

Dr inż. Monika CIOCH<sup>1</sup>

Mgr inż. Magdalena SKOTNICZNY<sup>1</sup>

RNDr. Tomáš KUČTA DrSc.<sup>2</sup>

Dr hab. inż. Paweł SATORA, prof. UR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Katedra Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Technicznej, Wydział Technologii Żywności,  
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

<sup>2</sup>Department of Microbiology, Molecular Biology and Biotechnology, Food Research Institute National Agricultural  
and Food Centre, Bratysława

## CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH PARAMETRÓW WIN GRONOWYCH POZYSKANYCH Z WINNIC POŁUDNIOWEJ POLSKI®

Characteristics of selected parameters of grape wines obtained from the vineyards of southern Poland®

### PODZIĘKOWANIA

*Zaprezentowana w artykule praca została zrealizowana dzięki wsparciu przez Słowacką Agencję Badań i Rozwoju, w ramach umowy nr SK-PL-2015-0002*

**Słowa kluczowe:** Rondo, Regent, Pinot Noir, wina gronowe.

*W artykule przedstawiono charakterystykę wybranych parametrów sześciu win gronowych uzyskanych z czerwonych odmian winorośli Rondo, Regent i Pinot Noir, pozyskanych z trzech winnic południowej Polski. Oznaczono ich moc, ekstrakt ogólny, pH, kwasowość ogólną, zawartość cukrów i azotu. Dodatkowo przeprowadzono analizę wybranych związków lotnych metodą chromatografii gazowej (GC-SPME).*

*Badane wina różniły się zawartością ekstraktu ogólnego (23,2-41,3 g/dm<sup>3</sup>) oraz stężeniem etanolu (9,9-12,2% v/v). Zdecydowana większość z nich charakteryzowała się niewielką zawartością cukrów (poniżej 4 g/dm<sup>3</sup>) oraz kwasowością od 5,12 do 6,08 g kwasu jabłkowego na 1 dm<sup>3</sup>. Dominującymi związkami lotnymi win były alkohole wyższe, głównie alkohole amyłowe oraz propanol.*

**Key words:** Rondo, Regent, Pinot Noir, grape wines.

*The article presents the characteristics of selected parameters of six wines obtained of Rondo, Regent and Pinot Noir grape varieties, produced in 2016 in three vineyards of southern Poland. The content of alcohol, total extract, pH, total acidity, sugars and nitrogen was determined. In addition, volatile compounds were analyzed by gas chromatography (GC-SPME).*

*The examined wines differed in the content of the total extract (23.2-41.3 g/dm<sup>3</sup>) and ethanol concentration (9.9-12.2% v/v). The vast majority of them were characterized by a low content of sugars (less than 4 g/dm<sup>3</sup>) and acidity from 5.12 to 6.08 g of malic acid per 1 dm<sup>3</sup>. The dominant volatile compounds of wines were higher alcohols, mainly amyl alcohols and propanol.*

### WPROWADZENIE

W ostatnich latach obserwowany jest rozwój sektora drobnych producentów wina, zwłaszcza w zachodniej Europie. Również na terenie Polski, głównie południowo-zachodniej, południowej i południowo-wschodniej zauważalny jest znaczny wzrost zainteresowania uprawą winorośli i produkcją win z tzw. chłodnego klimatu. Zjawisku temu sprzyja przede wszystkim ocieplenie klimatu, możliwość uprawy lepiej przystosowanych do polskich warunków odmian winorośli - tzw. mieszańców złożonych, przydatność winorośli do uprawy w warunkach narastającej suszy glebowej i hydrologicznej, poszukiwanie nowych, opłacalnych upraw, moda na

wino – szczególnie z własnej winnicy, wzrost wiedzy konsumentów o dietetycznych i zdrowotnych właściwościach wina oraz udogodnienie prawne, jakim było wejście w życie, w 2011 roku nowej ustawy winiarskiej.

Z uwagi na znacznie trudniejsze warunki uprawy winorośli oraz produkcji i promocji wina w Polsce (napływ tanich, masowo produkowanych win z regionów o łagodniejszym klimacie), drobni wytwórcy powinni doskonalić metody produkcji i wybierać technologie, które w sposób maksymalny wykorzystują potencjał owoców w danym sezonie wegetacyjnym. Tylko dobre jakościowo, prawidłowo wytworzone wino, bez wad i chorób, o specyficznym dla naszych

warunków klimatycznych smaku i aromacie, ma szansę być zauważonym przez potencjalnego klienta. Jak wiadomo strefa klimatyczna Polski charakteryzuje się znacznie krótszym okresem wegetacji, zmiennością i niestabilnością warunków pogodowych. Powoduje to zmiany parametrów enologicznych otrzymywanych win i zróżnicowanie ich jakości w poszczególnych rocznikach.

Badania dotyczące jakości winogron i wina w naszym kraju są bardzo skromne w porównaniu do światowych, a próba przeniesienia przez winiarzy doświadczeń z krajów o ugruntowanej tradycji winiarskiej na grunt polski, niekoniecznie kończy się sukcesem. Dzieje się tak przede wszystkim ze względu na różnice składu mikrobiologicznego i chemicznego owoców, wynikające nie tylko z zastosowania innych odmian (głównie mieszańców złożonych), ale także wzajemnych interakcji między klimatem, glebą czy warunkami siedliskowymi [3].

**Celem artykułu jest przedstawienie wyników przeprowadzonych badań wybranych parametrów win gronowych uzyskanych z czerwonych odmian winorośli Rondo, Regent i Pinot Noir, pozyskanych z winnic południowej Polski.**

## MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Do badań wykorzystano czerwone wina gronowe pozyskane z winnic usytuowanych na terenie południowej Polski. Do produkcji win wykorzystano odmiany Rondo, Regent oraz Pinot Noir.

**Oznaczanie mocy, ekstraktu ogólnego, kwasowości ogólnej oraz pH** – zgodnie z metodami OIV [6].

**Oznaczenie związków azotowych** – pobrane do oznaczenia próbki wina rozcieńczano w wodzie destylowanej i przenoszono po 2 cm<sup>3</sup> do szklanych probówek za pomocą pipety. Następnie dodawano 1 cm<sup>3</sup> barwnego odczynnika ninhydrynowego i gotowano 16 minut we wrzącej łaźni wodnej. Po ochłodzeniu do probówek wprowadzano 5 cm<sup>3</sup> odczynnika do rozcieńczeń, mieszano i mierzono absorbancję przy długości fali 575 nm. Jako próbkę standardową użyto roztworu glicyny zawierającego 2 mg/dm<sup>3</sup> azotu. Wynik obliczono wykorzystując wzory do oszacowania zawartości protein i określenia ilości azotu w próbce.

$$\text{zawartość azotu} = \frac{\text{absorbancja próbki} \cdot 2 \text{ mg azotu}}{\text{absorbancja r-ru wzorcowego}} \times 50$$

**Oznaczenie cukrów i glicerolu** – analizy wykonywano z wykorzystaniem aparatu firmy Shimadzu (Japonia) NEXERA XR z detektorem refraktometrycznym RF-20A. Rozdział prowadzono na kolumnie Asahipak NH2P-50 250×4,6 mm Shodex (Showa Denko Europe, Germany), termostatowanej w temperaturze 30°C. Fazę ruchomą stanowił roztwór wodny acetonitrylu (70%), a izokratyczny program elucji (0,8 ml/min) trwał 16 minut. Do ilościowych oznaczeń wykorzystano krzywe wzorcowe sporządzone dla odpowiednich standardów: glukozy, fruktozy, maltozy, sacharozy, glicerolu.

**Oznaczenie składu związków lotnych win metodą GC-SPME** – do fiolek o objętości 15 cm<sup>3</sup> dodano po 1 cm<sup>3</sup> wody destylowanej i analizowanych win, razem z wzorcem (4 – metylo – 2 – pentanol – alkohole wyższe; nonanian etylu –

estry) o stężeniu 50 mg/dm<sup>3</sup> oraz 0,9 g NaCl. Fiolki zamykano zakrętką z uszczelką teflonową i umieszczano w cieplarni o temperaturze 40°C, a ich zawartość mieszało za pomocą mieszadła magnetycznego. W warstwie nadpowierzchniowej umieszczano na 35 minut włókno SPME (PDMS, 100 μm, Supelco). Zadsorbowane anality poddawano desorpcji w dozowniku chromatografu gazowego przez 3 minuty. Następnie wykonano krzywe wzorcowe – funkcje zależności stężenia danego związku od pola powierzchni pików dla badanych komponentów chemicznych (acetaldehyd, propanol, alkohole amyłowe, 2-fenylmetanol, octan etylu, octan izobutylo). Parametry oznaczenia: temperatura detektora i dozownika 250°C; programowana temperatura kolumny 35°C przez 5 minut, wzrost temperatury z szybkością 5°C/min. do 110°C, a następnie z szybkością 40°C/min. do 220°C i utrzymanie stabilnej temperatury przez 3 minuty; gaz nośny hel; natężenie przepływu gazu nośnego 20 cm<sup>3</sup>/min.; natężenie przepływu wodoru 33 cm<sup>3</sup>/min.; a natężenie przepływu powietrza 400 cm<sup>3</sup>/min.

Wszystkie oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach.

## Analiza statystyczna

Rezultaty prezentowane w pracy były średnimi z trzech niezależnych powtórzeń z określeniem odchylenia standardowego. Dane oceniano za pomocą analizy wariancji (ANOVA), celem ustalenia istotności badanych parametrów. Statystycznie istotne różnice pomiędzy średnimi weryfikowano z wykorzystaniem testu Duncan'a przy użyciu programu statystycznego Statistica wersja 10 (StatSoft Polska, Kraków).

## WYNIKI I Dyskusja

W procesie winifikacji, cukier z owoców zostaje przekształcony przez drożdże w alkohol i dwutlenek węgla. Etnol w winach, ma kluczowe znaczenie dla ich stabilności, starzenia i kształtowania właściwości sensorycznych [2]. Alkohol etylowy ogranicza wzrost mikroorganizmów, a także wpływa na profil i stężenie wytwarzanych związków aromatycznych poprzez działanie na metabolizm drożdży. Jest ważnym rozpuszczalnikiem w ekstrakcji składników z winogron, tj. barwników czy garbników, jak i lotnych związków tworzonych podczas fermentacji. Ponadto, może reagować z kwasami organicznymi znajdującymi się w winie, tworząc estry. W analizowanych winach zawartość alkoholu etylowego wynosiła od 9,9 do 12,2 % v/v (Tab.1). Jego zawartość ma wpływ na odczucia smakowe - wzmacnia m.in. słodczy, zmienia kwasowość wina, a także zwiększa intensywność goryczy, jednocześnie zmniejszając cierpkość powodowaną przez garbniki [2].

Badane wina charakteryzowały się podobną zawartością ekstraktu ogólnego (od 23,2-31,0 g/dm<sup>3</sup>). Wyjątek stanowiło wino Regent 2 (41,3 g/dm<sup>3</sup>) (Tab.1). Ekstrakt ogólny pomniejszony o zawartość cukrów prostych stanowi o smaku wina. Zbyt niski może oznaczać dodatek wody podczas produkcji napoju, przez co jego smak uznawany jest za „pusty”.

Głównym źródłem kwasowości wina są kwasy organiczne zawarte w owocach winorośli, przechodzące do moszczu podczas ich rozdrabniania i tłoczenia oraz powstające w procesie winifikacji. Skład chemiczny winogron oddziałuje na

Tabela 1. Charakterystyka wybranych parametrów win gronowych

Table 1. Characteristics of selected parameters of grape wines

Rodzaj wina	Kwasowość <sup>0</sup>	pH	Alkohol	Ekstrakt ogólny	Zawartość azotu	Glicerol	Glukoza	Fruktoza
	g/dm <sup>3</sup>		% v/v	g/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	g/dm <sup>3</sup>		
Regent 1	5,40 e (± 0,08)	4,01 f (± 0,01)	12,2 f (±0,0)	25,8 c (± 0,0)	122 ab (± 5)	7,7 a (± 0,0)	0,98 a (± 0,03)	1,2 cd (± 0,0)
Regent 2	5,12 d (± 0,08)	3,87 d (± 0,00)	11,0 c (±0,0)	41,3 e (± 0,0)	245b (± 17)	7,0 a (± 0,0)	1,98 c (± 0,21)	20,3 e (± 0,2)
Regent 3	6,08 c (± 0,04)	3,82 c (± 0,01)	9,9 a (±0,0)	31,0 d (± 1,0)	148 ab (± 17)	14,1 b (± 0,0)	1,10 a (± 0,03)	0,8bc (± 0,0)
Rondo 1	5,90 ab (± 0,07)	3,60 a (± 0,01)	11,3 d (±0,0)	28,4 a (± 0,0)	74 a (± 5)	11,2 b (± 0,5)	0,44 b (± 0,01)	0,6 ab (± 0,0)
Rondo 2	5,94bc (± 0,16)	3,73 b (± 0,01)	10,8 b (±0,0)	23,2 b (± 0,0)	88 a (± 2)	7,8 a (± 0,1)	0,29 b (± 0,04)	0,3 a (± 0,0)
Pinot Noir	5,74 a (± 0,08)	3,94 e (± 0,01)	11,8 e (±0,0)	28,4 a (± 0,0)	243 b (± 13)	9,4 b (± 0,4)	1,28 a (± 0,13)	1,4 d (± 0,1)

<sup>0</sup> – wyrażona w przeliczeniu na kwas jabłkowy

Wartości średnie oznaczone różnymi literami w kolumnach wykazują zróżnicowanie według testu Duncana (p<0,05)

**Źródło:** Badania własne

**Source:** The own study

kompozycję soku i ostatecznie na końcową jakość produktu. Nadmierna koncentracja kwasów organicznych może przyczynić się do kwaśnego smaku napoju, za co odpowiedzialne są głównie L-jabłczany. Kompozycja tych związków determinuje pH wina, które oparte jest na równowadze między protonowymi i aprotionowymi izoformami cząstek organicznych, określając zawartość kwasów organicznych i stopień jonizacji aminokwasów w winie. Wpływa to na rozpuszczalność oraz stan aktywności jonowej i biologicznej wielu molekuł, takich jak m.in. białka, kwasy tłuszczowe czy związki fenolowe [12]. Niewielka zmiana pH (0,05 jednostki) skutkuje modyfikacją kwasowości (0,2-0,5 g/dm<sup>3</sup>), oddziałując na cechy organoleptyczne napoju [5]. Kwasowość wpływa także na stabilność mikrobiologiczną wina, przebieg fermentacji jabłkowo-mlekowej, kolor oraz proces dojrzewania. W analizowanych winach wahała się ona w granicach od 5,12 do 6,08 g/dm<sup>3</sup> (Tab.1).

Głównymi cukrami obecnymi w winogronach są glukoza i fruktoza. Zazwyczaj występują one w równych proporcjach, jednak w przypadku przejrzałych jagód odnotowuje się wyższy udział fruktozy. Przeważa ona również w winogronach pokrytych pleśnią *Botrytis cinerea* [8]. Zawartość cukru gronowego zmienia się w zależności od odmiany winorośli, dojrzałości oraz stanu zdrowotności owoców. *Vitis vinifera* osiągają wyższe jego stężenie o ok. 20 %, w odniesieniu do *V.labrusca* czy *V.rotundifolia*. Zawartość cukru gronowego ma kluczowe znaczenie dla wzrostu i metabolizmu drożdży. Podczas procesu fermentacji glukoza przetwarzana jest znacznie szybciej, dlatego też fruktoza stanowi większą część cukru resztkowego w winie. Rzeczywiście ich stężenie w soku winogronowym wynosi od 80 do 130 g/dm<sup>3</sup>, dla każdego z cukrów osobno. Ponadto, w śladowych ilościach w winogronach występuje również sacharoza (2-10 g/dm<sup>3</sup>), ramnoza (do 0,4 g/dm<sup>3</sup>) i arabinoza (do 1,5 g/dm<sup>3</sup>) [8]. Po zakończeniu procesu fermentacji, w winie pozostaje pewna ilość cukru, zwana cukrem resztkowym, na który składają się głównie nieprzefermentowane pentozy, a także czasem nieprzefermentowana ilość glukozy i fruktozy. Zawartość glukozy i fruktozy po zakończeniu procesu fermentacji

głównej w analizowanych winach wynosiła odpowiednio od 0,29 do 1,98 g/dm<sup>3</sup> i 0,3 do 20,3 g/dm<sup>3</sup> (Tab.1).

Glicerol jest naturalnym produktem ubocznym fermentacji. Po wodzie i etanolu, występuje on w winie, w największych stężeniach, a jego zawartość wynosi 1-15 g/dm<sup>3</sup>. Badania wykazały, że w zależności od warunków fermentacji, drożdże wykorzystują od 4 do 10 % źródeł węgla na syntezę glicerolu. Zawartość gliceryny w moszczu gronowym może być wyższa w przypadku wytwarzania win z nadgniłych lub uszkodzonych owoców. Stopień dojrzałości winogron również oddziałuje na poziom glicerolu w winie. Nie wpływa na aromat napoju, jednak ma istotne znaczenie dla jego smaku. Nadaje winom cechy większej ekstraktywności, lepkości oraz pełni smakowej [4,6,10]. Próg wyczuwalności glicerolu wynosi 5,2 g/dm<sup>3</sup>, a jego stężenie w winach czerwonych jest znacznie wyższe niż w białych. Ponadto, badania wykazały, że wina produkowane z porażonych pleśnią winogron, mogą zawierać nawet do 30 g/dm<sup>3</sup> tego związku. Nie bez znaczenia pozostają również warunki fermentacji, w tym zawartość cukrów, poziom SO<sub>2</sub>, temperatura prowadzenia procesu, pH czy rasa drożdży [2]. W analizowanych winach gronowych, zawartość glicerolu kształtowała się na poziomie od 7,0 do 14,1 g/dm<sup>3</sup> (Tab.1). Stosunkowo wysokie jego stężenie stwierdzono w winie otrzymanym z odmiany Rondo 1 (11,2 g/dm<sup>3</sup>) i Regent 3 (14,1 g/dm<sup>3</sup>). Wina te pochodziły z tej samej winnicy usytuowanej na południu Polski.

Głównym źródłem azotu potrzebnego do wzrostu mikroorganizmów podczas procesu fermentacji są wolne aminokwasy i jony amonowe. Wolny azot aminowy (FAN) stanowi dla winiarstwa bardzo istotną substancję odżywczą i jest kluczowy w utrzymaniu żywotności komórek drożdży we właściwej formie podczas fermentacji. Niedobór substancji odżywczych, a w szczególności azotu w formie amonowej może skutkować zatrzymaniem procesu, co związane jest bezpośrednio z autolizą komórek. Najniższą zawartość azotu aminowego stwierdzono w winach odmiany Rondo (Tab. 1). Stężenie FAN uważane jest za wskaźnik predykcyjny stanu i żywotności drożdży oraz wydajności fermentacji, co pozwala zachować jakość i stabilność wina. Dane

literaturowe wskazują, że niektóre soki mogą zawierać niewystarczającą ilość FAN dla zapewnienia optymalnego rozwoju i namnażania drożdży. Dodatkowo, ich zapotrzebowanie na azot zwiększa się wraz ze wzrostem poziomu cukru w moszczu [1].

Rodzaj użytych winogron oraz sposób obróbki technologicznej oddziałują na zawartość związków lotnych w winach, wpływając na smak i aromat napoju. Ich ilość w dużej mierze uzależniona jest od składu tych komponentów w winogronach, ale jest również wynikiem przemian biochemicznych i technologicznych podczas wytwarzania win [9,13]. W pracy przeprowadzono ocenę ilościową wybranych związków lotnych (Tab. 2). Oznaczono zawartość acetaldehydu, acetonu, propanolu, alkoholi amyloowych, 2-fenyletanolu, octanu etylu oraz octanu izobutyli.

Jedną z głównych grup związków syntetyzowanych przez drożdże są wyższe alkohole, zwane również fuzlami. Wytwarzane są podczas procesu fermentacji i osiągają stężenie od 150 do 550 mg/dm<sup>3</sup>. Alkohole fuzlowe wykazują intensywny zapach, który odgrywa istotną rolę w kształtowaniu bukietu wina. Przy niskim stężeniu (poniżej 300 mg/dm<sup>3</sup>) pozytywnie oddziałują na jego aromat, natomiast wyższa ich zawartość maskuje właściwy zapach napoju. Liczne doniesienia literaturowe wskazują na obecność w winach propanolu (10-125 mg/dm<sup>3</sup>), izobutanolu (15-175 mg/dm<sup>3</sup>) oraz alkoholi amyloowych (12-310 mg/dm<sup>3</sup>). Zawartość fenyletanolu wynosi od 5 do 140 mg/dm<sup>3</sup>. W znacznie mniejszych ilościach identyfikowany jest tyrozol (5-45 mg/dm<sup>3</sup>) i tryptofol (0,3-3 mg/dm<sup>3</sup>) [8]. Otrzymane wina charakteryzowały się stosunkowo niewielką zawartością 2-fenyletanolu (0,24-0,86 mg/dm<sup>3</sup>). Propanol kształtował się na zbliżonym poziomie dla wszystkich rodzajów czerwonych win (44,4 - 60,4 mg/dm<sup>3</sup>). W analizowanych napojach dominowały alkohole amylowe. Szczególnie wysokie ich stężenie (202 i 243 mg/l) stwierdzono w winach pozyskanych z odmiany Rondo 2 i Regent 2, pochodzących z tej samej winnicy. Wino otrzymane ze szczepu Pinot Noir charakteryzowało się przeszło dwukrotnie mniejszą ilością alkoholi amyloowych (Tab.2).

Kolejną grupę związków stanowiły estry, odgrywające istotną rolę w kształtowaniu cech sensorycznych napoju. Jednym z czynników mających wpływ na ilość i rodzaj tych związków są drożdże, gdyż w zależności od szczepu użyć można produkt o zróżnicowanej ich zawartości. Ponadto, stężenie estrów uzależnione jest od temperatury fermentacji oraz obecności związków azotowych w moszczu [11]. Drożdże z rodzaju *Saccharomyces* syntetyzują głównie estry etylowe i octanowe. Jednym z nich jest najczęściej występujący w winie octan etylu, którego próg wyczuwalności wynosi ok. 160 mg/dm<sup>3</sup>. Badania dowodzą, że niewielkie ilości octanu etylu (50-80 mg/dm<sup>3</sup>) pozytywnie wpływają na jakość napoju, jednak zbyt wysokie jego stężenie może prowadzić do obcych posmaków [2]. W młodych winach ich ilość waha się w granicach od 25 do 300 mg/dm<sup>3</sup>. Najwięcej estrów tworzonych jest na początku fermentacji, a podczas dojrzewania win ich ilość zmienia się tylko w niewielkim zakresie. Estry mogą również powstawać podczas dojrzewania i przechowywania wina. Otrzymane wina w większości charakteryzowały się wyrównaną zawartością octanu etylu (35,8 - 47,5 mg/dm<sup>3</sup>). Co ciekawe, w winach, które odznaczały się najwyższą zawartością alkoholi amyloowych, odnotowano najniższą ilość octanu etylu (21,7 i 22,5 mg/dm<sup>3</sup>). Analizowane napoje charakteryzowały się niewielką zawartością octanu izobutyli (Tab.2).

Aldehydy zawarte w winogronach biorą udział w tworzeniu odmianowych aromatów, a ich ilość w młodych winach nie przekracza zazwyczaj 75 mg/dm<sup>3</sup>. Najważniejszym z tej grupy związków jest aldehyd octowy. Odgrywa on istotną rolę w stabilizacji win czerwonych podczas ich starzenia, przyspieszając reakcję polimeryzacji antocyjanów i fenoli. W badanych winach acetaldehyd osiągnął poziom od 23,5 do 56,4 mg/dm<sup>3</sup> (Tab.2). Stężenie związków karbonylowych może znacznie różnić się w zależności od warunków wytwarzania wina i jego przechowywania. Ich zawartość w słodkich winach jest wyższa w porównaniu do wytrawnych, co prawdopodobnie związane jest z utlenianiem cukrów. Kolejny uboczny produkt fermentacji należący do grupy związków karbonylowych to aceton. Jego ilość uzależniona jest

**Tabela 2. Charakterystyka wybranych komponentów lotnych**

**Table 2. Characteristics of selected volatile components**

Rodzaj wina	Acetaldehyd	Aceton	Alkohole izoamylowe	Propanol	2-Fenyletanol	Octan izobutyli	Octan etylu
	mg/dm <sup>3</sup>						
Regent 1	52,8 c (± 2,5)	2,68 c (± 0,08)	150 d (± 6)	60,4 d (± 4,1)	0,65 c (± 0,03)	0,58bc (± 0,05)	35,8 d (± 4,6)
Regent 2	49,1 b (± 1,0)	3,04 d (± 0,04)	244 f (± 4)	53,3 c (± 3,1)	0,25 a (± 0,04)	0,65 c (± 0,04)	22,5 a (± 2,0)
Regent 3	23,5 a (± 0,1)	4,02 a (± 0,04)	83 a (± 2)	45,2 ab (± 4,1)	0,48 b (± 0,03)	0,85 a (± 0,03)	47,5 c (± 2,3)
Rondo 1	24,8 a (± 0,8)	5,67 e (± 0,07)	137 c (± 5)	51,2bc (± 3,1)	0,86 d (± 0,02)	0,86 a (± 0,02)	42,2 b (± 2,3)
Rondo 2	24,7 a (± 0,5)	2,25 b (± 0,05)	202 e (± 4)	44,4 a (± 3,1)	0,24 a (± 0,03)	0,89 a (± 0,02)	21,7 a (± 1,6)
Pinot Noir	56,4 d (± 1,3)	4,02 a (± 0,02)	111 b (± 5)	47,5abc (± 2,3)	0,50 b (± 0,05)	0,57 b (± 0,06)	44,6bc (± 2,3)

Wartości średnie oznaczone różnymi literami w kolumnach wykazują zróżnicowanie według testu Duncana (p<0,05)

**Źródło:** Badania własne

**Source:** The own study

głównie od zastosowanego szczepu drożdży. W przefermentowanych moszczach gronowych zaobserwowano podobne ilości acetonu, mieszczące się w granicach od 2,25 do 5,67 mg/dm<sup>3</sup>.

## PODSUMOWANIE

Analizowane wina różniły się zawartością ekstraktu ogólnego (23,2-41,3 g/dm<sup>3</sup>) oraz stężeniem etanolu (9,9-12,2% v/v). Zdecydowana większość z nich charakteryzowała się niewielką zawartością cukrów (poniżej 4 g/dm<sup>3</sup>) oraz kwasowością od 5,12 do 6,08 g kwasu jabłkowego na 1 dm<sup>3</sup>. Dominującymi związkami lotnymi win były alkohole wyższe, głównie alkohole amyłowe oraz propanol.

Chociaż Polska nie jest wiodącym producentem wina w Europie, to jego konsumpcja i produkcja w ostatnich latach stale wzrasta. Położenie geograficzne naszego kraju sprawia, że uprawa winorośli, jak i wytwarzanie dobrej jakości wina jest trudniejsze niż w krajach o łagodniejszym klimacie. Z tego względu istnieje potrzeba ciągłego doskonalenia i kontroli całego procesu.

## LITERATURA

- [1] **FLEET G.H. 1993.** Wine Microbiology and Biotechnology. Harwood Academic Publishers, Chur, Switzerland.
- [2] **JACKSON R. S. 2008.** Wine science: Principles, practice, perception. Academic Press, San Diego, USA: 232–275.
- [3] **KAPUSTA I. 2016.** Właściwości fizykochemiczne winogron oraz win produkowanych w południowo-wschodniej Polsce. Praca habilitacyjna. Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego.
- [4] **LAMBRECHTS M.G., I.S. PRETORIUS. 2000.** „Yeast and its importance to wine aroma – a review”. South African Journal for Enology and Viticulture 21: 97-129.
- [5] **MARGALIT Y. 1997.** Concepts in Wine Chemistry. Wine Appreciation Guild Ltd. San Francisco, USA.
- [6] **MEDINA K., E. BOIDO, L. FARINA, O. GIOIA, M.E. GOMEZ, M. BARQUET, C. GAGGERO, E. DELLACASSA, F. CARRAU. 2013.** „Increased flavor diversity of Chardonnay wines by spontaneous fermentation and co-fermentation with *Hanseniaspora vineae*”. Food Chemistry 141: 2513-2521.
- [7] **OIV. 2012.** Compendium of International methods of wine and must analysis. Organisation Internationale de la Vigne et du Vin, Paris.
- [8] **RIBÉREAU – GAYON P., D. DUBOURDIEU, B. DONÈCHE, A. LONVAUD. 2006.** Handbook of Enology. Volume 1 – The Microbiology of Wine and Vinifications. John Wiley & Sons, Ltd. Chichester, England.
- [9] **ROCHA S.M., F. RODRIGUES, P. COUTINHO, I. DELGADILLO, M.A. COIMBRA. 2004.** „Volatile composition of Baga red wine, Assessment of the identification of the would-be impact odorants”. AnalyticaChimica Acta 513: 257-262.
- [10] **SWIEGERS J. H., E.J. BARTOWSKY, P.A. HENSCHKE, I.S. PRETORIUS. 2005.** „Yeast and bacterial modulation of wine aroma and flavor”. Australian Journal of Grape and Wine Research 11: 139–173.
- [11] **TORREA D., P. FRAILE, T. GARDE, C. ANCIN. 2003.** „Production of volatile compounds in the fermentation of Chardonnay musts inoculated with two strains of *S.cerevisiae* with different nitrogen demands”. Food Control 14: 565 – 571.
- [12] **VOLSCHEK H., M.H. VILJOEN-BLOOM. 2006.** „Differential malic acid degradation by selected strains of *Saccharomyces* during alcoholic fermentation”. International Journal of Food Microbiology 83: 49–61.
- [13] **XU Y., S. CHEN. 2010.** „The influence of yeast strains on the volatile flavour compounds of chinese rice wine”. Journal of the Institute of Brewing 116: 190–196.