 2025)

Najważniejsze odmiany w Polsce

Zgodnie z danymi IHGC, główne odmiany chmielu uprawiane w Polsce w roku 2024 to:

- Odmiany aromatyczne:
 - Lubelski (311 ha)
 - Marynka (229 ha)
 - Sybilla (92 ha)
 - Perle (59 ha)
 - Hallertauer Tradition (54 ha)
- Odmiany goryczkowe:
 - Magnum (598 ha)
 - Magnat (207 ha)

Odmiany te łącznie stanowiły większość areálu upraw, a ich udział nie zmienił się znacząco w ostatnich latach.

Metody badań

Ocena jakości szyszek chmielowych obejmowała oznaczenie podstawowych parametrów istotnych z punktu widzenia ich przydatności technologicznej.

Badania wykonano zgodnie z metodami opisanymi w zbiorze Analytica EBC i stosowanymi w krajach zrzeszonych w European Brewery Convention (EBC).

- Wilgotność szyszek chmielowych oznaczono metodą wagową po suszeniu, zgodnie z procedurą badawczą PB-ZP 09, wyd. 7 z dnia 15.05.2025 r. (metoda zgodna co do zasady z 7.2 Analytica EBC). Wyniki przedstawiono jako procentową zawartość wody w próbce.
- Zawartość alfa-kwasów oznaczono metodą konduktometryczną po ekstrakcji toluenem, zgodnie z metodą 7.4 Analytica EBC. Wyniki

wyrażono w % bez przeliczania na suchą masę, zgodnie z praktyką raportowania stosowaną przez IHGC oraz Barth Haas.

- Zawartość olejku chmielowego ogółem oznaczono metodą destylacji z parą wodną, zgodnie z metodą 7.10 Analytica EBC. Wyniki wyrażono w ml/100 g.
- Skład chemiczny olejku chmielowego oznaczono metodą chromatografii gazowej z detekcją płomieniowo-jonizacyjną (GC/FID), zgodnie z metodą 7.12 Analytica EBC. Wyniki przedstawiono jako względne udziały procentowe poszczególnych składników olejku.
- Stabilność oksydacyjną, czyli stopień utlenienia szyszek chmielowych oceniono na podstawie wskaźnika Hop Storage Index (HSI) oznaczanego metodą spektrofotometryczną zgodnie z metodą 7.13 Analytica EBC. Wyniki przedstawiono jako wartości bezwymiarowe.

Oznaczenie wilgotności szyszek chmielowych wykonywano metodą akredytowaną przez Polskie Centrum Akredytacji (certyfikat akredytacji nr AB 452). Kompetencje techniczne Zakładu Technologii Piwa i Słodu w zakresie oznaczania alfa-kwasów metodą toluenową oraz oznaczania wskaźnika HSI potwierdzono w 2025 roku (podobnie jak w latach poprzednich) poprzez udział w międzynarodowym porównaniu międzylaboratoryjnym Arbeitsgruppe Hopfenanalyse (AHA) – Collaborative Trial 2025/1: Hop products.

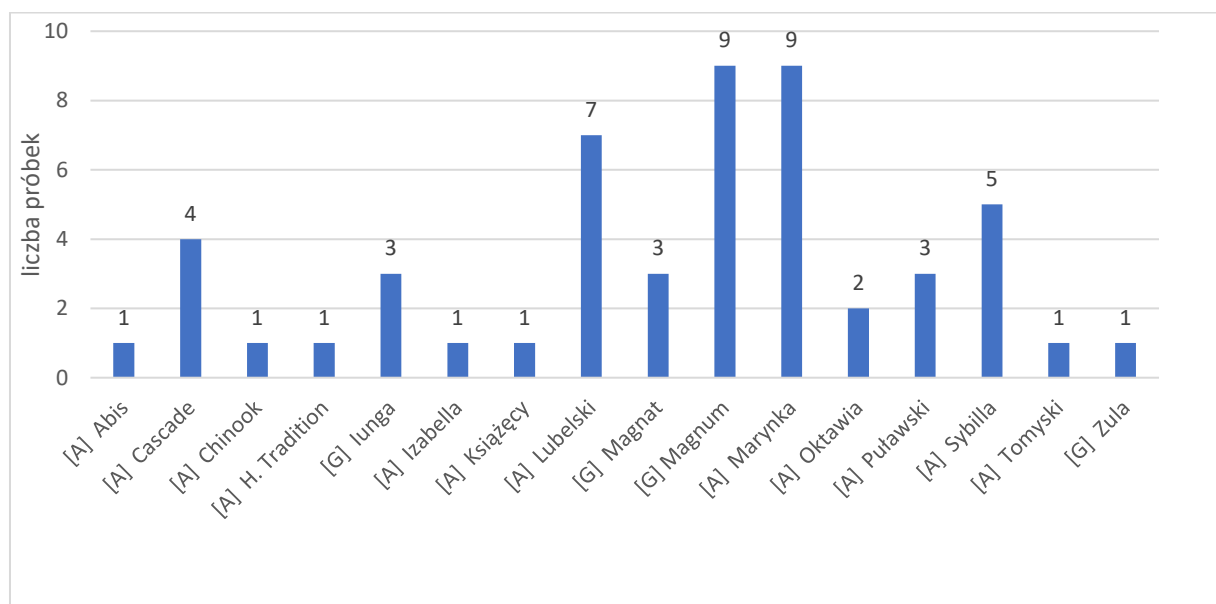
WYNIKI BADAŃ PRÓBEK ZE ZBIORÓW 2024 ROKU – będące odniesieniem do wyników próbek z tegorocznych zbiorów

Materiał badawczy

Materiał badawczy stanowiły szyszki chmielu zwyczajnego (*Humulus lupulus* L.) pochodzące ze zbiorów 2024 roku. Próbkę pochodziły z województwa lubelskiego i zostały dostarczone do laboratorium IBPRS-PIB przez plantatorów oraz przetwórców. Łącznie badaniami objęto 52 próbki chmielu, obejmujące zarówno odmiany aromatyczne, jak i gorzkie.

W badanym materiale reprezentowanych było 16 odmian chmielu. Najliczniej występowały odmiany: Marynka, Magnum, Lubelski, Sybilla, Iunga, Cascade oraz Magnat. Pozostałe odmiany – Abis, Chinook, Hallertauer Tradition, Izabella, Książęcy, Tomyski, Zula, Puławski oraz Oktawia — reprezentowane były przez mniejszą liczbę próbek lub pojedyncze próby.

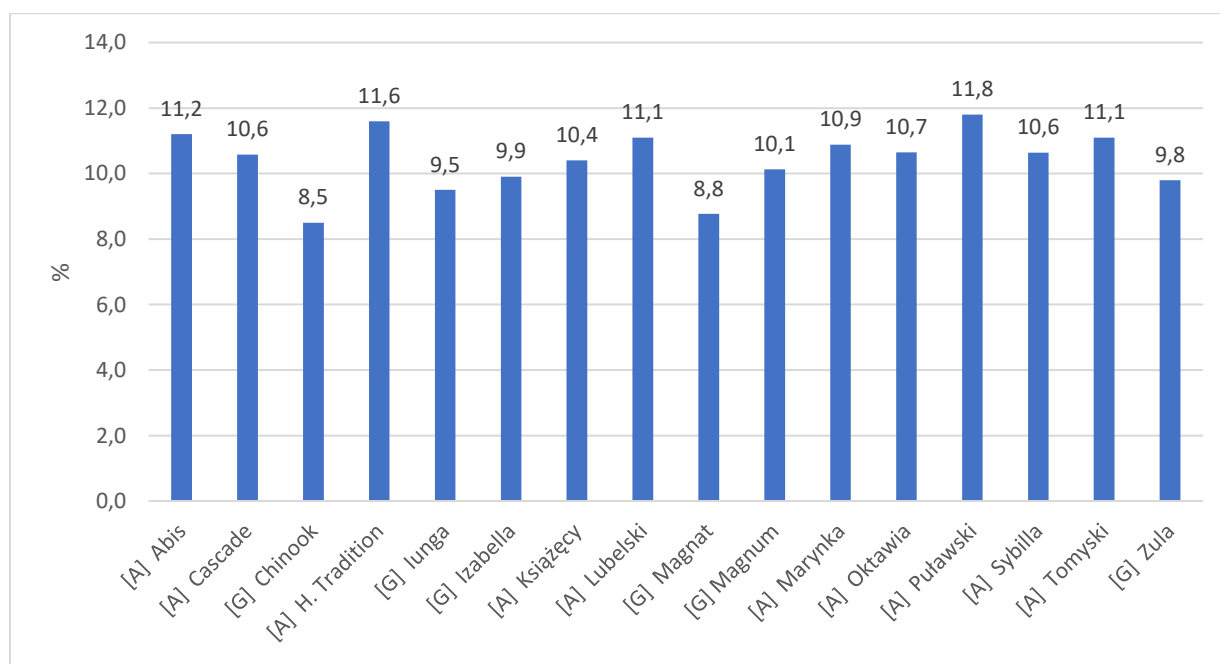
Wszystkie próbki dostarczono w postaci wysuszonych szyszek chmielowych. Do czasu wykonania analiz materiał przechowywano w warunkach chłodniczych (4–6°C), z ograniczonym dostępem światła.



Rys. 5 Liczba badanych próbek poszczególnych odmian chmielu ze zbiorów 2024
[A] – chmiel aromatyczny; [G] – chmiel gorzki

Wilgotność szyszek chmielowych

Wilgotność badanych próbek szyszek chmielowych mieściła się w zakresie 8,5–13,6 %. Średnie wartości wilgotności dla większości odmian zawierały się w przedziale 10–11 %. Najniższą średnią wilgotność odnotowano dla odmian Chinook (8,5 %) oraz Magnat (8,8 %), natomiast najwyższą dla odmian Puławski (11,8 %) i H. Tradition (11,6 %). Najszerszy zakres wilgotności stwierdzono dla odmiany Magnat (5,5–11,7 %), przy jednocześnie najwyższym odchyleniu standardowym (3,1 %), co wskazuje na niejednorodność wilgotności pomiędzy próbkami tej odmiany. Podwyższoną zmienność wyników odnotowano również dla odmian Iunga (odchylenie standardowe 1,7 %) oraz Puławski (1,6 %). Dla pozostałych odmian odchylenia standardowe mieściły się w zakresie do 1,4 %. W przypadku części próbek odmian Lubelski, Marynka oraz Puławski maksymalne wartości wilgotności przekraczały 13,0 %.



Rys. 6 Średnia wilgotność szyszek chmielu dla analizowanych odmian (%)
[A] – chmiel aromatyczny; [G] – chmiel goryczkowy

Tab. 1 Zakres wilgotności dla poszczególnych odmian.

Odmiana	Liczba próbek	Wilgotność, %	
		min	max
[A] Abis	1	11,2	11,2
[A] Cascade	4	9,5	11,6
[G] Chinook	1	8,5	8,5
[A] H. Tradition	1	11,6	11,6
[G] Iunga	4	7,2	11,4
[G] Izabella	1	9,6	9,9
[A] Książęcy	1	10,4	10,4
[A] Lubelski	7	9,5	13,6
[G] Magnat	3	5,5	11,7
[G] Magnum	9	9,2	12,4
[A] Marynka	9	9,0	13,4
[A] Oktawia	2	10,6	10,7
[A] Puławski	3	10,6	13,6
[A] Sybilla	5	10,0	11,0
[A] Tomyski	1	11,1	11,1
[G] Zula	1	9,8	9,8

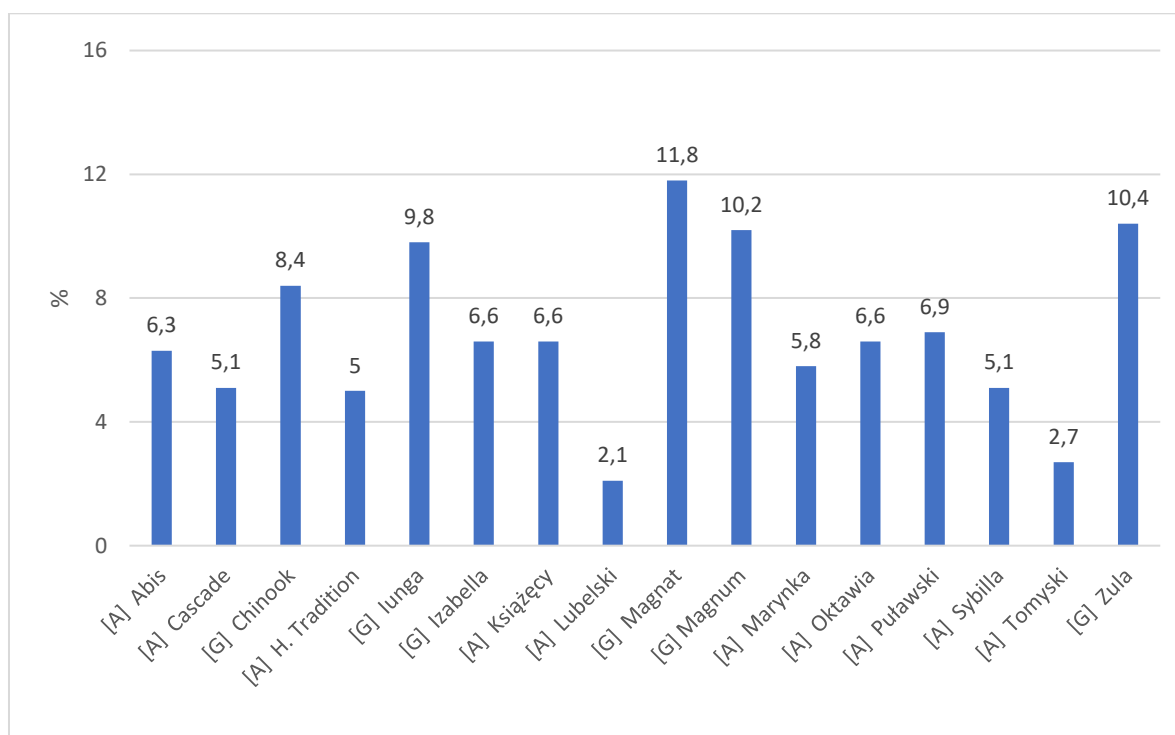
Zawartość alfa-kwasów

Chmiele gorzkie charakteryzują się zazwyczaj zawartością alfa-kwasów na poziomie 8–15 % m/m, natomiast chmiele aromatyczne w zakresie 3–8 % m/m. Zakresy te stanowią punkt odniesienia do oceny jakości i klasyfikacji surowca.

W przypadku badanych odmian gorzki (Magnum, Magnat, Iunga, Zula) uzyskane średnie zawartości alfa-kwasów mieściły się w przedziale od 9,8 % do 11,8 % m/m, co odpowiada typowym wartościom dla tej grupy odmian. Odmiana Magnum charakteryzowała się średnią zawartością alfa-kwasów na poziomie 10,2 %, przy rozrzucie od 8,0 do 12,8 %, natomiast odmiana Magnat osiągnęła najwyższą średnią wartość (11,8 %) oraz najszerszy rozrzut wyników (7,1–14,2 %). W przypadku odmiany Iunga średnia zawartość alfa-kwasów wynosiła 9,8%, przy stosunkowo wąskim zakresie otrzymanych wartości dla poszczególnych próbek (9,2–10,2 %). Uzyskane wyniki potwierdzają zaklasyfikowanie tych odmian do grupy chmieli gorzki.

Dla odmian aromatycznych średnie zawartości alfa-kwasów mieściły się głównie w zakresie 2,1–6,9 % m/m. Najniższe wartości odnotowano dla

odmiany Lubelski (średnio 2,1 %), natomiast najwyższe dla odmiany Puławski (6,9 %). Większość odmian aromatycznych, takich jak Marynka, Sybilla, Oktawia, Izabella czy Książęcy, uzyskała średnie zawartości alfa-kwasów w przedziale 5–7 %, czyli zgodnym z typowymi wartościami dla odmian aromatycznych. Odmiany Chinook oraz Zula, reprezentowane przez pojedyncze próbki, osiągnęły wartości alfa-kwasów odpowiednio 8,4 % oraz 10,4 %, co lokuje je na pograniczu klasyfikacji aromatycznej i goryczkowej.



Rys. 7 Średnia zawartość alfa-kwasów w zależności od odmiany (%)
[A] – chmiel aromatyczny; [G] – chmiel goryczkowy

Uzyskane wyniki zawartości alfa-kwasów były zgodne z deklarowanym charakterem badanych odmian. Odmiany goryczkowe osiągały wartości typowe dla tej grupy, natomiast odmiany aromatyczne mieściły się w niższym zakresie zawartości alfa-kwasów, z pojedynczymi przypadkami wartości granicznych.

Tab. 2 Zakres zawartości alfa-kwasów dla poszczególnych odmian.

Odmiana	Liczba próbek	alfa-kwasy %	
		min	max
[A] Abis	1	6,3	6,3
[A] Cascade	4	4,5	5,9
[G] Chinook	1	8,4	8,4
[A] H. Tradition	1	5,0	5,0
[G] Iunga	4	9,2	10,2
[G] Izabella	1	6,6	6,6
[A] Książęcy	1	6,6	6,6
[A] Lubelski	7	1,3	3,3
[G] Magnat	3	7,1	14,2
[G] Magnum	9	8,0	12,8
[A] Marynka	9	5,1	7,1
[A] Oktawia	2	6,1	7,0
[A] Puławski	3	6,6	7,2
[A] Sybilla	5	3,2	5,7
[A] Tomyski	1	2,7	2,7
[G] Zula	1	10,4	10,4

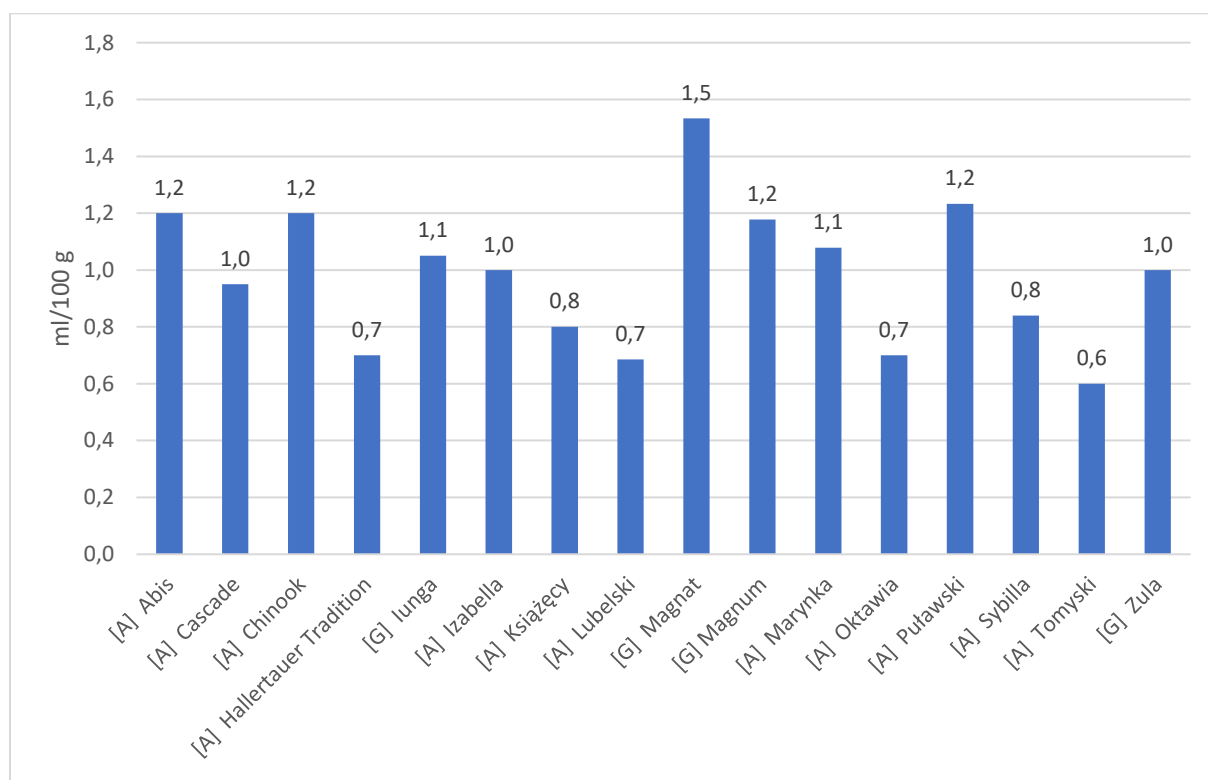
Zawartość olejku chmielowego w badanych próbkach szyszek

Zawartość olejku chmielowego ogółem w badanych próbkach szyszek chmielowych ze zbiorów 2024 roku wykazywała wyraźne zróżnicowanie pomiędzy odmianami.

Średnie wartości olejku mieściły się w szerokim zakresie, co wskazuje na odmienne predyspozycje odmianowe w zakresie akumulacji tej frakcji. Najwyższe średnie zawartości olejku stwierdzono dla odmian Magnat (1,5 ml/100 g) oraz Magnum (1,2 ml/100 g). Odmiany te charakteryzowały się podwyższoną zmiennością wyników. Wysokie zawartości olejku oraz zróżnicowanie wyników wskazują na niejednorodność badanych próbek tych odmian. W grupie odmian aromatycznych najwyższe średnie zawartości olejku odnotowano dla odmian Abis oraz Chinook (po 1,2 ml/100 g). Najniższe wartości stwierdzono dla odmian Tomyski (0,6 ml/100 g) oraz Lubelski (0,7 ml/100 g). Dla tych odmian zakres zmienności wyników był ograniczony, co wskazuje na względnie jednorodny poziom olejku w badanych próbkach. Odmiany takie jak H. Tradition oraz Książęcy charakteryzowały się niską

zawartością olejku oraz bardzo małą zmiennością wyników. Dla odmiany Cascade odnotowano umiarkowaną średnią zawartość olejku (1,0 ml/100 g) przy jednocześnie większym rozproszeniu wyników, co wskazuje na zróżnicowanie pomiędzy próbkami tej odmiany.

Ogólnie odmiany goryczkowe charakteryzowały się wyższą średnią zawartością olejku chmielowego oraz większą zmiennością wyników w porównaniu do odmian aromatycznych.



Rys. 8 Średnia zawartość olejku chmielowego w odmianach (ml/100 g)
[A] – chmiel aromatyczny; [G] – chmiel goryczkowy

Tab. 3 Zakres zawartości olejku chmielowego dla poszczególnych odmian.

Odmiana	Liczba próbek	Olejek chmielowy ml/100 g	
		min	max
[A] Abis	1	1,1	1,2
[A] Cascade	4	0,8	1,4
[G] Chinook	1	1,1	1,2
[A] H. Tradition	1	0,6	0,7
[G] Iunga	4	1,0	1,2
[G] Izabella	1	0,9	1,0
[A] Książęcy	1	0,8	0,8
[A] Lubelski	7	0,6	0,8
[G] Magnat	3	1,0	2,0
[G] Magnum	9	0,8	1,6
[A] Marynka	9	0,6	1,6
[A] Oktawia	2	0,6	0,8
[A] Puławski	3	0,8	1,6
[A] Sybilla	5	0,6	1,0
[A] Tomyski	1	0,5	0,6
[G] Zula	1	1,0	1,0

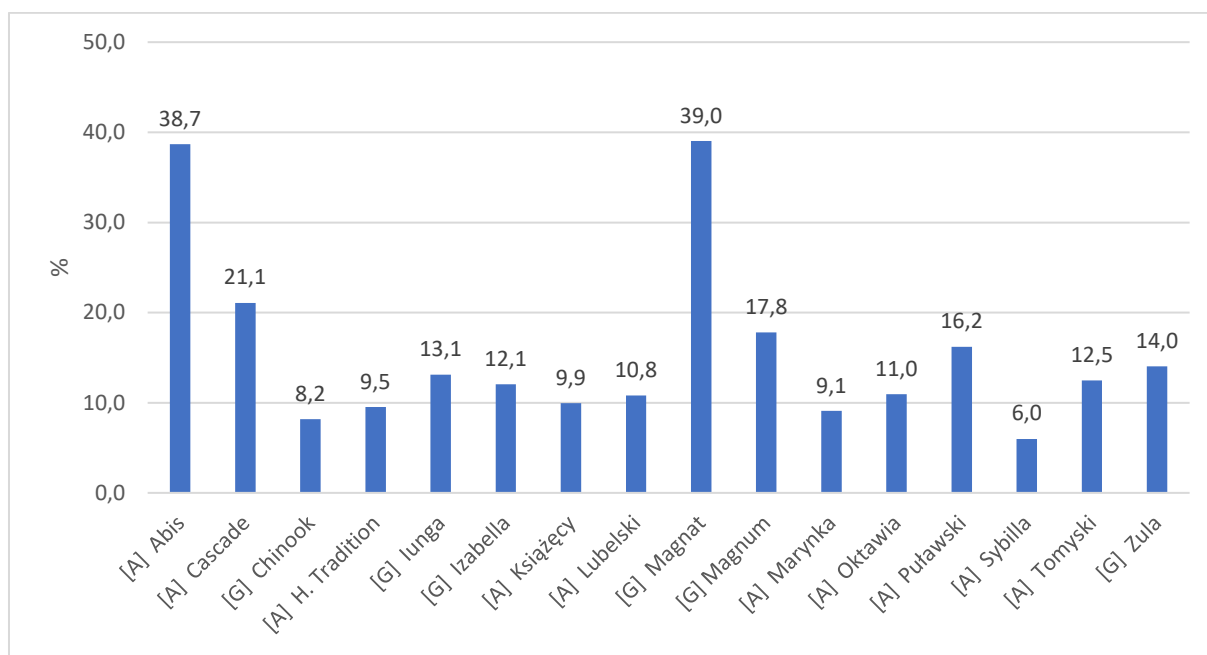
Skład olejku chmielowego

Skład chemiczny olejku chmielowego w badanych próbkach z 2024 roku wykazywał wyraźne zróżnicowanie pomiędzy odmianami, obejmujące zarówno udział monoterpenów (związków lekkich, o nutach świeżych i cytrusowych), jak i seskwiterpenów (związków cięższych, o nutach żywicznych i korzennych). Proporcje pomiędzy tymi frakcjami w istotny sposób determinują charakter aromatyczny poszczególnych odmian.

Monoterpeny

Do grupy monoterpenów zalicza się przede wszystkim myrcen (który stanowi kluczowy związek tej grupy i jest jej głównym reprezentantem ilościowym) oraz inne lekkie węglowodory terpenowe. Monoterpeny są zazwyczaj kojarzone z zapachami świeżymi, żywicznymi, zielonymi oraz cytrusowymi. W praktyce oceny surowca obecność tej grupy wiązana jest z intensywnymi, łatwo ulatniającymi się nutami zapachowymi. Udział monoterpenów w olejku mieścił się w szerokim zakresie od 6,0 % (Sybilla) do 39,0 % (Magnat). Najwyższe udziały monoterpenów odnotowano

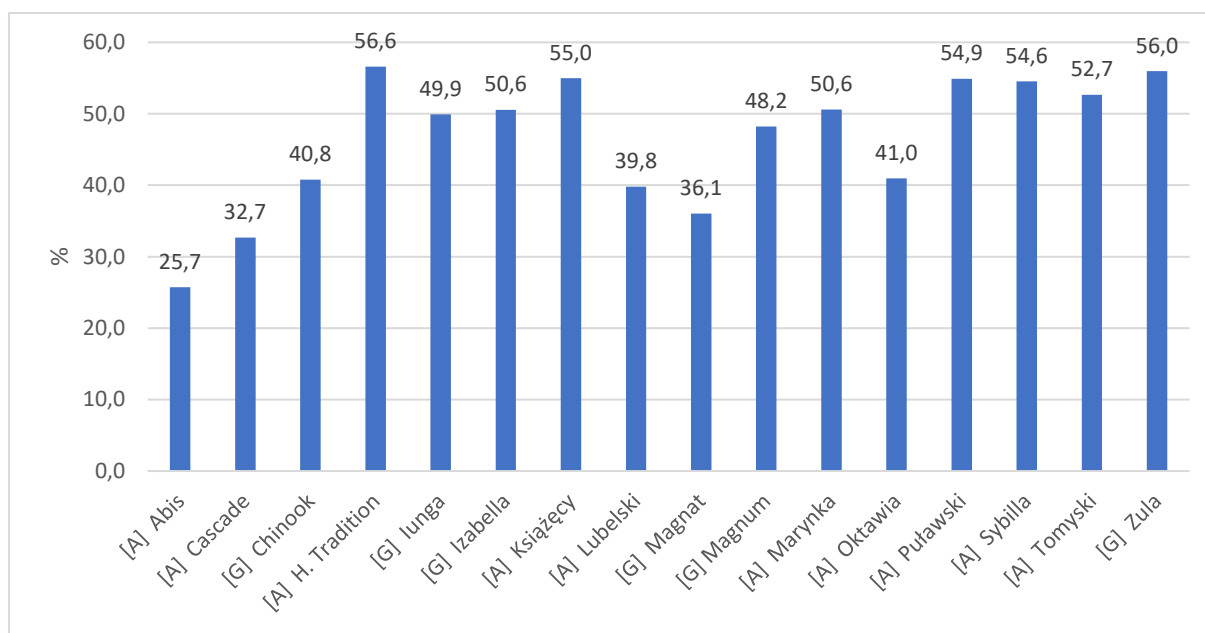
w odmianach Magnat (39,0 %) oraz Abis (38,7 %), natomiast najniższe w odmianach Sybilla (6,0 %), Chinook (8,2 %) oraz Hallertauer Tradition (9,5 %). Być może, na niski udział monoterpenów w olejku, który stwierdzono dla części próbek, miał wpływ czas przechowywania próbek pomiędzy zbiorem a analizą (myrcen jest nietrwałym związkiem).



Rys. 9 Średni udział monoterpenów w olejku chmielowym (%) (suma: myrcen, limonen, ocymen, heptan-3-on, pinen)

Seskwiterpeny

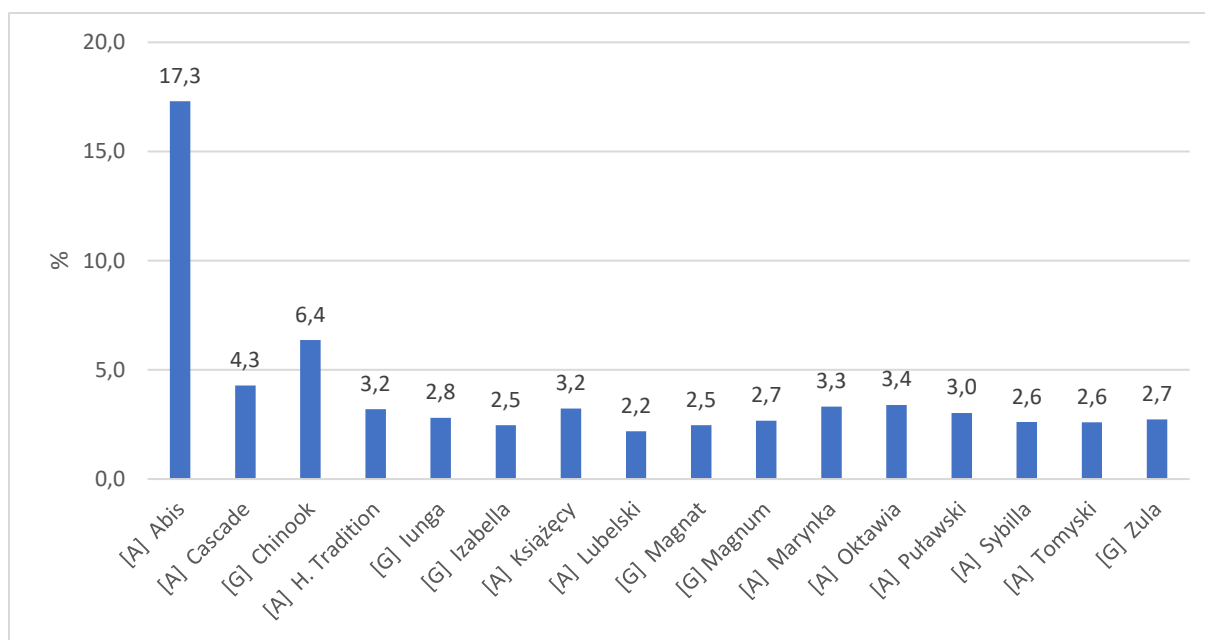
Grupa seskwiterpenów obejmuje głównie: kariofilen, humulen, farnesen oraz selinen. Są to związki dominujące ilościowo w olejkach wielu odmian, zwłaszcza o charakterze klasycznym i goryczkowym. Seskwiterpeny są najczęściej kojarzone z zapachami ziemistymi, drzewnymi, korzennymi, balsamicznymi oraz żywicznymi. W profilu zapachowym odpowiadają za cięższe i bardziej trwałe nuty aromatyczne. Udział seskwiterpenów był najwyższy spośród wszystkich grup i wynosił od 25,7 % (Abis) do 56,6 % (Hallertauer Tradition). Wysokie udziały seskwiterpenów stwierdzono również w odmianach Zula (56,0 %), Puławski (54,9 %), Sybilla (54,6 %) oraz Książęcy (55,0 %).



Rys. 10 Średni udział seskwiterpenów w olejku chmielowym (%) (suma: kariofilenu, humulen, farnesen, selinen, alfa-kopaen)

Alkohole terpenowe

Do alkoholi terpenowych zaliczono przede wszystkim linalool, geraniol oraz alfa-terpineol. Grupa ta występowała w mniejszych ilościach niż monoterpeny i seskwiterpeny, jednak była obecna we wszystkich badanych odmianach. Alkohole terpenowe są powszechnie kojarzone z zapachami kwiatowymi, cytrusowo-kwiatowymi oraz delikatnie słodkimi. W ocenie zapachowej surowca odpowiadają za łagodniejsze, bardziej zaokrąglone nuty aromatyczne. Udział alkoholi terpenowych mieścił się w zakresie od 2,2 % (Lubelski) do 17,3 % (Abis). Wyraźnie wyższe wartości udziału tej grupy odnotowano dla odmian Abis (17,3 %) oraz Chinook (6,4 %), podczas gdy dla pozostałych odmian udziały alkoholi terpenowych były zbliżone i mieściły się głównie w przedziale 2,5–3,4 %.



Rys. 11 Średni udział alkoholi terpenowych w olejku chmielowym (%) (suma: linalool, geraniol, alfa-terpineol)

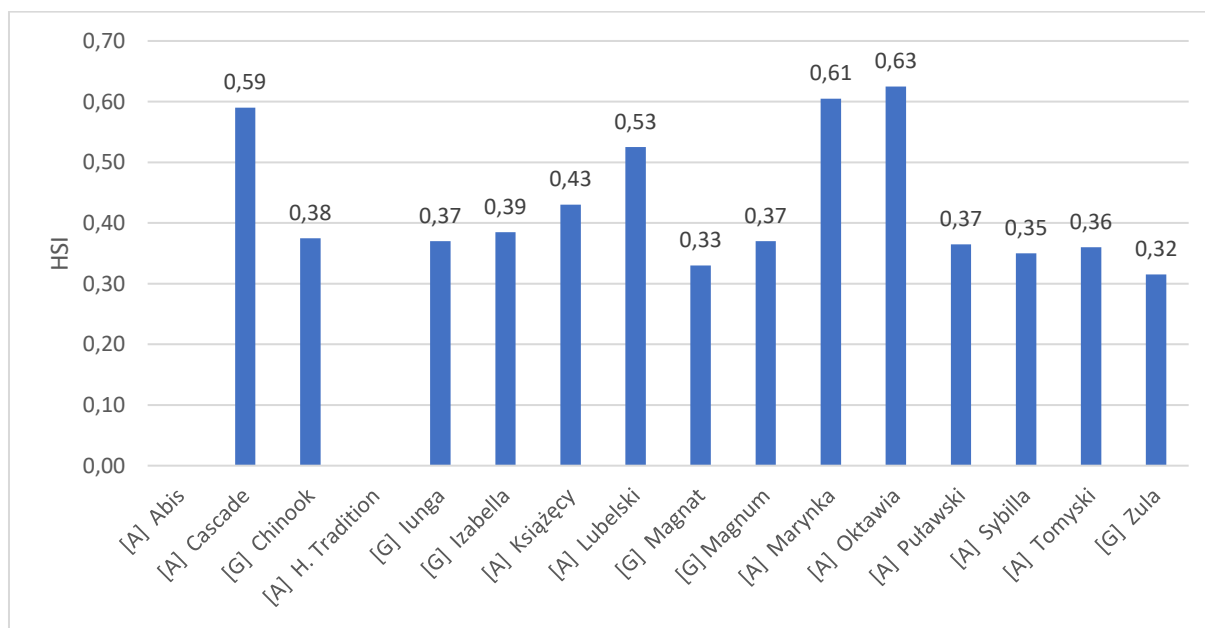
Tlenki i inne związki

Grupa tlenków obejmowała głównie tlenki humulenu oraz tlenek kariofilenu, powstające w wyniku utleniania seskwiterpenów. Udział tej frakcji w olejku chmielowym był wyraźnie zróżnicowany pomiędzy odmianami i mieścił się w zakresie od 0,9 % (Abis) do 8,0 % (Lubelski), przy podwyższonych wartościach stwierdzonych także dla odmian Tomyski (5,8 %), Marynka (5,0 %) oraz Hallertauer Tradition (6,5 %). Związki tej grupy są powszechnie kojarzone z zapachami ziołowymi, herbacianymi, suchymi oraz lekko drzewnymi i stanowią element bardziej stonowanego charakteru zapachowego olejku. Udział grupy „inne”, obejmującej pozostałe składniki niewchodzące w skład głównych frakcji terpenowych, był niski i względnie wyrównany pomiędzy odmianami, mieszcząc się w zakresie 0,6–1,5 %. Związki te nie dominują w profilu olejku i pełnią funkcję tła zapachowego o charakterze neutralnym lub trudnym do jednoznacznej klasyfikacji.

Stabilność oksydacyjna chmielu (HSI)

Wskaźnik HSI, będący miarą stopnia utlenienia i stabilności przechowalniczej chmielu, wykazywał zróżnicowanie pomiędzy badanymi

odmianami. Średnie wartości HSI dla większości próbek mieściły się w zakresie 0,32–0,43, co wskazuje na umiarkowany poziom utlenienia surowca. Najniższe średnie wartości HSI odnotowano dla odmian Zula (0,32) oraz Magnat (0,33), natomiast najwyższe dla odmian Oktawia (0,63), Marynka (0,61) oraz Cascade (0,59). Odmiany aromatyczne, w szczególności Oktawia, Marynka, Cascade oraz Lubelski (0,53), charakteryzowały się wyższymi wartościami wskaźnika HSI. Odmiany goryczkowe, takie jak Magnat, Magnum, Iunga, Chinook oraz Zula, wykazywały niższe i bardziej wyrównane wartości HSI, mieszczące się najczęściej w przedziale 0,32–0,38. Dla odmian Abis oraz Hallertauer Tradition oznaczenia wskaźnika HSI nie zostały wykonane z uwagi na niewystarczającą ilość materiału badawczego.



Rys. 12 Porównanie wartości wskaźnika HSI (Hop Storage Index) dla odmian chmielu ze zbioru 2024

Być może, na podwyższone wartości wskaźnika HSI dla niektórych próbek miał wpływ kilkumiesięczny czas przechowywania próbek pomiędzy zbiorem a analizą (choć w zalecanej niskiej temperaturze, to jednak nie w warunkach próżniowych).

WYNIKI BADAŃ PROBEK ZE ZBIORÓW 2025 ROKU

Material badawczy

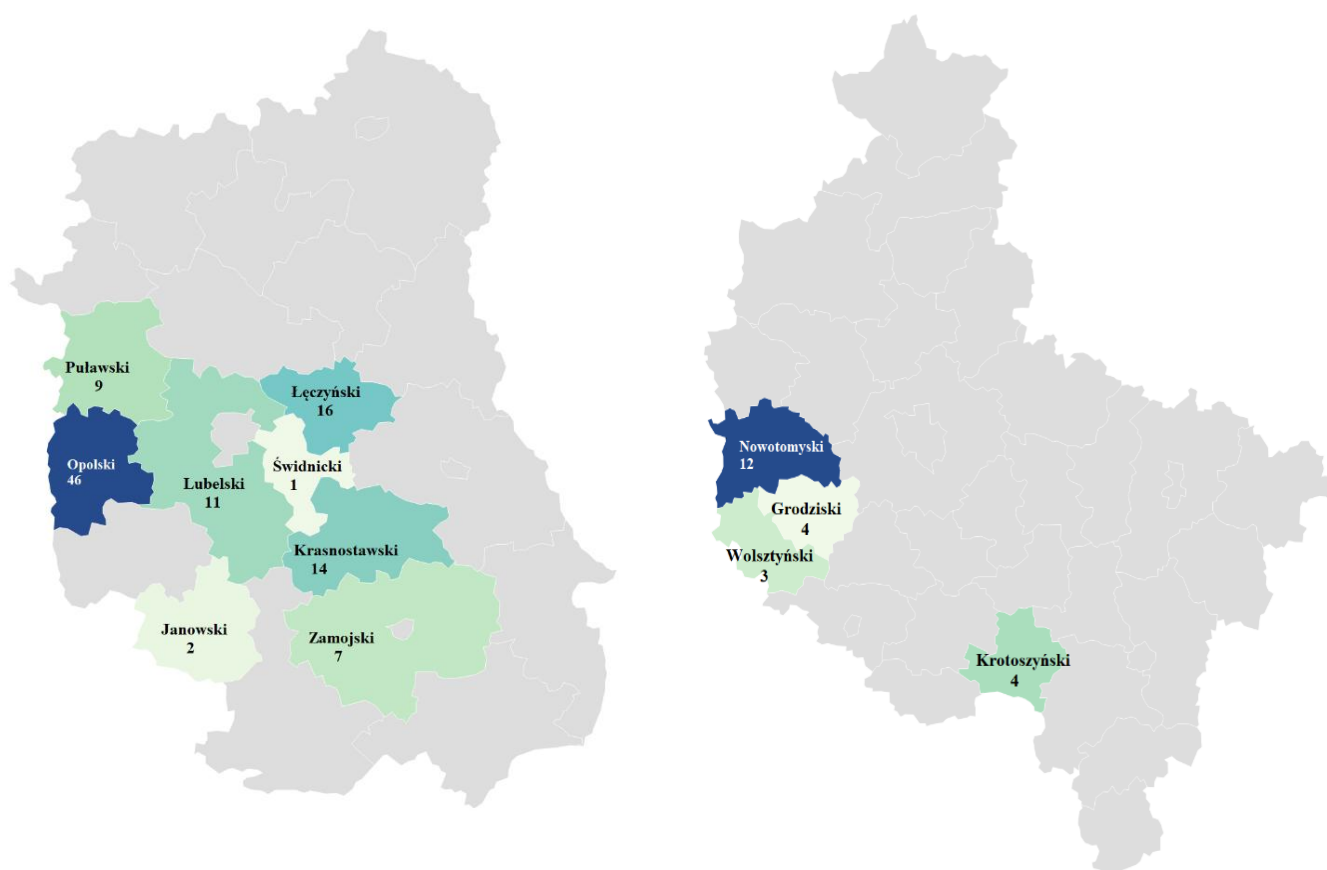
Material badawczy stanowiły szyszki chmielu zwyczajnego (*Humulus lupulus* L.) pochodzące ze zbiorów 2025 roku, z czterech województw: lubelskiego, wielkopolskiego, dolnośląskiego oraz pomorskiego, dostarczone do IBPRS-PIB przez plantatorów/przetwórców. Zbiory chmielu przeprowadzono w okresie sierpień–wrzesień 2025 roku.



Rys. 13 Liczba badanych próbek ze zbiorów 2025 roku wg województw

Przedmiotem badań było 131 próbek szyszek chmielowych. Najwięcej pochodziło z województwa lubelskiego (106 próbek), gdzie zlokalizowane jest ponad 80% polskiej produkcji chmielu, ale także z wielkopolskiego (21 próbek), dolnośląskiego (2 próbki pochodzące ze zbiorów w powiecie kłodzkim) i pomorskiego (2 próbki zebrane w powiecie gdańskim). W podziale powiatowym największą liczbę próbek zgromadzono z powiatów: opolskiego (46), łęczyńskiego (16), krasnostawskiego (14), nowotomyskiego (12) oraz

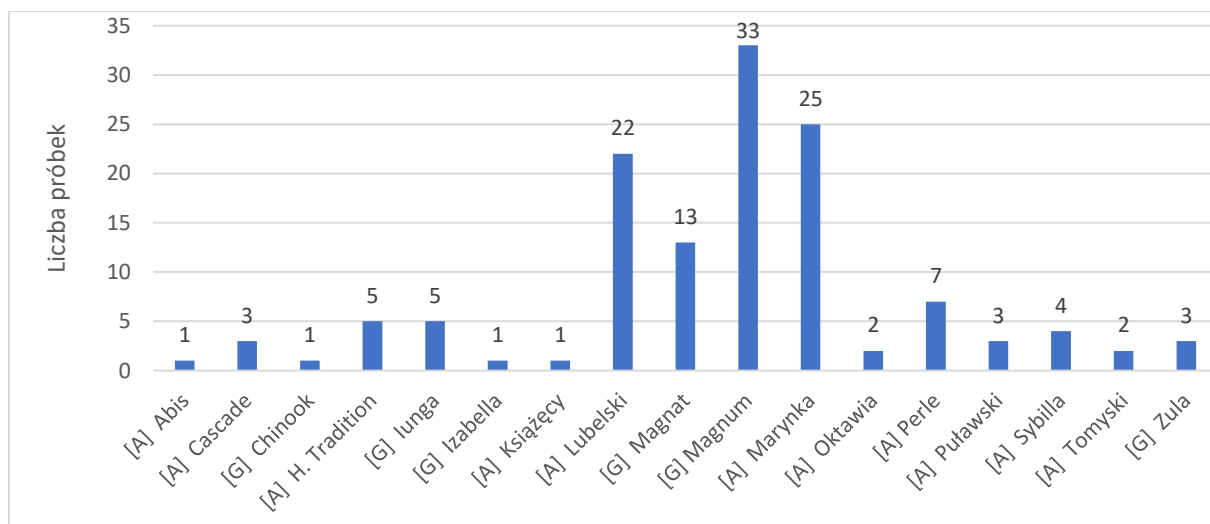
lubelskiego (11), co odzwierciedla główne regiony uprawy chmielu w Polsce. Wśród analizowanych próbek było 7 pochodzących z upraw ekologicznych. Próbki dostarczono do badań w postaci szyszek suszonych (oprócz 2 próbek z województwa pomorskiego, które dosuszono w IBPRS-PIB). Część materiału badawczego była zapakowana w worki próżniowe, natomiast pozostałe próbki dostarczono w woreczkach foliowych, bez usunięcia powietrza. Do momentu wykonania analiz próbki przechowywano w warunkach chłodniczych, w temperaturze 4–6°C, z ograniczonym dostępem światła. Analizy laboratoryjne wykonywano sukcesywnie od października do grudnia 2025 roku.



Rys. 14 Liczba badanych próbek w województwie lubelskim i wielkopolskim

W badanym materiale reprezentowanych było 17 odmian chmielu. Najliczniej występujące odmiany to: Magnum, Marynka, Lubelski oraz Magnat.

Odmiany: Perle, Hallertauer Tradition, Iunga, Sybilla, Puławski, Zula oraz Cascade reprezentowane były w ilości po kilka próbek. Najrzadziej występujące odmiany: Oktawia, Tomyski, Chinook, Książęcy, Abis, Izabella były reprezentowane przez 1–2 próbki każda.



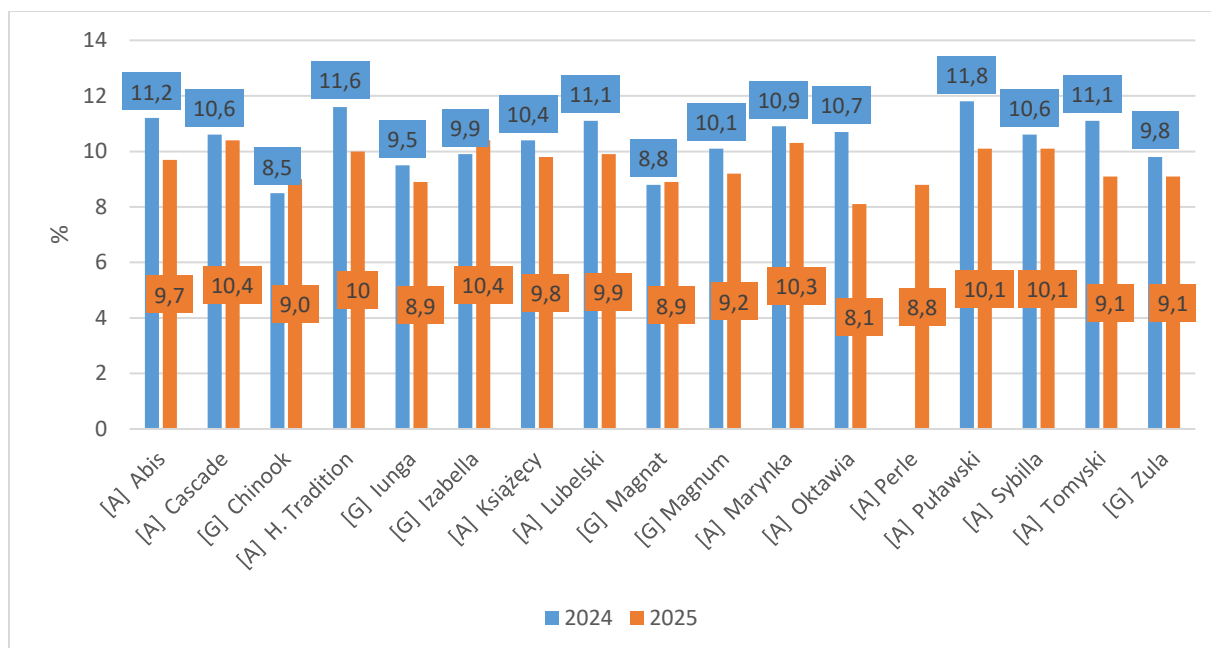
Rys. 15 Liczba badanych próbek chmielu z poszczególnych odmian.

Tak zdefiniowany materiał badawczy stanowi reprezentatywną próbę krajowej produkcji chmielu ze zbiorów 2025 roku i obejmuje zarówno odmiany dominujące w strukturze upraw, jak i odmiany uprawiane w mniejszej skali.

Wilgotność szyszek chmielowych

Według Polskiej Normy PN-R-50255 Chmiel piwowski, wilgotność chmielu nieprzetworzonego powinna mieścić się w przedziale 10-13%. Wymagania odnośnie wilgotności chmielu określa także (stosowane w procesie certyfikacji chmielu) Rozporządzenie Delegowane Komisji (UE) 2024/602 z dnia 14 grudnia 2023 r. uzupełniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1308/2013 w odniesieniu do norm handlowych w sektorze chmielu oraz uchylające rozporządzenie Komisji (WE) nr 1850/2006. Zgodnie z nim wilgotność chmielu nieprzygotowanego, czyli poddanego jedynie wstępnemu suszeniu i pakowaniu nie powinna wynosić więcej niż 14,0 %.

Wszystkie przebadane próbki chmielu spełniały ww. wymaganie odnośnie zawartości wilgoci. Dla wszystkich próbek mieściła się ona w zakresie od 4,9 % do 13,0 %, przy czym większość odmian osiągała średnią wilgotność w przedziale 8,5–10,5 %, typowym dla prawidłowo wysuszonego chmielu.



Rys. 16 Średnia wilgotność szyszek chmielu dla analizowanych odmian (%)
[A] – chmiel aromatyczny; [G] – chmiel gorzki

Tab. 4 Zakres wilgotności dla poszczególnych odmian.

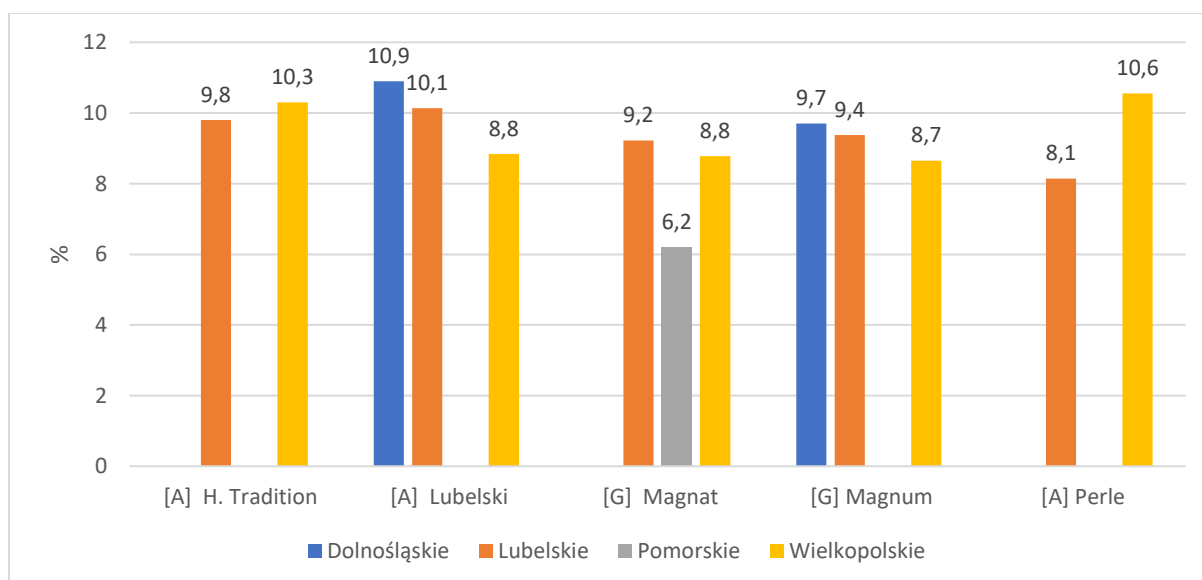
Odmiana	Liczba próbek	Wilgotność %	
		min	max
[A] Abis	1	9,7	9,7
[A] Cascade	3	10,3	10,6
[G] Chinook	1	9,0	9,0
[A] H. Tradition	5	9,0	10,8
[G] Iunga	5	7,2	9,9
[G] Izabella	1	10,4	10,4
[A] Książęcy	1	9,8	9,8
[A] Lubelski	22	7,1	13,0
[G] Magnat	13	6,2	10,9
[G] Magnum	33	4,9	11,9
[A] Marynka	25	7,1	12,1
[A] Oktawia	2	8,1	8,1
[A] Perle	7	7,0	12,6
[A] Puławski	3	9,4	11,0
[A] Sybilla	4	7,1	12,4
[A] Tomyski	2	5,9	12,3
[G] Zula	3	8,8	9,4

Wilgotność badanych próbek szyszek chmielowych wykazywała istotne zróżnicowanie zarówno pomiędzy jak i w obrębie tej samej odmiany. Najwyższe średnie wilgotności stwierdzono dla odmian Cascade i Izabella (10,4 %), a także Marynka, Puławski, Sybilla i Hallertauer Tradition, natomiast najniższe — w odmianach Oktawia (8,1 %), Perle (8,8 %) oraz Iunga i Magnat (8,9 %).

Analiza średniej wilgotności próbek chmielu wykazała różnice pomiędzy latami zbioru 2024 i 2025, przy czym dla większości odmian niższe wartości wilgotności odnotowano w roku 2025. W przypadku odmian aromatycznych (z grupy A), takich jak Abis, Hallertauer Tradition, Lubelski, Oktawia, Puławski oraz Tomyski, średnia wilgotność w 2025 roku była o 1,2–2,6 % niższa niż w roku 2024. Największy spadek zaobserwowano dla odmiany Oktawia (10,7 % → 8,1 %) oraz Tomyski (11,1 % → 9,1 %), co może wskazywać na lepsze dosuszenie surowca lub korzystniejsze warunki pogodowe w okresie zbioru i suszenia w 2025 roku. Odmiany gorzkie (z grupy G) charakteryzowały się bardziej stabilnym poziomem wilgotności pomiędzy latami. Dla odmian Magnat oraz Chinook różnice pomiędzy latami były niewielkie ($\leq 0,5$ %), natomiast Magnum i Zula wykazały umiarkowany spadek wilgotności w 2025 roku (odpowiednio o 0,9 i 0,7 %). W kilku przypadkach zanotowano porównywalne wartości wilgotności w obu latach, m.in. dla odmian Cascade (10,6 % → 10,4 %) oraz Sybilla (10,6 % → 10,1 %). Warto również zaznaczyć, że dla odmiany Perle brak danych z 2024 roku uniemożliwia bezpośrednie porównanie między latami, jednak średnia wilgotność w 2025 roku (8,8 %) mieści się w zakresie typowym dla prawidłowo dosuszonego chmielu.

Porównanie wartości wilgotności chmielu w zależności od regionu zbioru uwidocznilo różnice wynikające także z lokalnych praktyk suszenia i magazynowania surowca. Dla odmian występujących w więcej niż jednym województwie zaobserwowano wyraźne odchylenia międzyregionalne. Przykładowo, odmiana Lubelski charakteryzowała się najwyższą wilgotnością

w województwie dolnośląskim (10,9 %) i lubelskim (10,1 %), natomiast wyraźnie niższą w województwie wielkopolskim (8,6 %). Podobną tendencję zaobserwowano dla odmiany Magnum, dla której próbki z województwa wielkopolskiego były najsuchsze (8,3 %), zaś te z Dolnego Śląska najbardziej wilgotne (9,7 %). W przypadku odmiany Magnat próbki z regionów lubelskiego i wielkopolskiego osiągały wartości około 9 % natomiast surowiec pochodzący z województwa pomorskiego (dosuszony w IBPRS-PIB) wyróżniał się zdecydowanie niższą wilgotnością (6,2 %). Różnice odnotowano w odmianie Perle, gdzie surowiec z województwa wielkopolskiego osiągnął wyraźnie wyższą wilgotność (12,6 %) niż próbki z lubelskiego (8,1 %), co wskazuje na rozbieżności technologiczne podczas dosuszania.



Rys. 17 Zróżnicowanie wilgotności odmian chmielu pomiędzy województwami (%)

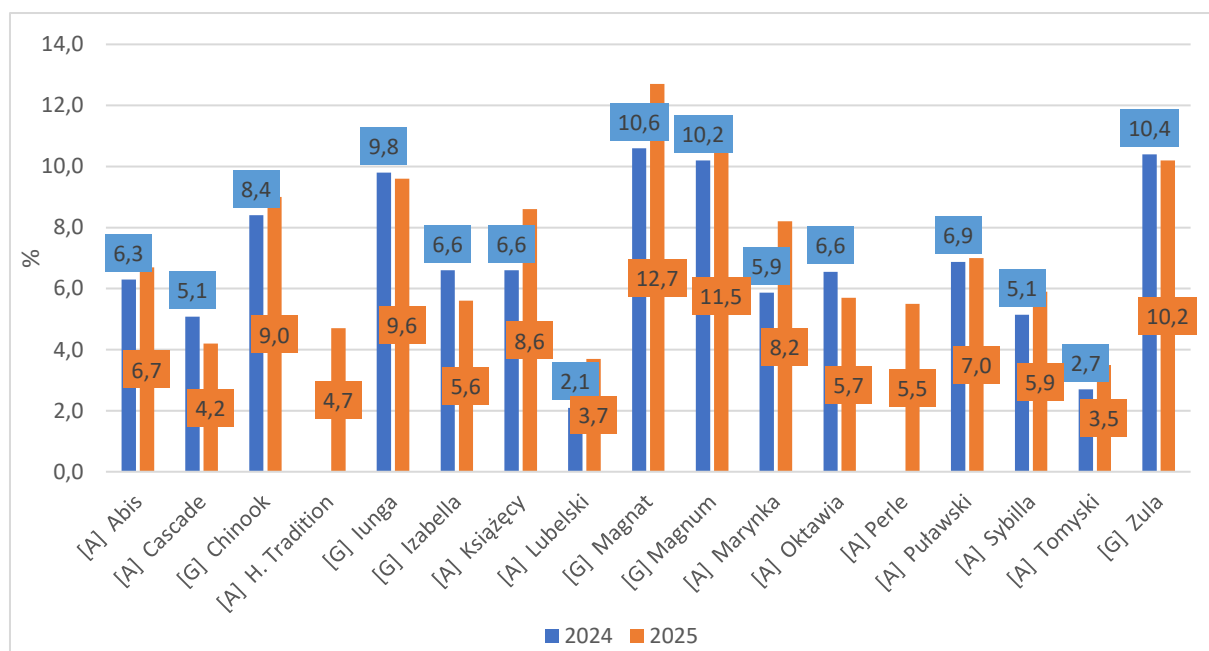
W konsekwencji ta sama odmiana może prezentować odmienne wartości wilgotności w zależności od regionu, co podkreśla znaczenie standaryzacji warunków suszenia oraz kontroli parametrów przechowywania na etapie przygotowania chmielu do dalszego przerobu. Ma to też znaczenie w kontekście zawartości alfa-kwasów, gdyż standardem jest podawanie jej w % m/m, bez przeliczania na suchą masę próbki chmielu. W konsekwencji, próbki o tej samej wyjściowej zawartości związków goryczkowych, czyli alfa-kwasów, ale

podsuszone mniej lub bardziej (do różnej wilgotności), będą miały różną zawartość alfa-kwasów wyrażoną jako % (m/m).

Zawartość alfa-kwasów

Analiza zawartości alfa-kwasów w badanych próbkach chmielu ze zbiorów 2025 roku wykazywała bardzo duże zróżnicowanie pomiędzy odmianami, co jest zgodne z ich charakterem użytkowym (odmiany aromatyczne vs. gorzkie). Średnie wartości alfa-kwasów wahały się od 3,5 % (Tomyski) do 12,7 % (Magnat). Najwyższą zawartością alfa-kwasów charakteryzowały się odmiany gorzkie, w szczególności Magnat (średnio 12,7 %), Magnum (średnio 11,5 %) oraz Zula (średnio 10,2 %). Wysokie wartości odnotowano również dla odmian Iunga (średnio 9,6 %) oraz Chinook (średnio 9,0 %), które łączą cechy aromatyczne i gorzkie. Zmienność zawartości alfa-kwasów w obrębie tych odmian była umiarkowana do wysokiej, co potwierdzają wartości odchylenia standardowego, szczególnie dla odmian Iunga (odchylenie standardowe 3,0 %) oraz Magnat (odchylenie standardowe 1,7 %). Odmiany aromatyczne charakteryzowały się niższą średnią zawartością alfa-kwasów, typową dla tej grupy.

Do odmian o najniższych średnich zawartościach alfa-kwasów należały Tomyski (3,5 %), Lubelski (3,7 %), Hallertauer Tradition (4,7 %), Cascade (4,2 %) oraz Perle (5,5 %). Należy jednak pamiętać, że w przypadku tych odmian alfa-kwasy pełnią rolę drugorzędą, a potencjał technologiczny odmian związany jest przede wszystkim z profilem aromatycznym olejku chmielowego. Zmienność zawartości alfa-kwasów była wyraźna w odmianach reprezentowanych przez większą liczbą próbek, takich jak Marynka (odchylenie standardowe = 1,5 %), Sybilla (odchylenie standardowe = 1,4 %) oraz Perle (odchylenie standardowe = 1,6 %), co wskazuje na wpływ czynników środowiskowych oraz warunków uprawy i zbioru na akumulację tych związków.



Rys. 18 Średnia zawartość alfa-kwasów w zależności od odmiany (%)
[A] – chmiel aromatyczny; [G] – chmiel goryczkowy

Tab. 5 Zakres zawartości alfa-kwasów dla poszczególnych odmian.

Odmiana	Liczba próbek	Alfa-kwasy %	
		min	max
[A] Abis	1	6,7	6,7
[A] Cascade	3	4,1	4,2
[G] Chinook	1	9,0	9,0
[A] H. Tradition	5	3,4	7,3
[G] Iunga	5	4,1	12,4
[G] Izabella	1	5,6	5,6
[A] Książęcy	1	8,6	8,6
[A] Lubelski	22	2,3	6,7
[G] Magnat	13	9,5	15,6
[G] Magnum	33	7,8	14,2
[A] Marynka	25	5,5	13,1
[A] Oktawia	2	5,7	5,7
[A] Perle	7	2,6	7,7
[A] Puławski	3	7	7,1
[A] Sybilla	4	3,5	7,1
[A] Tomyski	2	3,4	3,5
[G] Zula	3	8,3	11,8

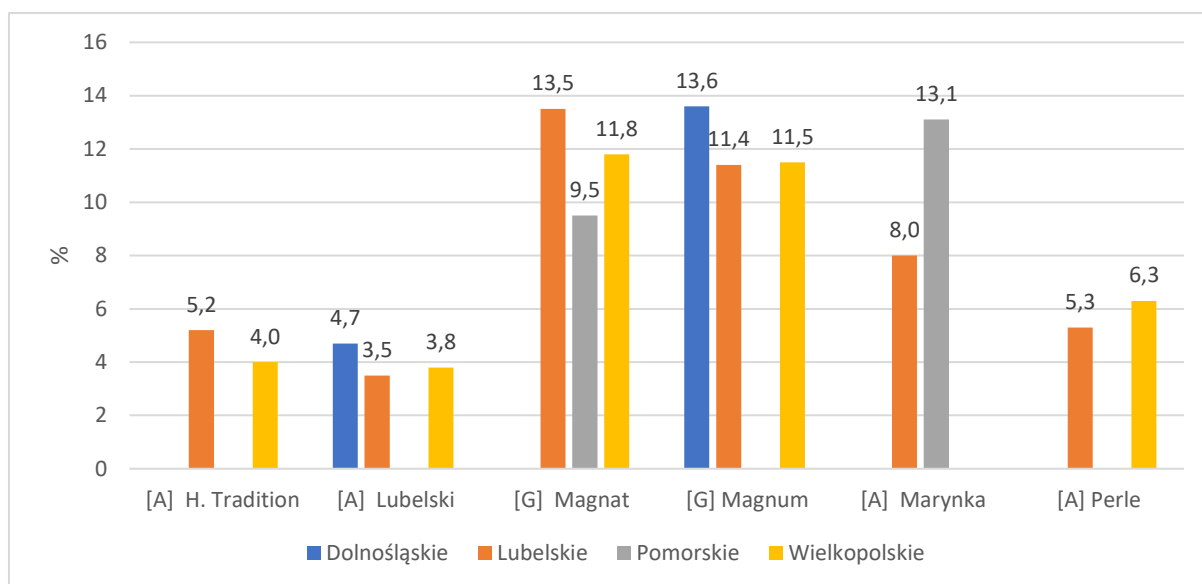
Porównując uzyskane średnie zawartości alfa-kwasów dla poszczególnych odmian ze zbiorów w Polsce w 2025 roku z prognozowanymi (prognoza zawarta w: International Hop Growers Convention; IHGG - Economic Commission -Summary Reports; May 2025, Freising, Germany)

należy stwierdzić, że dla większości odmian, które zostały ujęte w ww. raporcie, prognozy okazały się trafne. Różnice między prognozowaną a oznaczoną w IBPRS-PIB średnią zawartością alfa-kwasów wyniosły:

- -1,0 % dla odmiany Perle (prognoza była wyższa),
- -0,1 % dla odmian: Sybilla i H. Magnum (prognoza była minimalnie wyższa),
- 0,2 % dla odmiany Lubelski (prognoza była minimalnie niższa),
- 0,3 % dla odmiany Magnat (prognoza była niższa)
- +1,2 % dla odmiany Marynka (prognoza była wyraźnie niższa)
- Dla odmiany H. Tradition prognoza pokryła się z rzeczywistą zawartością alfa-kwasów.

Pozostałe odmiany chmielu uprawiane w Polsce nie zostały ujęte w omawianym raporcie.

Porównanie zawartości alfa-kwasów w próbkach chmielu ze zbiorów 2024 i 2025 (rys. 18) wskazuje na umiarkowane, lecz wyraźne różnice. Dla większości odmian wyższe zawartości alfa-kwasów odnotowano w 2025 roku. Wśród odmian gorzczkowych wzrost zawartości alfa-kwasów w 2025 roku zaobserwowano dla Magnat (12,7 % vs 11,8 %) oraz Magnum (11,5 % vs 10,2 %), natomiast odmiany Iunga i Zula wykazały porównywalne wartości w obu latach, co świadczy o ich względnej stabilności chemicznej. Odmiana Chinook również charakteryzowała się nieznacznym wzrostem zawartości alfa-kwasów w 2025 roku. W przypadku odmian aromatycznych różnice pomiędzy latami były bardziej zróżnicowane. Wyraźny wzrost zawartości alfa-kwasów w 2025 roku odnotowano dla odmian Marynka (8,2 % vs 5,8 %), Lubelski (3,7 % vs 2,1 %) oraz Tomyski (3,5 % vs 2,7 %). Z kolei odmiany Cascade, Hallertauer Tradition, Izabella oraz Oktawia charakteryzowały się nieco niższymi zawartościami alfa-kwasów w 2025 roku, w porównaniu do roku poprzedniego.



Rys. 19 Zróżnicowanie zawartości alfa-kwasów w odmianach chmielu pomiędzy województwami (%)

Wykres przedstawiający średnią zawartość alfa-kwasów w badanych odmianach chmielu w podziale na województwa (rys. 19) wskazuje na wyraźne zróżnicowanie zarówno odmianowe, jak i regionalne. Świadczy to o tym, że potencjał alfa-kwasowy zależy od warunków środowiskowych i rejonu uprawy. Różnice te są szczególnie widoczne w przypadku odmian goryczkowych, o wyższej zawartości alfa-kwasów. Najwyższe zawartości alfa-kwasów we wszystkich lokalizacjach odnotowano dla odmian Magnat oraz Magnum. W województwie lubelskim odmiana Magnat osiągnęła średnio zawartość 13,5 % alfa-kwasów, podczas gdy w pomorskim wartość ta była istotnie niższa (9,5 %), zaś w wielkopolskim pośrednia (11,8 %). Podobny trend zaobserwowano dla odmiany Magnum, dla której najwyższą zawartość alfa-kwasów stwierdzono w dolnośląskim (13,6 %), natomiast niższe, lecz porównywalne wartości wystąpiły w lubelskim (11,4 %) i wielkopolskim (11,5 %).

Odmiany aromatyczne charakteryzowały się znacznie niższą i bardziej stabilną zawartością alfa-kwasów, czyli mniejszym ich zróżnicowaniem pomiędzy regionami. Przykładem jest odmiana Lubelski, dla której średnie wartości alfa-kwasów były niskie we wszystkich województwach i mieściły się

w zakresie od 3,5 % (Lubelskie) do 4,7 % (Dolnośląskie). Również odmiany takie jak Hallertauer Tradition, Perle, Sybilla oraz Oktawia wykazywały umiarkowane wartości alfa-kwasów, z niewielkimi różnicami regionalnymi. Interesującym przypadkiem jest odmiana Marynka, która w województwie pomorskim (1 próbka) osiągnęła bardzo wysoką zawartość alfa-kwasów (13,1 %), wyraźnie przewyższając średnią wartość uzyskaną w województwie lubelskim (8,0 %). Może to wskazywać na istotny wpływ lokalnych warunków klimatycznych i glebowych na akumulację alfa-kwasów w tej odmianie. Trudno jednak wyrokować na podstawie wyników 1 próbki.

Wyniki te potwierdzają, że choć predyspozycje genetyczne odmiany są głównym czynnikiem różnicującym zawartość alfa-kwasów, wpływ regionu uprawy również wydaje się istotny. Największą stabilnością regionalną wykazywały się odmiany: Chinook, Izabella, Sybilla, natomiast największą zmiennością w obrębie poszczególnych województw cechowały się Marynka, Perle, Iunga, Magnat oraz Magnum.

W numerze VI czasopisma *Brauvelt International* (2025/VI, str. 341), który ukazał się w grudniu, zostały opublikowane syntetyczne informacje dotyczące średnie zawartości alfa-kwasów w próbkach chmielu ze zbiorów 2025 roku. Raport autorstwa AHA (Hop Analysis Working Group) dotyczy głównie próbek ze zbiorów w Niemczech (22 odmiany). Wynika z niego, że średnia zawartość alfa-kwasów w próbkach z tegorocznych zbiorów jest wyższa (dla 15 odmian) lub na podobnym poziomie co w roku ubiegłym (dla 6 odmian). Tylko dla odmiany Taurus z regionu Hallertau odnotowano wyraźny spadek zawartości alfa-kwasów w stosunku do zeszłego roku - o 1,8 %. Podobne wyniki uzyskano dla 3 odmian ze zbiorów w Czechach oraz 4 odmian uprawianych w Słowenii – średnia zawartość alfa-kwasów dla tych wszystkich odmian była wyższa lub na tym samym poziomie co w ubiegłym roku. W opracowaniu ujęto też 3 odmiany z Polski: Lubelski, Marynkę i Sybillę. Według autorów Lubelski i Marynka z tegorocznych polskich zbiorów

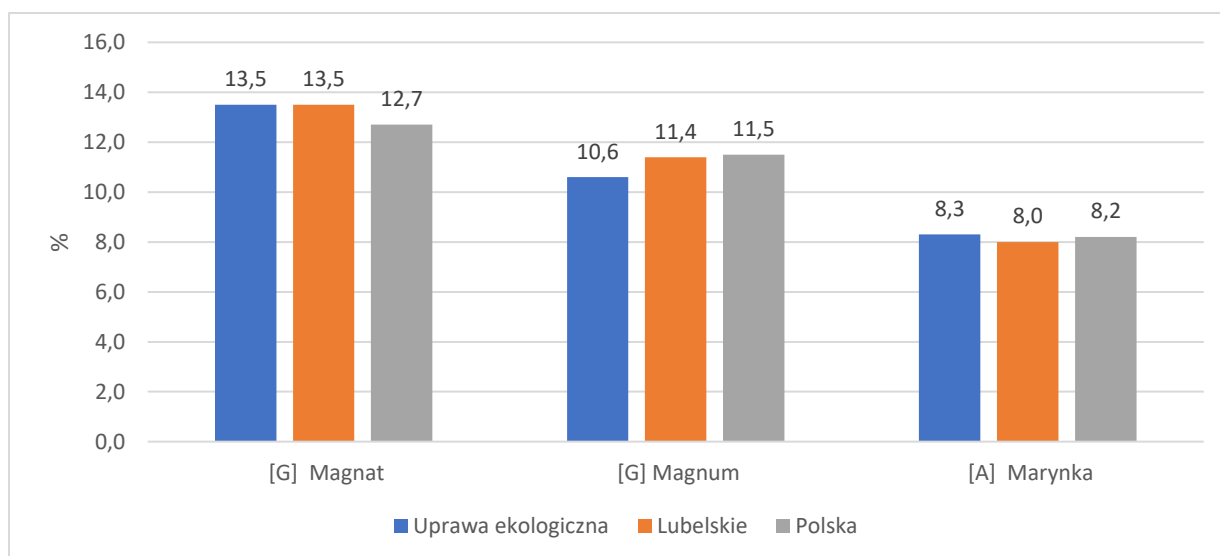
charakteryzują się wyższą zawartością alfa-kwasów niż w roku poprzednim (i wyższą niż wynoszą średnie wieloletnie za ostatnie 5 i 10 lat). Natomiast zawartość alfa-kwasów dla odmiany Sybilla jest na tym samym poziomie co w roku ubiegłym (i jest to mniej niż średnie dla tej odmiany za ostatnie 5 i 10 lat).

Średnie zawartości alfa-kwasów dla próbek chmielu z polskich zbiorów 2025 roku podane w Raporcie AHA i wyniki dla, samych odmian uzyskane w IBPRS-PIB wyglądały następująco:

- Lubelski: 3,7 % wg obydwu raportów,
- Sybilla: 5,6 % wg raportu AHA i 5,9 % wg badań IBPRS-PIB
- Marynka: 8,9 % wg raportu AHA i 8,2 % wg badań IBPRS-PIB.

Raport zagraniczny nie uwzględnia innych odmian uprawianych w naszym kraju. Nie podano informacji, z której części Polski pochodziły próbki chmielu uwzględnione w opracowaniu i jaka była ich liczba. Należy też pamiętać, że na prezentowane wyniki zawartości alfa-kwasów ma wpływ wilgotność (czyli stopień dosuszenia szyszek chmielowych), gdyż wyników nie przelicza się na suchą masę próbki.

Na rys. 20 przedstawiono średnią zawartość alfa-kwasów w trzech wybranych odmianach chmielu: dwóch odmianach gorzkwych (Magnet, Magnum) oraz jednej odmianie aromatycznej (Marynka), pochodzących z upraw ekologicznych (województwo lubelskie), w odniesieniu do średnich wartości uzyskanych dla tych odmian w województwie lubelskim oraz w skali kraju, bez względu na system uprawy.



Rys. 20 Średnia zawartość alfa-kwasów w wybranych odmianach chmielu z upraw ekologicznych na tle średniej krajowej oraz średniej z województwa lubelskiego (%)

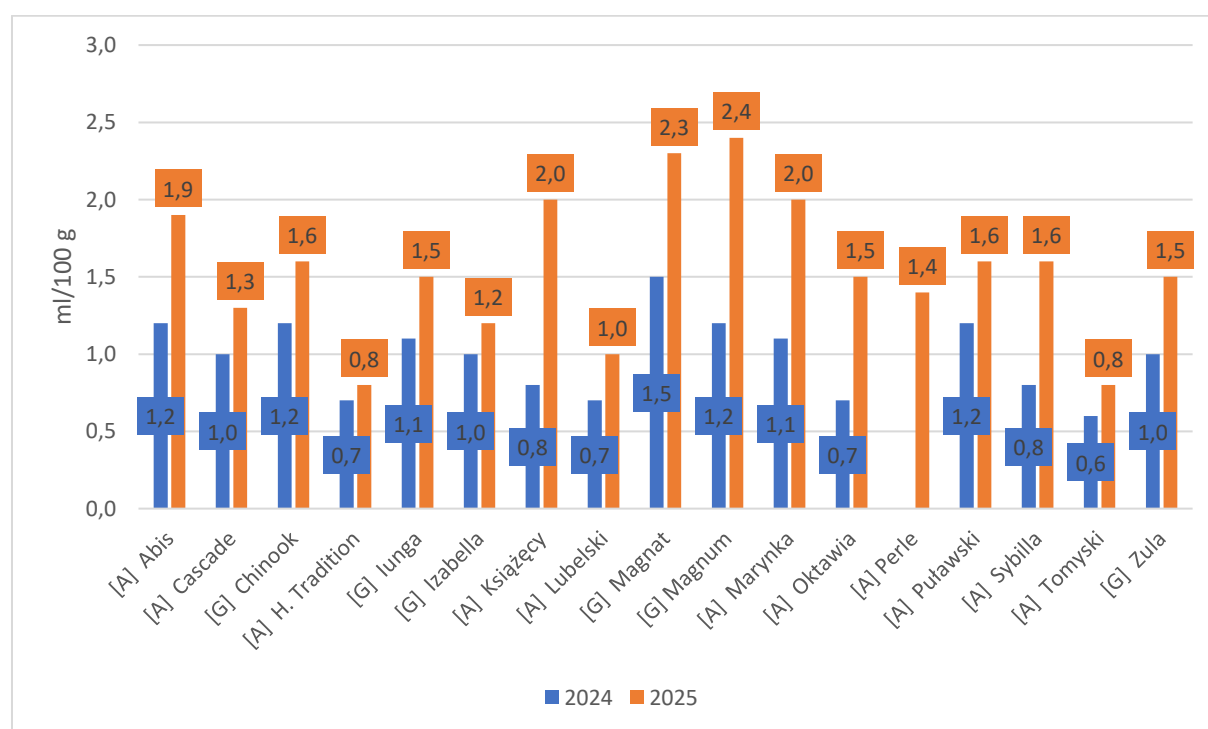
W przypadku odmiany Magnat zawartość alfa-kwasów w próbkach z upraw ekologicznych była zbliżona do średniej krajowej i wynosiła odpowiednio 13,5 % zarówno w województwie lubelskim, jak i w uprawie ekologicznej, przy nieco niższej wartości średniej ogólnopolskiej (12,7 %). Wskazuje to na stabilny potencjał alfa-kwasowy tej odmiany, niezależnie od systemu uprawy. Dla odmiany Magnum zaobserwowano umiarkowane zróżnicowanie wartości alfa-kwasów pomiędzy próbkami ekologicznymi a średnią krajową. Próbkę z województwa lubelskiego oraz średnia dla Polski charakteryzowały się nieco wyższą zawartością alfa-kwasów (odpowiednio 11,4 % i 11,5 %) w porównaniu do próbek z upraw ekologicznych (10,6 %). W przypadku odmiany aromatycznej Marynka zawartość alfa-kwasów (niezależnie od systemu uprawy i jej lokalizacji) była wyraźnie niższa niż w odmianach gorzkwowych i mieściła się w wąskim zakresie 8,0–8,3 %. Wartości uzyskane dla upraw ekologicznych, średnia krajowa oraz średnia z województwa lubelskiego były zbliżone, co wskazuje na niewielki wpływ systemu uprawy na poziom alfa-kwasów w tej odmianie. Uzyskane wyniki potwierdzają, że w analizowanych przypadkach system uprawy ekologicznej nie spowodował istotnych odchyleń zawartości

alfa-kwasów w porównaniu do średnich wartości krajowych, a obserwowane różnice mieściły się w zakresie typowej zmienności odmianowej.

Zawartość olejku chmielowego w badanych próbkach szyszek

Zawartość olejku chmielowego ogółem w badanych próbkach szyszek chmielowych wykazywała wyraźne zróżnicowanie pomiędzy odmianami, a także pewną zmienność w obrębie regionów uprawy.

Średnie zawartości olejku mieściły się w zakresie od 0,8 ml/100 g (Hallertauer Tradition, Tomyski) do 2,4 ml/100 g (Magnum) (rys. 21), a maksymalne odnotowane stężenia sięgały nawet 3,7 ml/100 g (też Magnum). Rozpiętość w zawartości olejku odzwierciedla zarówno genetyczne cechy odmian chmielu, jak i warunki środowiskowe, agrotechniczne oraz stopień dojrzałości surowca w momencie zbioru.



Rys. 21 Średnia zawartość olejku chmielowego w odmianach (ml/100 g)

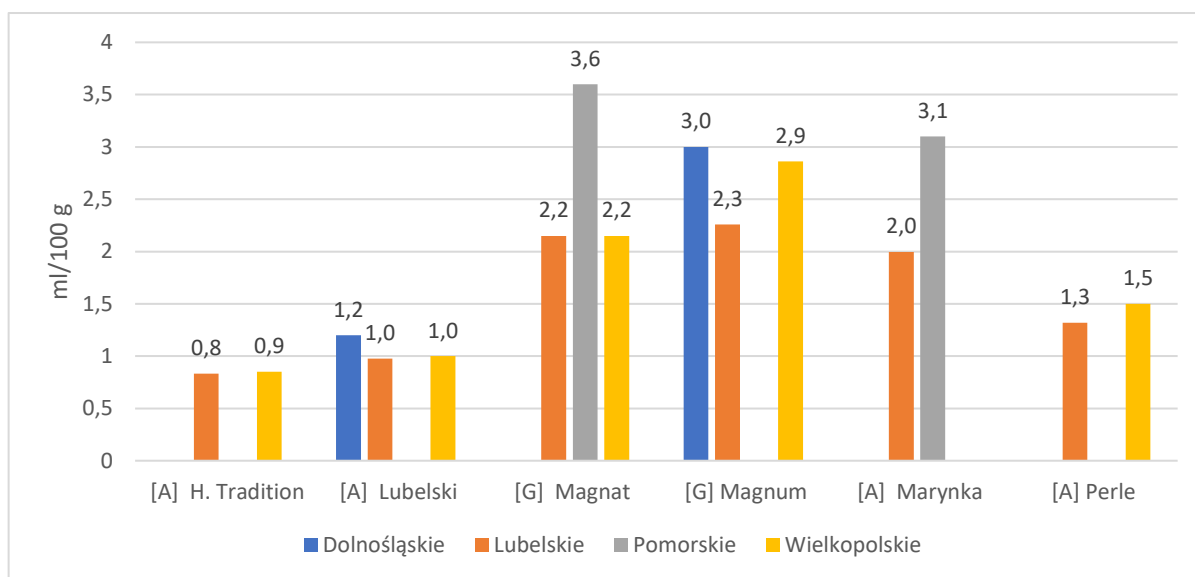
Tab. 6 Zakres zawartości olejku chmielowego dla poszczególnych odmian.

Odmiana	Liczba próbek	Olejek chmielowy [ml/100 g]	
		min	max
[A] Abis	1	1,9	1,9
[A] Cascade	3	1,2	1,4
[G] Chinook	1	1,6	1,6
[A] H. Tradition	5	0,7	1,0
[G] Iunga	5	1,2	2,0
[G] Izabella	1	1,2	1,2
[A] Książęcy	1	2,0	2,0
[A] Lubelski	22	0,6	1,2
[G] Magnat	13	1,4	3,6
[G] Magnum	33	0,8	3,7
[A] Marynka	25	0,5	3,2
[A] Oktawia	2	1,5	1,5
[A] Perle	7	1,0	1,8
[A] Puławski	3	1,4	1,8
[A] Sybilla	4	1,0	2,0
[A] Tomyski	2	0,6	1,0
[G] Zula	3	0,8	2,2

Najniższą zawartość olejku wykazały odmiany Hallertauer Tradition (0,8 ml/100 g) oraz Tomyski (0,8 ml/100 g), co jest zgodne z ich charakterystyką jako odmian o umiarkowanym lub niskim potencjale aromatycznym. Stosunkowo niskie wartości odnotowano również dla odmian aromatycznych: Oktawia (1,5 ml/100 g), Perle (1,4 ml/100 g), Izabella (1,2 ml/100 g) oraz Cascade (1,3 ml/100 g). W odmianach tych zmienność wyników była umiarkowana, a wartości maksymalne nie przekraczały 1,8 ml/100 g, co wskazuje na stabilny profil aromatyczny surowca. W grupie odmian o średniej zawartości olejku znalazły się odmiany Marynka (2,0 ml/100 g), Sybilla (1,6 ml/100 g), Puławski (1,6 ml/100 g), Chinook (1,6 ml/100 g) oraz Zula (1,5 ml/100 g). W tych przypadkach obserwowano większe zróżnicowanie wewnątrzgrupowe, zwłaszcza w odmianie Marynka, gdzie wartości maksymalne osiągały 3,2 ml/100 g, co może świadczyć o istotnym wpływie pogody w okresie wegetacji oraz terminu zbioru. Najwyższą zawartość olejku chmielowego wykazały odmiany goryczkowe i dual-purpose. Odmiana Magnat osiągała średnio 2,3 ml/100 g, przy maksymalnych wartościach sięgających 3,6 ml/100 g,

natomiast odmiana Magnum wykazała najwyższy potencjał aromatyczny w obrębie badanych próbek - średnio 2,4 ml/100 g, a maksymalnie aż 3,7 ml/100 g. Również odmiana Książęcy, mimo że reprezentowana przez pojedynczą próbkę, odznaczała się wysoką zawartością olejku (2,0 ml/100 g). Dane te wskazują, że odmiany przeznaczone pierwotnie do nadawania goryczki mogą, w sprzyjających warunkach, generować również znacznie podwyższony poziom frakcji olejkowej, odpowiadającej za intensywny aromat.

Porównanie zawartości olejku chmielowego ogółem w badanych odmianach chmielu wykazało wyraźny wzrost jego ilości w próbkach ze zbiorów 2025 roku w stosunku do roku 2024. Tendencja ta była obserwowana zarówno wśród odmian aromatycznych, jak i goryczkowych, choć jej skala różniła się pomiędzy odmianami. W grupie odmian goryczkowych największy wzrost zawartości olejku odnotowano dla odmian Magnum (2,4 vs 1,2 ml/100 g) oraz Magnat (2,3 vs 1,5 ml/100 g). Również odmiany Chinook, Iunga, Izabella oraz Zula charakteryzowały się wyższą zawartością olejku w 2025 roku, co wskazuje na korzystniejsze warunki akumulacji i/lub mniejsze straty olejku w trakcie suszenia i przechowywania. W przypadku odmian aromatycznych wzrost zawartości olejku w 2025 roku był szczególnie wyraźny dla odmian Książęcy (2,0 vs 0,8 ml/100 g), Marynka (2,0 vs 1,1 ml/100 g), Oktawia (1,5 vs 0,7 ml/100 g) oraz Sybilla (1,6 vs 0,8 ml/100 g). Odmiany Abis, Cascade, Lubelski oraz Puławski również wykazywały umiarkowany wzrost zawartości olejku w porównaniu do roku poprzedniego. Odmiany o niższej zawartości olejku, takie jak Hallertauer Tradition oraz Tomyski, charakteryzowały się mniejszymi różnicami między latami, co może świadczyć o bardziej stabilnym profilu olejkowym niezależnie od sezonu zbioru. Dla odmiany Perle brak danych z 2024 roku uniemożliwia bezpośrednie porównanie, jednak wartość uzyskana w 2025 roku (1,4 ml/100 g) mieści się w typowym zakresie dla tej odmiany.



Rys. 22 Wpływ regionu uprawy na zawartość olejku chmielowego w badanych odmianach chmielu (ml/100 g)

Analiza wyników w odniesieniu do regionu uprawy potwierdziła wpływ lokalnych warunków środowiskowych na zawartość olejku w próbkach szyszek chmielowych.

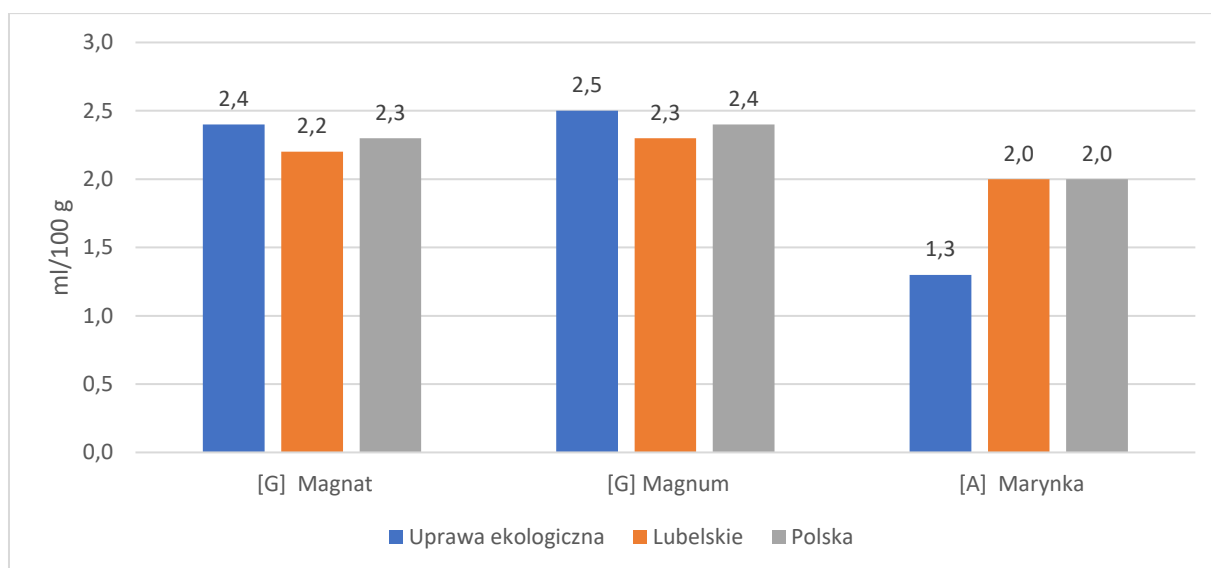
W województwie dolnośląskim wyróżniały się dwa przypadki: odmiana Magnum osiągnęła tam jeden z najwyższych poziomów olejku (3,0 ml/100 g), a odmiana Lubelski uzyskała wartość 1,2 ml/100 g — wyższą niż w regionie lubelskim. W województwie lubelskim, stanowiącym główny rejon produkcji chmielu w Polsce, zawartości olejku mieściły się zazwyczaj w zakresie 1,0–2,2 ml/100 g, przy czym najwyższe wartości uzyskano dla odmian Magnat (2,2 ml/100 g) oraz Marynka (2,0 ml/100 g).

W regionie pomorskim wyróżniały się odmiany Magnat (3,6 ml/100 g) oraz Marynka (3,1 ml/100 g), osiągając wartości znacznie powyżej średnich odmianowych.

Z kolei w Wielkopolsce najwyższą zawartość olejku stwierdzono dla odmian Magnat (2,2 ml/100 g), Magnum (2,9 ml/100 g) oraz Perle (1,5 ml/100 g), natomiast odmiana Lubelski utrzymywała się na poziomie 1,0 ml/100 g.

Na rys. 23 przedstawiono średnią zawartość olejku chmielowego ogółem w trzech wybranych odmianach chmielu: dwóch odmianach gorzkwych (Magnat, Magnum) oraz jednej odmianie aromatycznej (Marynka), pochodzących z upraw ekologicznych, w odniesieniu do średnich wartości uzyskanych dla tych odmian w województwie lubelskim oraz w skali kraju.

W przypadku odmiany Magnat średnia zawartość olejku chmielowego w próbkach z upraw ekologicznych była najwyższa i wynosiła 2,4 ml/100 g, przewyższając wartości uzyskane dla województwa lubelskiego (2,2 ml/100 g) oraz średnią krajową (2,3 ml/100 g).



Rys. 23 Średnia zawartość olejku chmielowego w wybranych odmianach chmielu z upraw ekologicznych na tle średniej krajowej oraz średniej z województwa lubelskiego (ml/100 g)

Wynik ten wskazuje na korzystny poziom akumulacji olejku chmielowego w tej odmianie w warunkach upraw ekologicznych. Dla odmiany Magnum zawartość olejku chmielowego była wysoka we wszystkich analizowanych wariantach i mieściła się w wąskim zakresie od 2,3 do 2,5 ml/100 g. Najwyższą wartość odnotowano w próbkach z upraw ekologicznych (2,5 ml/100 g), natomiast wartości dla województwa lubelskiego i średniej krajowej były nieznacznie niższe i porównywalne (odpowiednio 2,3 i 2,4 ml/100 g). W przypadku odmiany aromatycznej Marynka zaobserwowano wyraźnie niższą

zawartość olejku chmielowego w próbkach z upraw ekologicznych (1,3 ml/100 g) w porównaniu do średnich wartości uzyskanych dla województwa lubelskiego oraz w skali kraju (po 2,0 ml/100 g). Różnica ta wskazuje na obniżony poziom olejku chmielowego w tej odmianie w warunkach upraw ekologicznych w porównaniu do pozostałych analizowanych systemów uprawy. Uzyskane wyniki wskazują, że wpływ systemu uprawy na zawartość olejku chmielowego był zróżnicowany w zależności od odmiany. W przypadku odmian goryczkowych (Magnat, Magnum) uprawa ekologiczna sprzyjała utrzymaniu wysokiego poziomu olejku chmielowego, natomiast w odmianie aromatycznej Marynka odnotowano niższą zawartość olejku w porównaniu do średnich wartości regionalnych i krajowych.

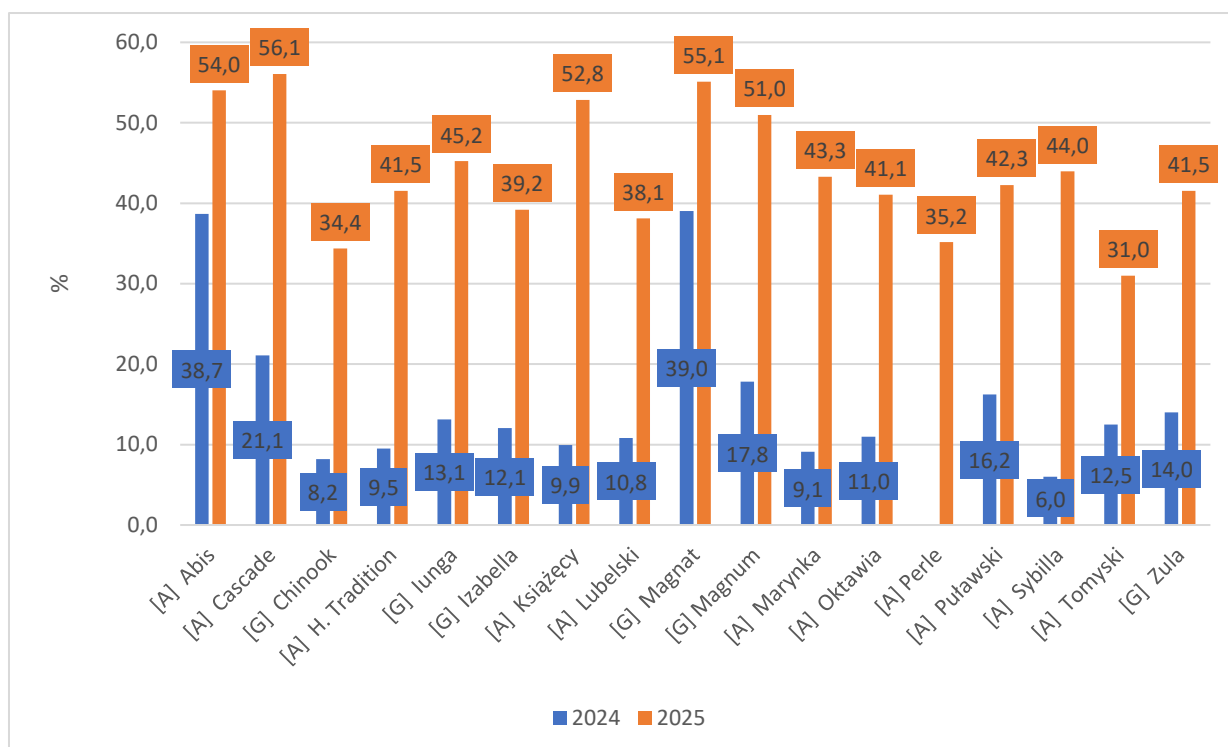
Skład olejku chmielowego

Skład chemiczny olejku chmielowego w badanych próbkach z 2025 roku wykazał wyraźne zróżnicowanie pomiędzy odmianami, obejmujące zróżnicowany udział monoterpenów, które stanowią jedną z kluczowych frakcji olejku chmielowego. Proporcje tej grupy związków w istotny sposób wpływają na charakter zapachowy poszczególnych odmian.

Monoterpeny

Do grupy monoterpenów zaliczono przede wszystkim myrcen oraz w mniejszym stopniu inne lekkie węglowodory terpenowe. Monoterpeny są zazwyczaj kojarzone z zapachami świeżymi, żywicznymi, zielonymi oraz cytrusowymi. W praktyce oceny surowca obecność tej grupy wiązana jest z intensywnymi, łatwo ulatniającymi się nutami zapachowymi. Myrcen stanowi kluczowy związek tej grupy i jest jej głównym reprezentantem ilościowym. Udział monoterpenów w olejku chmielowym badanych próbek z 2025 roku mieścił się w szerokim zakresie od 31,0 % (Tomyski) do 56,1 % (Cascade). Najwyższe udziały monoterpenów odnotowano w odmianach Cascade (56,1 %), Magnat (55,1 %), Abis (54,0 %) oraz Książęcy (52,8 %), natomiast najniższe

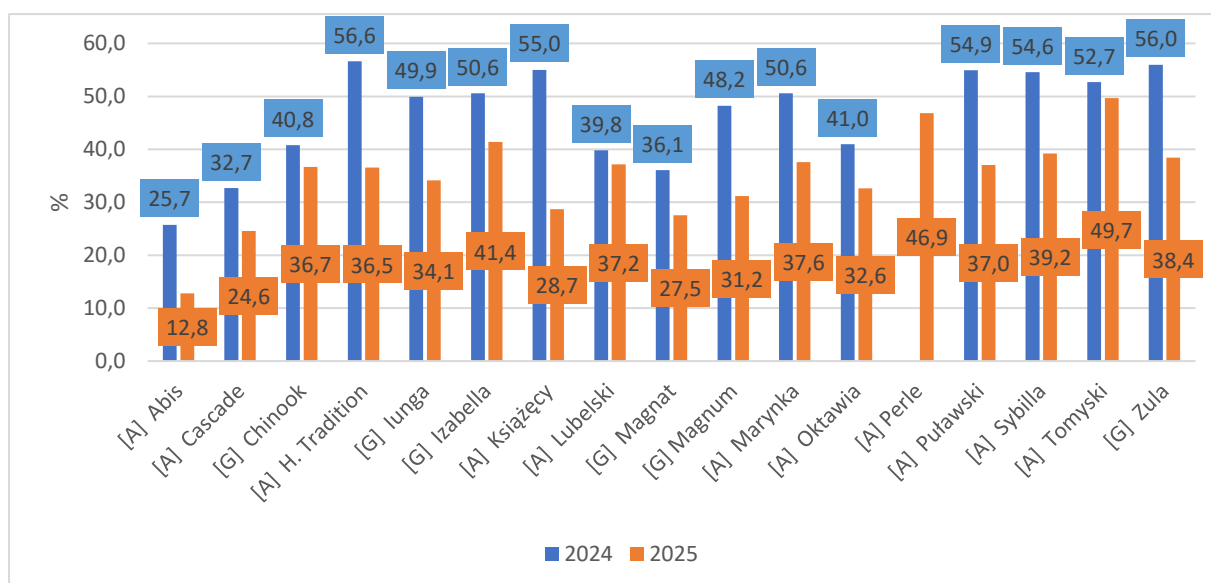
wartości stwierdzono dla odmian Tomyski (31,0 %), Chinook (34,4 %) oraz Perle (35,2 %). Pozostałe odmiany charakteryzowały się pośrednim udziałem monoterpenów, mieszczącym się najczęściej w przedziale około 39–45 %. Porównanie danych z lat 2024 i 2025 wskazuje na wyraźny wzrost udziału monoterpenów we wszystkich analizowanych odmianach w sezonie 2025. W 2024 roku udział monoterpenów mieścił się w szerokim zakresie od 6,0 % (Sybilla) do 39,0 % (Magnet), natomiast w 2025 roku wartości te wzrosły i zawierały się w przedziale od 31,0 % (Tomyski) do 56,1 % (Cascade). Największe bezwzględne wzrosty udziału monoterpenów odnotowano dla odmian Cascade, Książęcy, Marynka, Sybilla oraz Hallertauer Tradition, gdzie wartości w 2025 roku były kilkukrotnie wyższe niż w roku poprzednim. Wzrost udziału monoterpenów zaobserwowano zarówno w odmianach aromatycznych, jak i goryczkowych, przy czym w 2025 roku większość odmian charakteryzowała się udziałem tej frakcji przekraczającym 40 % składu olejku. Dane te wskazują na istotną zmianę składu grupowego olejku chmielowego pomiędzy sezonami 2024 i 2025, polegającą na zwiększeniu udziału frakcji monoterpenowej we wszystkich badanych odmianach. Być może (o czym już wspomniano analizując wyniki dla próbek z 2024 roku) niski udział monoterpenów dla większości próbek z 2024 roku był spowodowany utratą części bardzo lotnego i nietrwałego myrcenu w okresie przechowywania próbek po zbiorze, a przed analizą olejku.



Rys. 24 Średni udział monoterpenów w olejku chmielowym w latach 2024-2025 (%) (suma: myrcen, limonen, ocymen, heptan-3-on, pinen)

Seskwiterpeny

Do grupy seskwiterpenów zaliczono przede wszystkim kariofilen, humulen, farnesen oraz selinen, będące głównymi reprezentantami tej frakcji. Seskwiterpeny są związkami mniej lotnymi niż monoterpeny i są zazwyczaj kojarzone z zapachami ziemistymi, drzewnymi, korzennymi, balsamicznymi oraz żywicznymi. Udział seskwiterpenów w olejku chmielowym badanych próbek z 2025 roku mieścił się w szerokim zakresie od 12,8 % (Abis) do 49,7 % (Tomyski). Najwyższe udziały seskwiterpenów odnotowano w odmianach Tomyski (49,7 %), Perle (46,9 %), Izabella (41,4 %) oraz Sybilla (39,2 %). Najniższe wartości tej frakcji stwierdzono dla odmiany Abis (12,8 %), a także dla odmian Cascade (24,6 %) oraz Magnat (27,5 %). Pozostałe odmiany charakteryzowały się pośrednim udziałem seskwiterpenów, najczęściej w przedziale około 31–38 %.



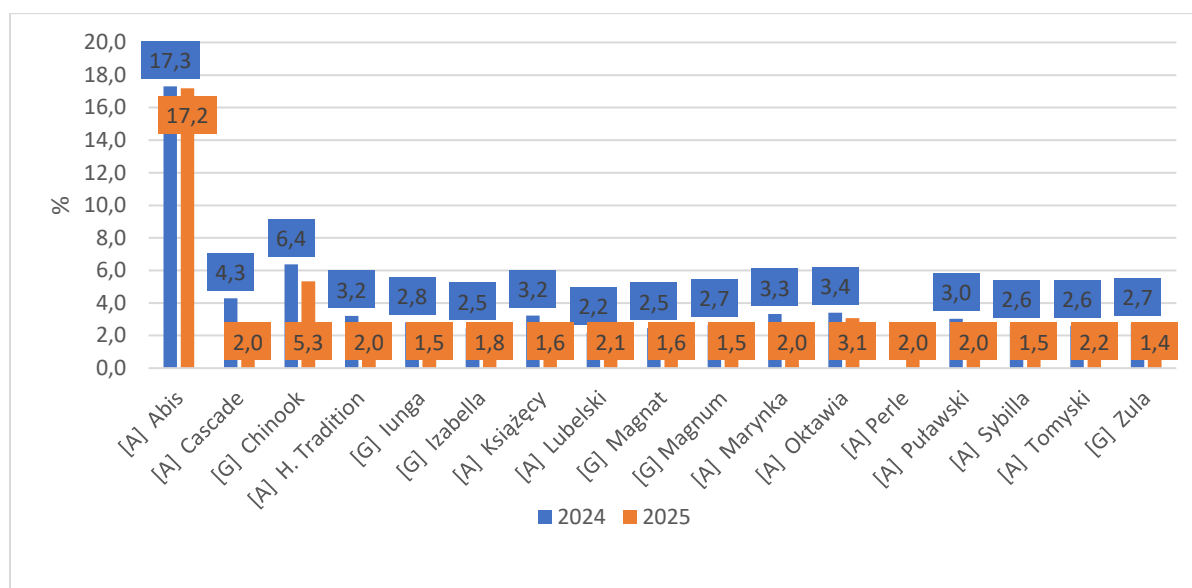
Rys. 25 Średni udział seskwiterpenów w olejku chmielowym w latach 2024 - 2025 (%) (suma: kariofilenu, humulen, farnesen, selenen, alfa-kopaen)

Porównanie danych z lat 2024 i 2025 wskazuje na obniżenie udziału seskwiterpenów w większości badanych odmian w sezonie 2025. W 2024 roku udział tej frakcji był wysoki i w wielu odmianach przekraczał 50 % składu olejku, osiągając wartości maksymalne na poziomie 56,6 % (Hallertauer Tradition) oraz 56,0 % (Zula). W 2025 roku wartości seskwiterpenów były niższe i mieściły się w zakresie od 12,8 % (Abis) do 49,7 % (Tomyski). Największe spadki udziału seskwiterpenów pomiędzy sezonami odnotowano dla odmian Hallertauer Tradition, Książęcy, Puławski, Sybilla oraz Zula, w których udział tej frakcji w 2024 roku przekraczał 50 %, natomiast w 2025 roku obniżył się do poziomu około 29–39 %. W przypadku odmian Tomyski oraz Perle udział seskwiterpenów w 2025 roku pozostał wysoki, osiągając odpowiednio 49,7 % i 46,9 %. Dane wskazują na wyraźne przesunięcie składu grupowego olejku chmielowego pomiędzy latami 2024 i 2025, polegające na zmniejszeniu udziału frakcji seskwiterpenowej w 2025 roku w porównaniu z sezonem 2024.

Alkohole terpenowe

Do grupy alkoholi terpenowych zaliczono przede wszystkim linalool, geraniol oraz alfa-terpineol, stanowiące kluczowe reprezentanty tej frakcji. Związki te są zazwyczaj kojarzone z zapachami kwiatowymi, cytrusowo-

kwiatowymi oraz delikatnie słodkimi i wnoszą łagodniejsze komponenty zapachowe do profilu olejku. Udział alkoholi terpenowych w olejku chmielowym badanych próbek z 2025 roku mieścił się w zakresie od 1,42 % (Zula) do 17,19 % (Abis). Zdecydowanie najwyższą zawartość tej grupy stwierdzono dla odmiany Abis (17,19 %), co wyraźnie odróżniało ją od pozostałych odmian. Podwyższone wartości odnotowano również dla odmian Chinook (5,33 %) oraz Oktawia (3,08 %). Dla większości pozostałych odmian udział alkoholi terpenowych był zbliżony i mieścił się w przedziale około 1,5–2,3 %.



Rys. 26 Średni udział alkoholi terpenowych w olejku chmielowym w latach 2024 – 2025 (%) (suma: linalol, geraniol, alfa-terpineol)

Porównanie danych z lat 2024 i 2025 wskazuje na obniżenie udziału alkoholi terpenowych w większości badanych odmian w sezonie 2025. W 2024 roku udział tej frakcji mieścił się zazwyczaj w zakresie 2,2–6,4 %, natomiast w 2025 roku dla większości odmian spadł do poziomu 1,4–3,1 %. Wyjątkiem była odmiana Abis, dla której udział alkoholi terpenowych pozostał na zbliżonym poziomie w obu sezonach (17,3 % w 2024 roku oraz 17,2 % w 2025 roku), wyraźnie przewyższając pozostałe odmiany. Relatywnie wysokie wartości w 2025 roku odnotowano również dla odmian Chinook (5,3 %) oraz Oktawia

(3,1 %), jednak były one niższe niż w sezonie 2024. Dane wskazują na ogólną tendencję zmniejszenia udziału alkoholi terpenowych w składzie olejku chmielowego w 2025 roku, przy jednoczesnym utrzymaniu zbliżonego poziomu tej frakcji dla odmiany Abis.

Tlenki i inne związki

Udział tlenków w olejku chmielowym badanych odmian był niski i mieścił się w zakresie od 0,3 % (Abis) do 2,2 % (Lubelski i Oktawia). Dla większości odmian wartości tej frakcji nie przekraczały 1,0 %, co wskazuje na ograniczony udział związków utlenionych w składzie olejku. Podwyższone wartości tlenków odnotowano dla odmian Lubelski, Oktawia oraz Tomyski, jednak również w tych przypadkach udział tej grupy pozostawał na umiarkowanym poziomie. Udział grupy „inne” był niewielki i względnie wyrównany pomiędzy odmianami, mieszcząc się w zakresie 0,8–2,8 %. Najwyższe wartości tej frakcji stwierdzono dla odmiany Oktawia (2,8 %) oraz Chinook (2,5 %), natomiast dla pozostałych odmian udział „innych” składników zazwyczaj nie przekraczał 2,0 %. Związki tej grupy nie stanowiły dominującej frakcji olejku i pełniły rolę uzupełniającą w jego ogólnym składzie.

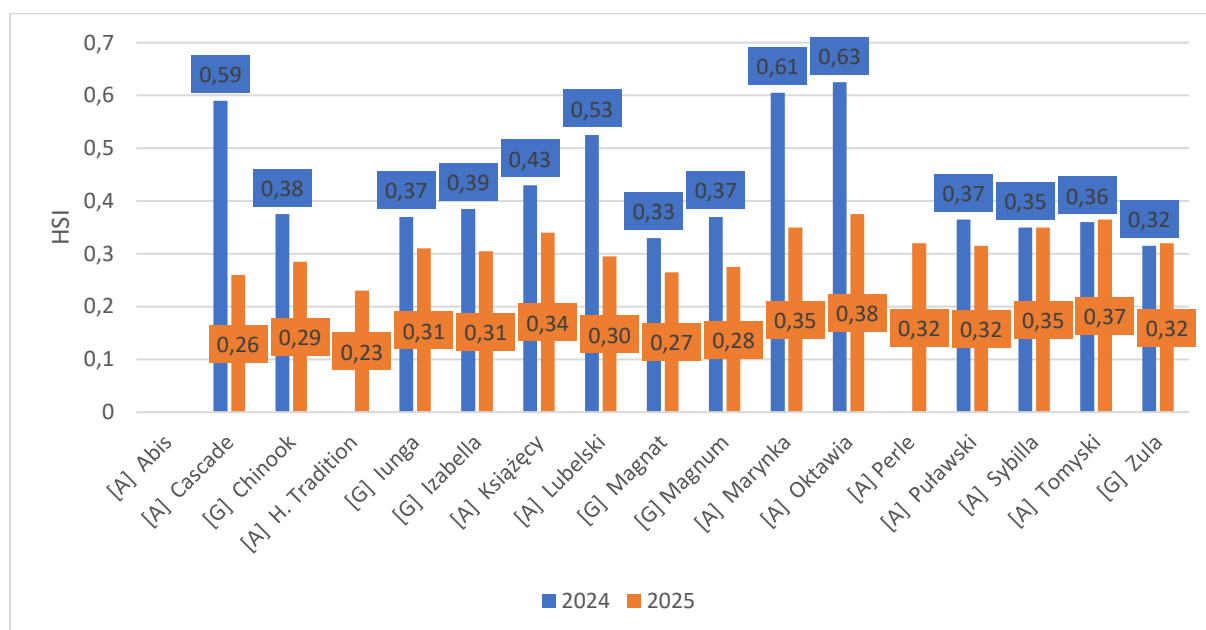
Stabilność oksydacyjna chmielu (Hop Storage Index)

Przyjmuje się, że wartości wskaźnika Hop Storage Index (HSI) do 0,32 świadczą o najwyższej jakości chmielu i minimalnym stopniu „zestarczenia” (czyli utlenienia chmielu, głównie alfa-kwasów i składników olejku), zaś do 0,40 o jego dobrej jakości.

Wartości HSI dla badanych próbek chmielu z 2025 roku charakteryzował się umiarkowanym zróżnicowaniem pomiędzy odmianami. Średnie wartości HSI dla poszczególnych odmian mieściły się w zakresie od 0,23 do 0,38, co wskazuje na niski do umiarkowanego stopień utlenienia surowca. Najniższe wartości średnie odnotowano dla odmiany Hallertauer Tradition (0,23) oraz Cascade (0,26), natomiast najwyższe dla odmian Oktawia (0,38) oraz Tomyski (0,37). W grupie odmian goryczkowych wartości HSI były niskie i względnie

wyrównane, mieszcząc się w przedziale 0,27–0,32 (Magnat, Magnum, Chinook, Zula, Iunga). Odmiany aromatyczne wykazywały nieco większe zróżnicowanie wskaźnika HSI, jednak w większości przypadków wartości te nie przekraczały 0,35, co świadczy o dobrej stabilności przechowalniczej badanych próbek.

Dla odmiany Abis oznaczenie wskaźnika HSI nie zostało wykonane z uwagi na niewystarczającą ilość materiału badawczego, co uniemożliwiło przeprowadzenie analizy w wymaganym zakresie.



Rys. 27 Porównanie wartości wskaźnika HSI (Hop Storage Index) dla odmian chmielu ze zbiorów 2024 - 2025

Porównanie wartości wskaźnika HSI dla próbek z 2024 i 2025 roku wskazuje na wyraźnie niższe poziomy HSI w 2025 roku dla większości badanych odmian, co świadczy o niższym stopniu utlenienia surowca w momencie analizy w porównaniu z próbkami z roku 2024. Największe różnice w wartości HSI na korzyść próbek ze zbiorów 2025 roku odnotowano dla odmian Oktawia (z 0,63 do 0,38), Marynka (z 0,61 do 0,35), Lubelski (z 0,53 do 0,30) oraz Cascade (z 0,59 do 0,26). W grupie odmian gorzcowych również w 2025 roku obserwowano niższe wartości HSI, np. dla odmian: Magnum (z 0,37 do 0,28), Iunga (z 0,37 do 0,31) oraz Izabella (z 0,39 do 0,31).

Dla części odmian wartości HSI pozostały na zbliżonym poziomie w obu latach, co dotyczy m.in. Sybilli (0,35), Tomyskiego (0,36–0,37) oraz Zuli (0,32). Prawdopodobnie, tak jak w przypadku obniżonego udziału myrcenu w olejku chmielowym, podwyższone HSI dla części próbek ze zbiorów 2024 było wynikiem wykonania badań po kilku miesiącach od zbioru, w czasie których próbki były przechowywane w niskiej temperaturze ale nie w warunkach próżniowych. Uzyskane wyniki wskazują, że w sezonie 2025 surowiec chmielowy charakteryzował się bardzo dobrą stabilnością przechowalniczą.

Reasumując, zbiory chmielu w roku 2025 są niższe, zarówno w Polsce, jak i w większości krajów europejskich i USA, co wynika głównie ze zmniejszania powierzchni upraw. Natomiast dla większość odmian, przynajmniej ze zbiorów europejskich i także w Polsce, średnia zawartość alfa-kwasów jest wyższa niż w roku 2024.

Jeśli chodzi o zbiory w Polsce, jakość technologiczna chmielu jest bardzo dobra, na co ma wpływ: wysoka zawartość alfa-kwasów, duża ilość olejku chmielowego i dobra stabilność przechowalnicza. Szczególnie to cieszy w odniesieniu do odmian, których areal upraw jest największy i/lub które są naszą wizytówką, m.in.: Lubelski, Marynka, Sybilla, Magnum i Magnat.