



LTH

**LUNDS TEKNISKA
HÖGSKOLA**

**En kvantitativ undersökning om optimering av
kvalitetskontroll i dryckesindustrin
— avgasning & aciditet**

Frida Andersson & Klara Eriksson

Kandidatarbete i livsmedelsteknik, 15 hp

2024-05-31

Handledare: Ia Rosenlind
Examinator: Andreas Håkansson

Förord

Detta examensarbete är slutet på vår utbildning och vi kan med glädje och tacksamhet presentera det för er alla.

Vi vill börja med att tacka vår handledare, Ia Rosenlind, universitetsadjunkt vid avdelningen för livsmedel och läkemedel, Lunds universitet, för hennes vägledning och stöd under hela arbetets gång. Hennes stora engagemang, snabba svar och tillgänglighet har varit ovärderligt.

Ett stort tack till företaget som gav oss möjligheten att utföra detta arbete och försedde oss med läskedryck samt all utrustning i er anläggning. Ett extra tack till våra erfarna externa handledare från företaget som hjälpt oss med maskinerna och kommit med intressanta synpunkter samt värdefull information.

Slutligen vill vi tacka Lunds Tekniska Högskola för möjligheten att få utföra detta examensarbete. Vi är tacksamma för allt vi fått ta del av och lärt oss under arbetets gång.

Frida Andersson & Klara Eriksson

Sammanfattning

Vid läskedryckproduktion kontrolleras kvalitén på läskan genom avgasning och aciditetsmätning. För att uppnå en tillförlitlig aciditetsmätning krävs det att all kolsyra är avlägsnad från läskan. Om det finns kolsyra kvar i läskan vid aciditetsmätningen påverkar den aciditetsresultatet till att bli missvisande. I dagsläget finns en väl fungerande metod för avgasning men som eventuellt är onödigt tidskrävande och går att optimera. Därav uppstod den här studien där syftet är att undersöka om metoden för avgasning går att optimera. Den övergripande frågeställningen är "Kan metoden för avgasning optimeras gällande aciditetsbestämning i läskedryck?". Ytterligare frågeställningar som undersöks är "Är det någon variation i aciditetsresultat mellan titreringsutrustningar av identisk modell?", "Finns det en korrelation mellan tiden för avgasning av olika läskprodukter och starthalten av koldioxid?" samt "Är det nödvändigt att avgasa en icke-kolsyrad kontrolldryck?".

Studien har genomförts med tester på avgasningsutrustning samt aciditetsmätare. Flera olika typer av läsksorter har analyserats. Resultaten av studien visar mycket små skillnader i aciditetsresultat vilket bidrar till att det är svårt att bevisa om metoden för avgasning kan optimeras. Det finns inte någon korrelation mellan mängden kolsyrahalt och avgasningstid däremot finns det ett samband mellan om läskan innehåller socker eller inte. Sockerfri läsk visar sig ha en större skillnad mellan högsta och lägsta aciditet. Att avgasa en icke-kolsyrad kontrolldryck är relevant men kan optimeras i jämförelse med fabriken nuvarande inställningar. Det uppstod ingen signifikant skillnad mellan titreringsutrustningarna av identisk modell vilket påvisar att utrustningarna är tillförlitliga och jämförbara.

Nyckelord: Soft drinks, Soda, Carbonated beverages, Degassing, Decarbonation, Carbon dioxide, kolsyra, koldioxid, acidity

Abstract

In soft drink production, the quality of the soft drink is controlled through degassing and acidity measurement. In order to achieve reliable acidity measurement, it is necessary to remove all carbonic acid from the soft drink. If there is any remaining carbonic acid in the soft drink during acidity measurement, it will affect the acidity results and lead to inaccuracies. Currently, a functional degassing method is used, but it may be unnecessarily time-consuming and can be optimized. Hence arose this study where the purpose is to investigate if the degassing method is possible to optimize. The overall research question is “Is it possible to optimize the degassing method for acidity determination in soft drinks?”. Further research questions are “Is it a difference in acidity results between the two identical titrators?”, “Is there a correlation between the time of degassing and the carbon dioxide content from the start?” and “Is it necessary to degas a non-carbonated control drink?”.

The study has been conducted with trials on the degassing equipment and the titrator. Several types of soft drinks have been analyzed. The results of the study indicate very small differences in acidity which contributes to the fact that it is difficult to prove that the method of degassing can be optimized. There is no correlation between the amount of carbonic acid and degassing time, however, there is a correlation between whether the soft drink contains sugar or not. Sugar free soft drinks are found to have a greater difference between highest and lowest acidity. Degassing a non-carbonated control drink is relevant but can be optimized compared to the current factory settings. There was no significant difference between the titrators of identical models, showing that the equipment is reliable and comparable.

Keywords: Soft drinks, Soda, Carbonated beverages, Degassing, Decarbonation, Carbon dioxide, kolsyra, koldioxid, acidity

Innehållsförteckning

1. Inledning	7
1.1 Problembeskrivning	7
1.2 Syfte	7
1.3 Frågeställning	8
1.4 Avgränsningar	8
2. Bakgrund	9
2.1 Läskindustrin	9
2.2 Syra-bas titrering (aciditetsmätning)	9
2.2.1 Aciditetsmätning med Metrohm 916 Ti-Touch	10
2.3 Avgasning	11
2.3.1 Henrys lag	11
2.3.2 Gasers löslighet i vätska och jämvikt	11
2.3.3 Kolsyra protolyseras i vatten	11
2.3.4 Diffusion	12
2.3.5 Koldioxidproduktion	13
2.3.6 Kolsyra	13
2.3.7 Somex Innovation degasser	13
2.4 Läskedryck	14
2.5 Fabriken	15
3. Material & metod	16
3.1 Materiallista	16
3.1.1 Utrustning	16
3.1.2 Kemikalier och andra medier	16
3.1.3 Läskedryck	16
3.2 Metod	16
3.2.1 Avgasning	16
3.2.2 Titrering	17
4. Resultat	18
4.1 Colaläsk	18
4.2 Sockerfri colaläsk	19
4.3 Sockerfri cola/limeläsk	20
4.4 Sockerfri cola/mangoläsk	21
4.5 Apelsinläsk	21
4.6 Sockerfri jordgubbsläsk	22
4.7 Produktionslinje jämfört med laboratoriet	22
4.7.1 Colaläsk	22
4.7.2 Sockerfri colaläsk	23
4.8 Kontrolldryck	24
4.9 Optimering	25
4.10 Skillnad i aciditet mellan socker- och sockerfri cola-baserad läsk	26

4.11 Korrelation mellan tiden för avgasning och start-halt av koldioxid	26
4.12 Försök till att testa andra typer av drycker	27
5. Diskussion	28
6. Slutsats	30
7. Felkällor	31
8. Referenser	32
9. Bilaga	34
9.1 Bilaga 1 - Screeningtester	34
9.2 Bilaga 2 - Rådata	35
9.3 Bilaga 3 - Korrelation kolsyrahalt / bästa volym	43
9.4 Bilaga 4 - T-test mellanskillnad aciditet	43

1. Inledning

Enligt Svenska akademins ordbok (år 1942) är läskedryck, läsk, en “benämning på i handeln förekommande alkoholfria, kolsyrade drycker, vanliga med socker i”.

1772 var året då Joseph Priestley upptäckte att luft under högt tryck kunde lösa sig i vatten och bilda kolsyra. Från början ville Priestley hjälpa till att hålla dricksvattnet färskt för människor som var ute på havet under en längre tid (Zenit & Rodríguez-Rodríguez, 2018). Förr i tiden ansåg människor att kolsyrat mineralvatten och kolsyrade läsk var medicin som kunde bota sjukdomar. Under år 1886 när Coca-Cola skapades ansågs även den som en stärkande medicin (Sjunnesson & Helldorff, 2012, s.194-203).

Läsk som produceras idag framställs i fabriker där en blandning av sockerlag, aromer, syror och andra tillsatser, även kallat sirup, blandas med kolsyrat vatten och förpackas i aluminiumburkar, plast eller glasflaskor. Sverige är ett land med en stor och utbredd läskproduktion, allt från stora dryckesproducenter till små lokala bryggerier. Totalt såldes 741 miljoner liter läsk i Sverige 2022 och trenden för läskdrickande tycks hålla i sig, med en stadigt ökande försäljning av sockerfri läsk (Sveriges Bryggerier, u.å).

1.1 Problembeskrivning

För alla livsmedelsföretag ställs höga krav på att livsmedlen som produceras är säkra att förtära samt håller en hög kvalitet. När det kommer till läskprodukter är det bland annat aciditeten, det vill säga syrahalten, som mäts för att säkerställa att rätt kvalitet uppnås. Vidare i rapporten kommer endast aciditet användas som benämning för syrahalten.

För att aciditetsmätningen ska kunna ge ett korrekt och stabilt analysresultat måste läskens först avgasas, detta för att kolsyran påverkar mätningen. Om läskens inte avgasas tillräckligt länge kommer kolsyran som finns kvar i provet leda till ett för högt och vilseledande aciditetsresultat. Samma gäller om läskens avgasas för länge, då avdunstar vattnet vilket leder till en högre aciditet i provet. Detta på grund av att syror som finns i läskens koncentreras. Därav är det ytterst viktigt att hitta den optimala tiden för avgasning, samtidigt som en under- och överavgasning bör undvikas.

1.2 Syfte

Syftet med studien är att effektivisera och optimera avgasningssteget i kvalitetskontrollen av läskedryck, med aciditetsmätning som indikator. Målet med optimeringen är att hitta den optimala avgasningsvolymen med avseende på den mest sanningsenliga aciditeten. Arbetet förväntas hjälpa till att eventuellt bidra med ett mer tillförlitligt resultat på kvalitetskontrollen. Genom en kvantitativ undersökning som innebär genomförande av flertalet avgasningstester och aciditetsmätningar hoppas vi kunna effektivisera processen och få mer tillförlitliga resultat. Processteget är ett välkänt och viktigt delmoment inom kvalitetsarbetet i dryckesindustrin.

1.3 Frågeställning

Övergripande frågeställning:

- Kan metoden för avgasning optimeras gällande aciditetsbestämning i läskedryck?

Ytterligare frågeställningar:

- Är det någon variation i aciditetsresultat mellan titreringsutrustningar av identisk modell?
- Är det nödvändigt att avgasa en icke-kolsyrad kontrolldryck?
- Finns det en korrelation mellan tiden för avgasning och start-halt av koldioxid i olika läskprodukter?

1.4 Avgränsningar

Det finns flertalet kolsyrade drycker i olika typer av dryckesförpackningar som kräver avgasning innan kvalitetskontroll kan utföras. Denna studie är avgränsad till att endast undersöka kolsyrad dryck som är förpackad i aluminiumburkar för att resultaten ska kunna jämföras mot varandra med samma utgångspunkt. Undantaget är kontrolldryck som inte är förpackad i aluminiumburkar, utan blandas för hand med ingredienser direkt från produktionen. Kontrolldrycken jämförs inte mot resterande läskedryck.

Studien fokuserar på avgasning och aciditetsresultat och kommer därför inte mäta kolsyra-halt efter avgasning.

2. Bakgrund

2.1 Läskindustrin

Läskindustrin är en av världens största industrier med extremt stora tillverkningsproduktioner och en konsumtion som ökar för varje år. Konsumtionen av kolsyrad läsk uppgick till 250 miljarder liter 2023 (Krones, 2024). Den globala marknaden för alkoholfria drycker värderades till 1,3 biljoner dollar 2022 och förväntas öka till 1,7 biljoner dollar 2027 (Statista, 2023). På listan över världens 100 största företag hittas dryckestillverkare som Coca-Cola och PepsiCo på plats 28 och 29 (Forbes, 2023).

För att kunna producera drycker med bra smak och konsekventa egenskaper krävs god kontroll av kvalitetsparametrar som till exempel aciditet och pH. För att säkerställa tillförlitliga resultat krävs det att kolsyran avlägsnas från läsk som ska analyseras då kolsyran annars kan påverka analysvärdena. Det vill säga läsk behöver avgasas innan den analyseras.

Dryckesindustrin levde många år med långsamma och oprecisa metoder gällande avgasning som till exempel vakuum, omrörning och filtrering. 2011 gjordes ett forskningssamarbete mellan University College Cork, Somex Ltd och Enterprise Ireland i syfte att förbättra avgasningsmetoderna för läskindustrin. Resultatet blev en avgasningsmaskin som teoretiskt sett kunde avgas ett prov på 4 minuter till skillnad från de gamla metoderna som kunde ta upp mot 30 minuter (Évora Gomes, 2011). Den nya avgasningsmetoden blev snabbt accepterad av industrin då fördelarna var överlägsna.

Somex Innovation Ltd var företaget som utvecklade innovationen av avgasningsmaskinen och är återförsäljare av den än idag. Idag är det den avgasningsutrustning som används mest frekvent i kvalitetsarbetet inom dryckesindustrin.

2.2 Syra-bastitrering (aciditetsmätning)

Titration, som är en väletablerad analysmetod, anses vara en av de äldsta och mest använda kvantitativa analysmetoderna inom kemisk analys. Det har skett en stor utveckling av titreringsutrustning under åren och i dagens utbud finns det både manuella, halvautomatiska samt helautomatiska system (Mettler Toledo, u.å).

Aciditetsmätning utgör en central del av kvalitetskontrollen inom en mängd olika livsmedelsföretag. Genom att övervaka syranivåerna i ett livsmedel kan företaget säkerställa att deras produkter håller önskad kvalitet och har konsekventa egenskaper över tid. Det är dock viktigt att förstå och skilja på begreppen pH (surhet) och aciditet (syrahalt) då dessa är två olika begrepp, men tätt sammanlänkade (Nielsen, 2017, s. 391). Vid mätning av aciditet i ett livsmedel bestäms den totala mängden syror som finns, det vill säga alla olika syror som finns i ett livsmedel, både organiska och oorganiska. Vid en pH-mätning mäts surheten och aktiviteten av syror. pH beror på hur koncentrerade syror är men också vilka samt hur starka

de är. Detta relaterar till hur många vätejoner som finns lösta, ju fler vätejoner desto surare lösning (Mettler Toledo, u.å).

Vid en aciditetsmätning mäts syrakoncentrationen i ett livsmedel. Detta kan göras med hjälp av en syra-bastitrering, där en känd stark bas används och gradvis tillsätts i den sura lösningen för att nå ekvivalenspunkten (neutralisation). Här råder ett samband mellan aciditet och pH. Genom att tillsätta en stark bas till en syra höjs pH-värdet. Beroende på koncentrationen av de ingående syrorna krävs olika mängd bas för att lösningen ska neutraliseras (Furugren, 2015, s. 74). När en syra-bastitrering utförs, bör alltid basen vara titratoren, det vill säga den lösning som är i byretten. Den sura lösningen, titrand, placeras i kolven/bägaren. Om basen placeras som titrand i den öppna kolven eller bägaren är risken stor att koldioxid som finns i luften löser sig i lösningen och förändrar koncentrationen under titreringen (Furugren, 2015, s. 75-76).

I denna studie syftar aciditetsmätningen till att bestämma den mängd av den kända basen natriumhydroxid (0,1 mol/l NaOH) som behövs för att nå ekvivalenspunkten i den sura lösningen (läskedrycken). Ekvivalenspunkten utgår ifrån syrorna som finns i läskedrycken, citronsyra och fosforsyra. Resultatet från aciditetsmätningen fungerar som en indikator på hur effektivt avgasningssteget har varit innan aciditetsmätningen genomfördes.

2.2.1 Aciditetsmätning med Metrohm 916 Ti-Touch

I livsmedelsindustrin är det vanligt att använda sig av titreringsutrustning vid mätning av aciditet. Metrohm 916 Ti-Touch är ett exempel på en liten, kompakt och helautomatisk titrator som hanterar kemikalierna på ett säkert sätt (Metrohm, u.å). Innan processen påbörjas måste ekvivalenspunkten vara känd, så att ett specifikt pH-värde kan väljas. Det är detta värde provet sedan ska uppnå. När ett specifikt pH-värde har valts ska titreringsutrustningen aktiveras för att därefter sköta resten av processen själv.

Titreringsprocessen går ut på att använda sig av en titrator, med känd koncentration, som tillsätts provet och sprids ut med hjälp av en liten propeller. För att övervaka provets pH-förändringar finns det en elektrod som registrerar dem och visas som en kurva på displayen. När ekvivalenspunkten har uppnåtts presenteras aciditetsresultatet. Detta beräknas av maskinen genom att den tar hänsyn till den mängd av den kända lösningen, titratoren, som krävs för att nå ekvivalenspunkten.

Efter ett telefonsamtal med en expert på företaget Metrohm (personlig kommunikation, 18 april, 2024) kommunicerades det att vid avläsning av resultat måste det tas i beaktning att bland annat elektroden, kalibrering av maskinen och andra parametrar kan spela roll för hur noggrant maskinen räknar.

Aciditetsresultatet i denna studie uttrycks i antal ml av lösningen $0,1 \text{ mol/dm}^3$ NaOH per 100 ml prov.

2.3 Avgasning

För att kunna utföra kvalitetskontroller på läsk som till exempel aciditesmätning är avgasning nödvändig. Det vill säga, kolsyran måste avlägsnas från läsk. Om avgasning inte sker kommer kolsyran att störa analysvärdena och ett missvisande resultat kan uppstå (Évora Gomes, 2011).

Kemin bakom avgasningen har att göra med olika faktorer. Henrys lag, gasers löslighet i vätska, jämvikt och diffusion är alla väsentliga faktorer bakom teorin av avgasning.

2.3.1 Henrys lag

Henrys lag lyder som följande "lösligheten av en gas i en vätska är proportionell mot trycket av gasen ovanför vätskan" (Raymond, 2013, s. 209). Det vill säga att om trycket ovanför vätskan dubblas kommer andel löst gas i vätskan också att dubblas. Koldioxid har ett partialtryck på 0,169 g/100 g H₂O vid 1 atm och 20 °C (vanligt atmosfärstryck). Inuti en oöppnad läskburk är trycket i luften ovanför vätskan högre än det normala atmosfärstrycket för att mer koldioxid ska lösa sig i läsk. När burken öppnas minskar trycket i luften ovanför vätskan (blir till normalt atmosfärstryck) och koldioxiden bubblar ur i enlighet med Henrys lag. Koldioxiden i läsk kommer att bubbla ur tills det uppstår jämvikt mellan andelen gas i vätskan och andelen gas i luften ovanför (Raymond, 2013, s. 209).

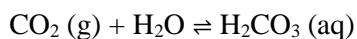
2.3.2 Gasers löslighet i vätska och jämvikt

Gasers löslighet i vätska beror på möjligheten att skapa bindningar mellan partiklarna i vätskan och gasen, temperaturen samt trycket. Ju högre tryck och lägre temperatur desto bättre löslighet (Nationalencyklopedin, u.å). När koldioxid löser sig i vatten bildas kolsyra som är en svag syra. Svaga syror och baser som protolyseras med vatten gör det inte fullständigt, utan det är en reversibel reaktion som kan gå i båda riktningarna (höger och vänster) samt bilda både produkter och reaktanter. Detta visas genom att skriva " \rightleftharpoons " med reaktanterna på vänster sida och produkterna på höger sida om pilen. När koncentrationen av ämnena på den vänstra sidan är hög kommer reaktionen gå åt höger och vice versa. Reversibla reaktioner strävar efter att koncentrationerna på höger sida och vänster sida ska vara konstanta. När reaktanterna och produkterna skapas och förbrukas lika snabbt står systemet i jämvikt (Raymond, 2013, s. 243). Det tar lång tid för jämvikt att ställa in sig mellan koldioxid löst i vatten och koldioxid i gasfas (Furugren, 2015, s. 43-44).

2.3.3 Kolsyra protolyseras i vatten

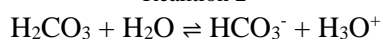
När koldioxid löses i vatten sker tre reversibla reaktioner. Först bildar koldioxid och vatten kolsyra. Därefter bildar kolsyra och vatten vätekarbonatjoner samt oxoniumjoner. I den sista reaktionen bildar vätekarbonatjoner och vatten karbonatjoner samt oxoniumjoner. Reaktionerna sker enligt följande:

Reaktion 1



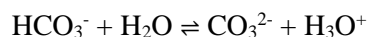
koldioxid + vatten \rightleftharpoons kolsyra

Reaktion 2



Kolsyra + vatten \rightleftharpoons vätekarbonatjon + oxoniumjon

Reaktion 3



Vätekarbonatjon + vatten \rightleftharpoons karbonatjon + oxoniumjon

När kolsyran reagerar med vatten och bildar joner kallas det för att den protolyseras (Furugren, 2015, s. 69). På grund av att kolsyra är en svag syra dissocieras den inte fullständigt i vatten (Furugren, 2015, s. 71-72). Det vill säga att inte alla kolsyramolekyler avger sina vätejoner i reaktion 2. Läsken som avgasas har ett lågt pH vilket betyder att den innehåller en hög koncentration oxoniumjoner. När läskens avgasas minskar koldioxiden på vänster sida i reaktion 1, vilket betyder att reaktion 1 går åt vänster. När reaktion 1 går åt vänster går även reaktion 2 åt vänster eftersom kolsyrakoncentrationen på vänster sida minskar. Detta i sin tur gör även att reaktion 3 går åt vänster. När oxoniumjonerna från koldioxiden minskar bidrar det till ett mer noggrant aciditetsresultat, eftersom närvaron av jonerna stör aciditetsmätningen. På så vis bevisar aciditetsmätningen om avgasningen är tillräcklig. Om avgasningen pågår under för lång tid leder det till att vatten avdunstar och syrorna koncentreras. Att avgasa läsk under för kort eller lång tid kommer alltså ge ett högre, missvisande, aciditetsresultat.

2.3.4 Diffusion

Diffusion innebär att "substanser rör sig från områden med högre koncentration till områden med lägre koncentration" (Raymond, 2013, s. 225). Det vill säga att partiklar i en vätska sprider ut sig jämnt över vätskan baserat på koncentrationsskillnader. Om koncentrationen av en viss typ av partiklar är hög på ett specifikt ställe i vätskan, är koncentrationen av samma partiklar lägre längre ifrån. Med tiden sprider partiklarna sig, från stället med hög koncentration, ut i hela vätskan så att de blir jämnt fördelade. Det kallas för att partiklarna diffunderar. Diffusion sker spontant hela tiden, det krävs ingen tillsatt energi för att det ska ske. Däremot kan diffusion ske snabbare om man tillsätter rörelse eller värme. Ju större koncentrationsskillnad det är, desto snabbare går diffusionen (Furugren, 2015, s. 51).

När läsk ska avgasas trycks luft ner i vätskan. Luftbubblorna innehåller en lägre koncentration koldioxid än vad läskens gör. Genom koncentrationsskillnad och diffusion kommer koldioxiden att röra sig mot luftbubblorna och diffundera in i dem. Diffusionen snabbas även på genom rörelsen som bildas i läskens av tryckluften. Detta gör att koldioxiden följer med luftbubblorna ut ur läskens och på så sätt minskar koldioxidhalten (kolsyran) snabbt i läskens.

2.3.5 Koldioxidproduktion

Koldioxid är en smak-, lukt- och färglös gas som även kan existera i flytande och fast form. Koldioxid bildas naturligt vid förbränning samt vid andning från aeroba organismer (Livsmedelsverket, u.å).

Koldioxid framställs även kommersiellt och den globala produktionen uppskattas uppgå till många miljoner ton per år. Den framställs framför allt som biprodukt under tillverkningen av väte för ammoniaksyntes och även genom absorption från den bildade gasen vid förbränning eller fermentering. Koldioxiden kondenseras genom kylning eller kompression och renas för att säkerställa att den är fri från orenheter och att den passar till sitt ändamål. Den säljs sedan på stålcyllindrar eller som torris (Nationalencyklopedin, u.å).

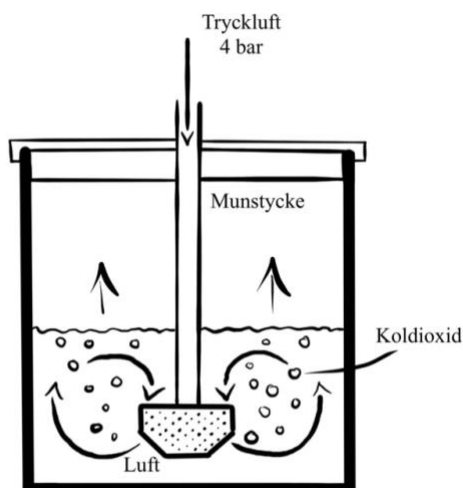
2.3.6 Kolsyra

Kolsyra bildas naturligt i vattenkällor i naturen och kan även framställas på konstgjord väg. För att skapa kolsyra i en vätska trycks koldioxid ner under högt tryck så att koldioxiden löser sig i vätskan och bildar kolsyra. Mängden koldioxid som löser sig i vätskan är proportionell mot trycket och beror även på temperaturen. Ju högre tryck och lägre temperatur desto lättare löser koldioxiden sig. Om trycket försvinner kommer koldioxiden att försvinna ur vätskan genom att gasbubblor av koldioxid stiger mot ytan (Zenit & Rodríguez-Rodríguez, 2018).

Kolsyra används i läskedryck dels för att ge en sur och skarp smak, dels för att ge ett brus och dels för att ge läskan en längre hållbarhet genom att fungera som ett mildt konserveringsmedel mot bakterier, jäst och mögel. Olika typer av läsk kan innehålla olika mängd kolsyra. Smaker som cola och citron innehåller vanligtvis mer kolsyra än bäriga smaker. Detta beror på vilken smak som vill uppnås (M. Abu-Reidah, 2020, s. 10).

2.3.7 Somex Innovation degasser

Somex Innovation degasser är en maskin som används för att avgasa kolsyrad dryck automatiskt. Idéen bakom maskinen är att koldioxiden som finns i den kolsyrade drycken ska bubbla ur med hjälp av tryckluft. Detta görs genom att ett munstycke förs ner i vätskan som ska avgasas. När luft blåses ner i provet diffunderar koldioxiden som finns i drycken in i luftbubblorna och bubblar sedan ut ur drycken. I figur 1 visas en schematisk bild av hur munstycket blåser ner luft i vätskan och luftbubblor innehållande koldioxid bubblar ur. Det finns två parametrar som kan ändras under inställningar i maskinen, volym (l) och flödes hastighet (l/min). Volym bestämmer vilken total volym luft som ska blåsas ner i provet. Flödes hastighet bestämmer vilket flöde av volym luft som ska blåsas ner i provet per minut. Både volym och flödes hastighet påverkar hur lång tid avgasningen tar. Maskinen kan lagra olika program för olika typer av läsk (Somex Innovation, 2016).



Figur 1. Visar en schematisk bild av hur avgasningen går till i maskinen. Munstycket trycker ner luft i vätskan och luftbubblor innehållande koldioxid bubblar ur. Figur skapad av Saga Andersson.

2.4 Läskedryck

Begreppet läskedryck, läsk, syftar på en söt kolsyrad dryck som är smaksatt med olika smaker. Vanligt förekommande ingredienser i läsk är vatten, socker, fruktjuice, sötningsmedel, syra, aromämnen och koldioxid.

Vatten utgör huvuddelen av läsk, mellan 85%-99% av produkten och fungerar som lösningsmedel för resten av ingredienserna. Vattnet måste vara av hög kvalitet för att inte påverka smak, utseende, kolsyra och andra egenskaper i läsk. Det är vanligt att dryckesföretag själva behandlar och filtrerar vattnet som används i produkterna för att vara säkra på att rätt kvalitet efterlevs (Ashurst, 2016, s. 94). I denna studie benämns det specialvatten.

Socker utgör ofta mellan 7-12% av läsk när det är den enda källan till sötningsmedel. Sockret bidrar till att ge läsk en söt smak, agerar som synergist och balanserar andra smaker. I en sockerfri läsk används i stället andra sötningsmedel som till exempel aspartam och acesulfam K. Dessa sötningsmedel ger också en söt smak och en synergieffekt men de bidrar även till en kalorireducering till skillnad från läsk med socker (Ashurst, 2016, s. 95).

Fruktjuice används för att smaksätta läsk med naturliga smakämnen. Vanligtvis används upp till 10% fruktjuice i läsk. Det ger även upphov till sötma och surhet. Aromämnen ger läsk sin unika och karaktäristiska smak med hjälp av naturliga och artificiella aromer (Ashurst, 2016, s. 95).

Syror är en viktig komponent i läsk. De sänker pH, vanligtvis under 4,5 och fungerar därmed som ett mildt konserveringsmedel och tar bort risken för patogener i produkten. De fungerar även som en viktig basmak som lyfter övriga smaker och ger läsk en skarp, tydlig och syrlig

smak. Dessutom bidrar syror till en törstsläckande effekt då de ökar salivproduktionen. De vanligaste syrorna som används i läsk är citronsyra och fosforsyra (Ashurst, 2016, s. 98).

Läsk förpackas i PET-flaskor, aluminiumburkar eller glasflaskor. Förpackningen är essentiell för att förvara, skydda och marknadsföra läsk. Det finns olika för- och nackdelar med olika typer av förpackningar. PET-flaskor är transparenta och okänsliga för att gå sönder men släpper ut kolsyra med tiden. Aluminiumburkar har en stark barriär och släpper inte ut någon kolsyra men är inte transparent. Glasflaskor anses lyxigare från ett konsumentperspektiv och har bäst lagringstid men är otympliga att hantera och går lätt sönder (Ashurst, 2016, s. 202-217).

2.5 Fabriken

Denna studie har utförts på en mindre fabrik som producerar drycker både under eget varumärke och för ett annat världskänt företag. Fabriken producerar i dagsläget läsk både med och utan socker men även annan dryck såsom vatten i flera olika smaker.

Fabriken använder sig av förinställda program på avgasningsmaskinen. Dessa program medföljde som rekommendation vid köpet av maskinen och har inte ändrats sedan dess. I dagsläget kör fabriken all läsk och syrup som testas i den här studien på program 1, vilket betyder att flödes hastigheten är 5 l/min och volym luft som blåses in i provet är 25 l.

Under tillverkningen av läskedryck genomförs kvalitetskontroll bland annat på en så kallad kontrolldryck. Det är en blandning som består av specialvatten och syrup. Specialvatten är vanligt, icke-kolsyrat, vatten som genomgår en speciell reningsprocess och som är noggrant filtrerat. Personalen blandar kontrolldrycken förhand för att kontrollera att aciditeten stämmer överens med fabriken riktvärden.

3. Material & metod

3.1 Materiallista

3.1.1 Utrustning

- Somex Innovation avgasningsutrustning
- Titring Metrohm 916 Ti-Touch
- Elektronisk pipett - Integra pipetboy
- 100 ml glaspipett
- 10 ml plastpipett
- Engångspipett
- Bägare
- Peleusboll

3.1.2 Kemikalier och andra medier

- Natriumhydroxid (0,1 mol/l NaOH)
- Etanol 70 %
- Destillerat vatten

3.1.3 Läskedryck

- Colaläsk
- Sockerfri colaläsk
- Sockerfri cola/limeläsk
- Sockerfri cola/mangoläsk
- Apelsinläsk
- Sockerfri jordgubbsläsk
- Syrup (sockerfri colasmak och sockerfri cola/limesmak)
- Specialvatten

3.2 Metod

Studien inleddes med att fastställa vilka parametrar som skulle användas. Detta gjordes genom ett flertal screeningtester som hittas i bilaga 1. När lämpliga parametrar var identifierade påbörjades det riktiga försöket.

3.2.1 Avgasning

Vid genomförandet av avgasningen mättes 200 ml läsk upp i en 500 ml bägare och placerades sedan i avgasningsmaskinen. För kontrolldrycken blandades först 50 ml syrup med 250 ml specialvatten och sedan mättes 200 ml upp för avgasning. Inställningarna ställdes in för den aktuella omgången och vid start av avgasningen startades samtidigt en tidtagare. Under samtliga avgasningsförsök användes en flödes hastighet på 5 l/min, medan volymen luft som blåstes in i provet var den varierande parametern. Volymerna som testades på alla läsksorter

var 10 l, 15 l, 20 l, 25 l samt den maximala volymen på 54 l. Utöver dessa volymer testades även en del mellanpunkter på vissa läsksorter för att få fram ett mer noggrant resultat. När avgasningen var klar stannade maskinen automatiskt och tidtagaren stoppades manuellt. Tiden antecknades och det avgasade provet togs bort från maskinen.

3.2.2 Titring

När provet var avgasat mättes korrekt mängd upp med hjälp av en pipett. 100 ml för colaläsk och 10 ml för övriga sorter. För att säkerställa en så noggrann mängd som möjligt inför aciditetsmätningen användes en 100 ml pipett samt en 10 ml pipett. Därefter placerades provet i titreringsutrustningen där förinställda program fanns tillgängliga för olika typer av läskedryck. Efter ca 5 min var titreringen klar och skärmen visade pH samt aciditetsresultat (mekv/100 ml). Efter aciditetsmätningen togs även sockerhalten (brix) då det är ett obligatoriskt steg för fabriken i den normala kvalitetskontrollen. Sockerhalten kommer dock inte behandlas i den här studien.

Nedan i tabell 1 presenteras alla läsksorter samt de använda volymerna för avgasning och aciditetsmätning. Dessa mängdangivelser kommer från fabriken. Trots att 10 ml prov används för apelsinläsk och sockerfri jordgubbsläsk baseras resultatet från aciditetsmätaren på 100 ml läsk. Det innebär att resultaten presenteras multiplicerat med 10.

Tabell 1. Läskedryck samt volymer (ml) för avgasning och aciditetsmätning.

Läskedryck	Avgasning volym (ml)	Aciditetsmätning (ml)
Colaläsk	200	100
Sockerfri colaläsk	200	100
Sockerfri cola/limeläsk	200	100
Sockerfri cola/mangoläsk	200	100
Apelsinläsk	200	10 avgasat prov, 90 destillerat vatten.
Sockerfri jordgubbsläsk	200	10 avgasat prov, 90 destillerat vatten.
Kontrolldryck sockerfri cola/lime	200	100
Kontrolldryck sockerfri cola	200	100

Försöken upprepades med triplicat på varje volym och utfördes på 5-10 olika volymer i varje testomgång. Samtliga tester utfördes på fabriken egna laboratorium och totalt testades 6 olika läsksorter och två egenblandade kontrolldrycker. Två av testomgångarna testades även på utrustningen vid produktionslinjen. Detta för att kunna jämföra om det fanns någon skillnad mellan de olika utrustningarna trots att de är identiska. All rådata hittas i bilaga 2.

4. Resultat

När studien påbörjades genomfördes screeningtester och flödes hastigheten var den första parametern som ändrades för att säkerställa om den hade en påverkan eller inte. Den ändrades från 1 till 8 l/min, vilket gav en variation i avgasningstid från 3 till 24 minuter. Under dessa screeningtester hölls volymen av luft som blåstes in i provet konstant på 25 liter. Trots variationer i flödes hastigheten märktes endast små skillnader i aciditetsresultat, vilket kan ses i bilaga 1. Därefter togs beslutet att i stället ändra parametern volym av luft som blåstes in i provet.

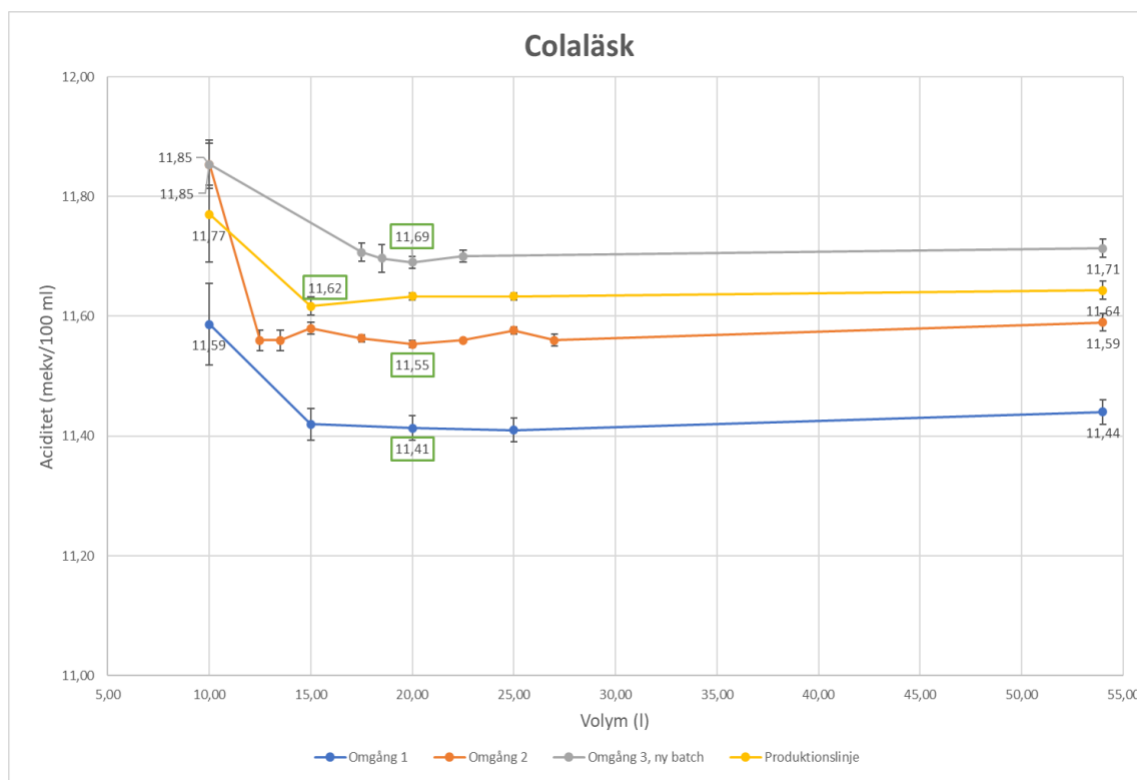
Innan nästa parameter påbörjades, att ändra volymen, behövde flödes hastigheten fastställas till att vara konstant för alla prover. Fabriken använde sedan tidigare en flödes hastighet på 5 l/min för sina kvalitetskontroller. Efter flera screeningtester med mindre variationer konstaterades det att en flödes hastighet på 5 l/min, som också rekommenderats av tillverkaren av avgasningsutrustningen, var passande för denna studie.

När flödes hastigheten var bestämd till 5 l/min började olika volymer testas. Insikten att det inte var meningsfullt att använda en volym under 10 liter kom ganska snabbt, eftersom aciditetsresultatet då blev betydligt högre jämfört med resterande volymer. Detta indikerade på att provet inte avgasats tillräckligt länge och att kolsyra fortfarande fanns närvarande i provet, vilket resulterade i ett felaktigt aciditetsresultat.

Efter att ha genomfört flera försök fastställdes utgångspunkter med volymerna 10, 15, 20, 25 och 54 liter. Med dessa utgångspunkter testades sedan ytterligare några volymer på vissa läsksorter för att få ett mer detaljerat och noggrant slutresultat.

4.1 Colaläsk

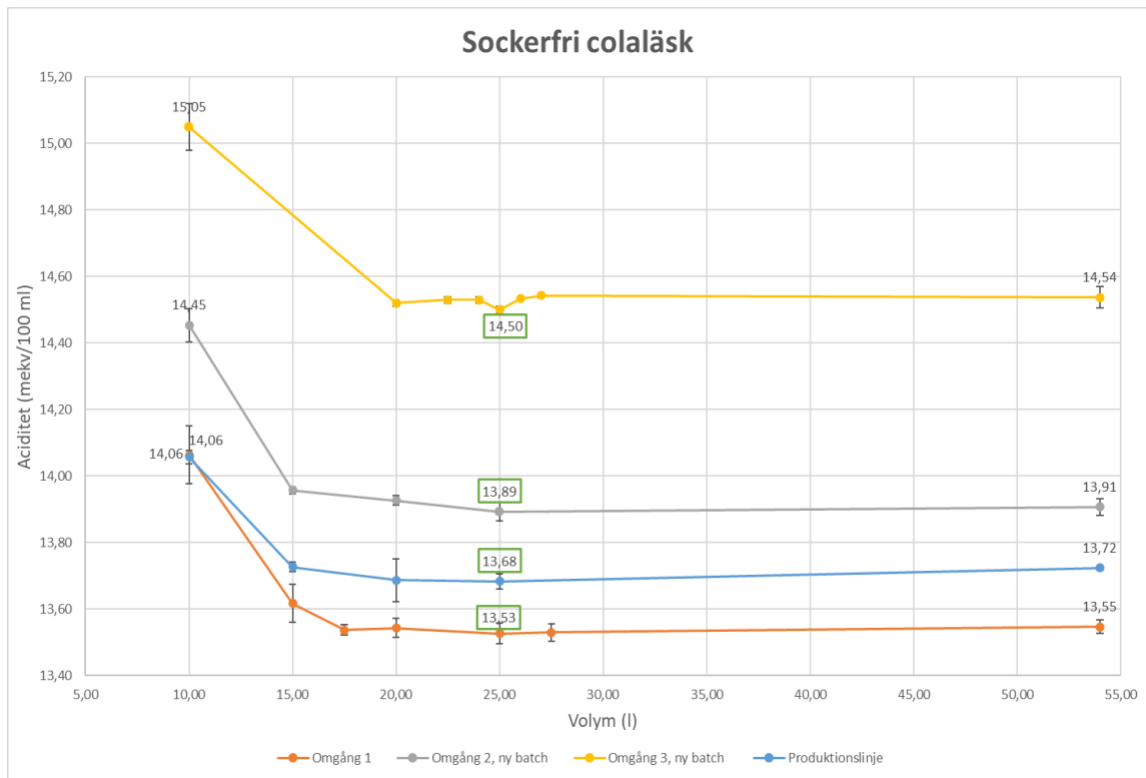
I figur 2 visas fyra olika testomgångar av colaläsk och hur aciditetsresultaten rör sig beroende på olika volymer luft som blåses in i provet. Resultatet visar att samtliga omgångar, förutom omgången på produktionslinjen, har lägsta aciditet vid 20 l luft. Omgång 1 har lägsta punkt på 11,41 mekv/100 ml vid 20 l. Omgång 2 har lägsta punkt på 11,55 mekv/100 ml vid 20 l. Omgång 3, ny batch har lägsta punkt på 11,69 mekv/100 ml vid 20 l. Produktionslinjen har sin lägsta punkt på 11,62 mekv/100 ml vid 15 l. Punkter markerade med grönt är det lägsta resultatet. I diagrammet visas även standardavvikelser i form av felstaplar.



Figur 2. Medelvärde från aciditetsmätning (mekv/100 ml) av colaläsk beroende på volymen (l) luft som blåses in i provet. Högsta resultat, lägsta resultat, resultat för sista testpunkten samt standardavvikelse i form av felstaplar visas.

4.2 Sockerfri colaläsk

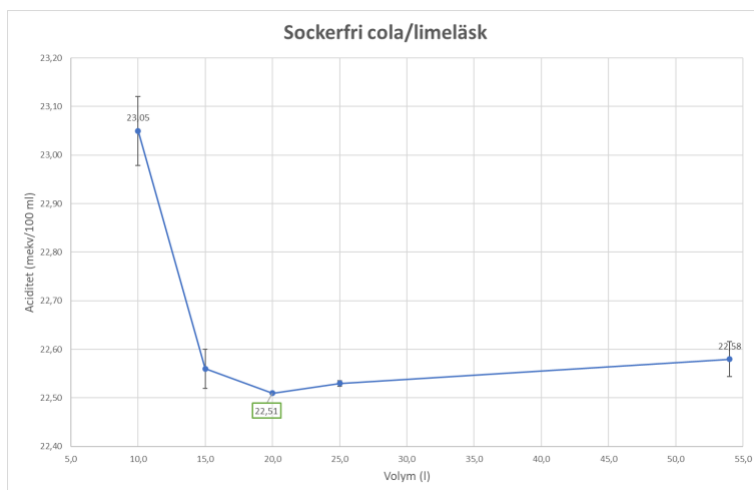
I figur 3 visas fem olika testomgångar av sockerfri colaläsk och hur aciditetsresultaten rör sig beroende på olika volymer luft som blåses in i provet. Resultatet visar att samtliga omgångar har lägsta aciditet vid 25 l luft. Omgång 1 har lägsta punkt på 13,53 mekv/100 ml vid 25 l. Omgång 2, ny batch har lägsta punkt på 13,89 mekv/100 ml vid 25 l. Omgång 3, ny batch har lägsta punkt på 14,50 mekv/100 ml vid 25 l. Produktionslinjen har sin lägsta punkt på 13,68 mekv/100 ml vid 25 l. Punkter markerade med grönt är det lägsta resultatet. I diagrammet visas även standardavvikelser i form av felstaplar.



Figur 3. Medelvärde från aciditetsmätning (mekv/100 ml) av sockerfri colaläsk beroende på volymen (l) luft som blåses in i provet. Högsta resultat, lägsta resultat, resultat för sista testpunkten samt standardavvikelse i form av felstaplar visas.

4.3 Sockerfri cola/limeläsk

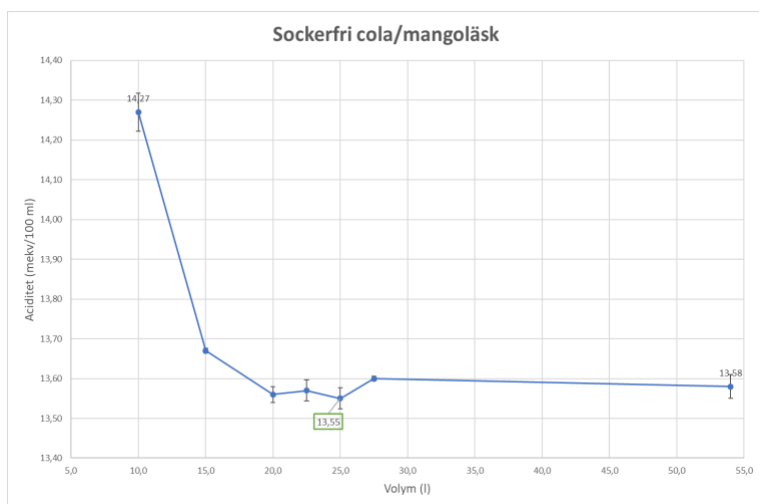
Figur 4 visar aciditetsresultatet på sockerfri cola/limeläsk samt hur det rör sig beroende på volymen (l) luft som blåses in i provet. Punkten markerad i grönt är den lägsta punkten vilket visar 22,51 mekv/100 ml vid 20 l. I diagrammet visas även standardavvikelser i form av felstaplar.



Figur 4. Medelvärde från aciditetsmätning (mekv/100 ml) av sockerfri cola/limeläsk beroende på volymen (l) luft som blåses in i provet. Högsta resultat, lägsta resultat, resultat för sista testpunkten samt standardavvikelse i form av felstaplar visas.

4.4 Sockerfri cola/mangoläsk

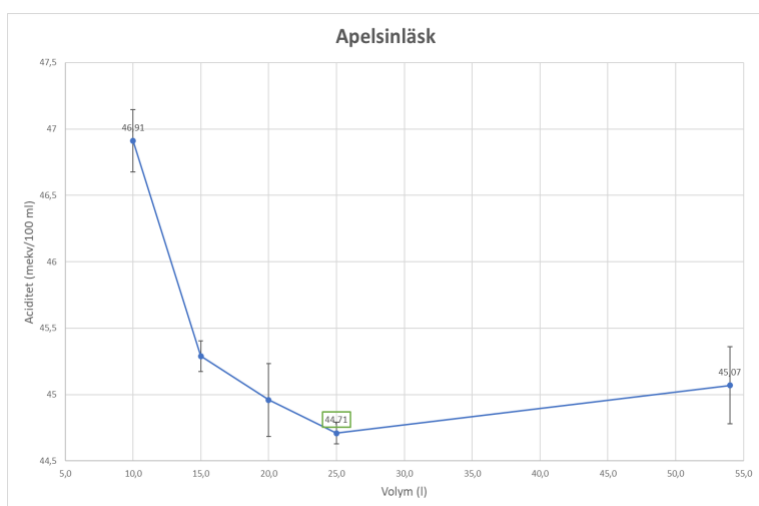
Figur 5 visar aciditetsresultatet på sockerfri cola/mangoläsk samt hur det rör sig beroende på volymen (l) luft som blåses in i provet. Punkten markerad i grönt är den lägsta punkten vilket visar 13,55 mekv/100 ml vid 25 l. I diagrammet visas även standardavvikelser i form av felstaplar.



Figur 5. Medelvärde från aciditetsmätning (mekv/100 ml) av sockerfri cola/mangoläsk beroende på volymen (l) luft som blåses in i provet. Högsta resultat, lägsta resultat, resultat för sista testpunkten samt standardavvikelse i form av felstaplar visas.

4.5 Apelsinläsk

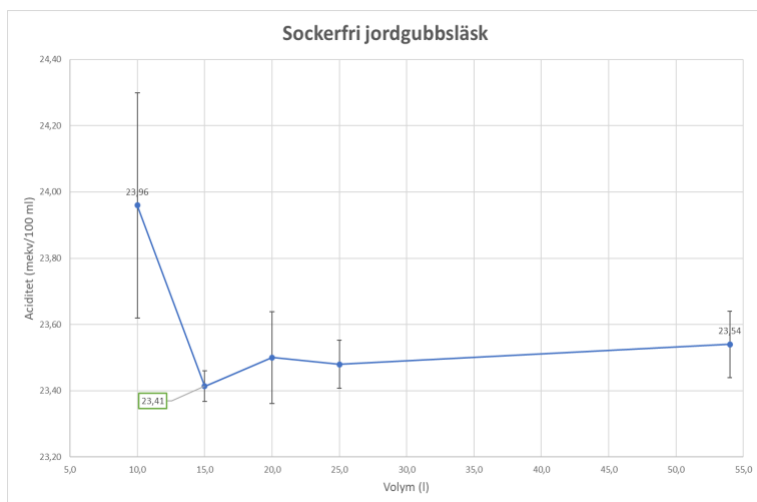
Figur 6 visar aciditetsresultatet på apelsinläsk samt hur det rör sig beroende på volymen (l) luft som blåses in i provet. Punkten markerad i grönt är den lägsta punkten vilket visar 44,71 mekv/100 ml vid 25 l. I diagrammet visas även standardavvikelser i form av felstaplar.



Figur 6. Medelvärde från aciditetsmätning (mekv/100 ml) av apelsinläsk beroende på volymen (l) luft som blåses in i provet. Högsta resultat, lägsta resultat, resultat för sista testpunkten samt standardavvikelse i form av felstaplar visas.

4.6 Sockerfri jordgubbsläsk

Figur 7 visar aciditetsresultatet på sockerfri jordgubbsläsk samt hur det rör sig beroende på volymen (l) luft som blåses in i provet. Punkten markerad i grönt är den lägsta punkten vilket visar 23,41 mekv/100 ml vid 15 l. I diagrammet visas även standardavvikelser i form av felstaplar.

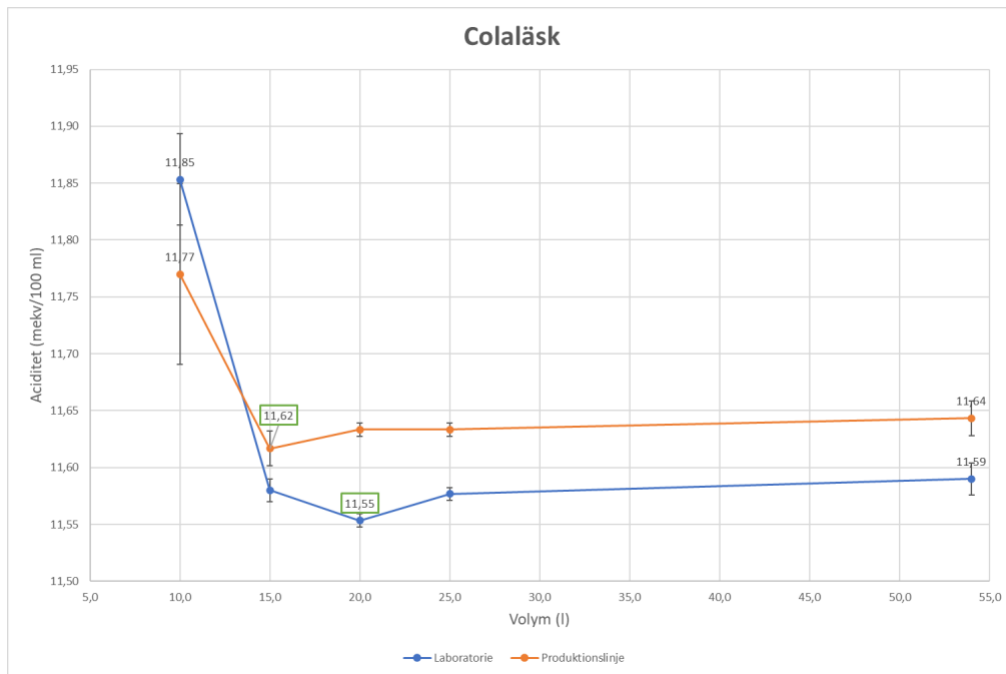


Figur 7. Medelvärde från aciditetsmätning (mekv/100 ml) av sockerfri jordgubbsläsk beroende på volymen (l) luft som blåses in i provet. Högsta resultat, lägsta resultat, resultat för sista testpunkten samt standardavvikelse i form av felstaplar visas.

4.7 Produktionslinje jämfört med laboratoriet

4.7.1 Colaläsk

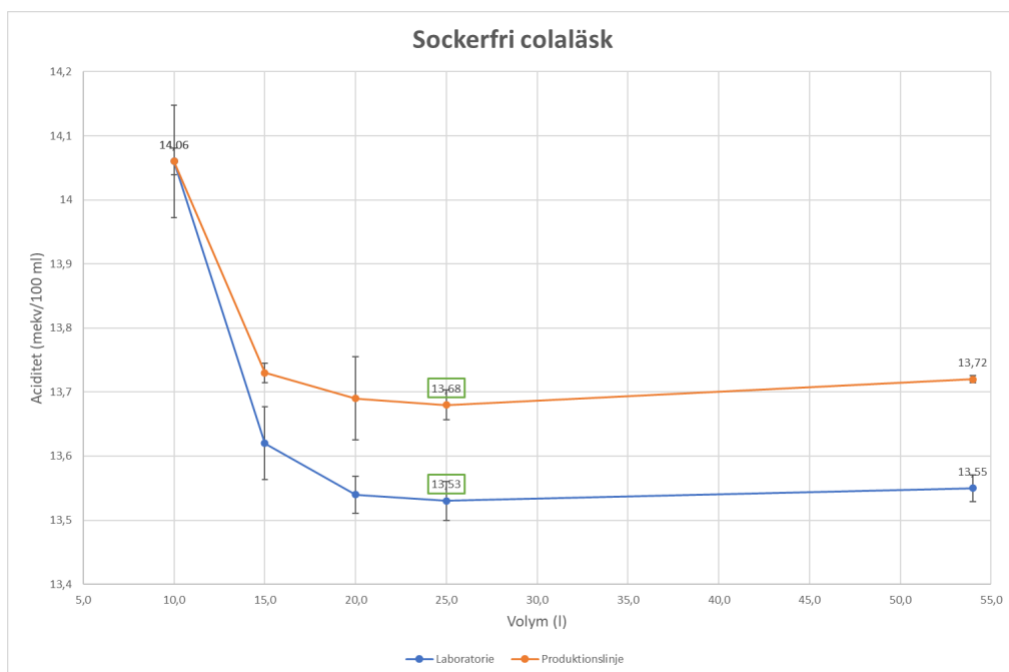
Figur 8 visar en jämförelse i aciditetsresultat av colaläsk mellan utrustningen i laboratoriet och vid produktionslinjen. Utrustningen är identisk. Punkterna markerade med grönt är de lägsta punkterna, vilket visar 11,55 mekv/100 ml vid 20 l i laboratoriet och 11,62 mekv/100 ml vid 15 l vid produktionslinjen. I diagrammet visas även standardavvikelser i form av felstaplar.



Figur 8. Medelvärde från aciditetsmätning (mekv/100 ml) av colaläsk beroende på volymen (l) luft som blåses in i provet samt vart analysutrustningen är placerad. Högsta resultat, lägsta resultat, resultat för sista testpunkten samt standardavvikelse i form av felstaplar visas.

4.7.2 Sockerfri colaläsk

Figur 9 visar en jämförelse i aciditetsresultat av sockerfri colaläsk mellan utrustningen i laboratoriet och vid produktionslinjen. Utrustningen är identisk. Punkterna markerade med grönt är de lägsta punkterna, vilket visar 13,53 mekv/100 ml vid 25 l i laboratoriet och 13,68 mekv/100 ml vid 25 l vid produktionslinjen. I diagrammet visas även standardavvikelser i form av felstaplar.



Figur 9. Medelvärde från aciditetsmätning (mekv/100 ml) av sockerfri colaläsk beroende på volymen (l) luft som blåses in i provet samt vart analysutrustningen är placerad. Högsta resultat, lägsta resultat, resultat för sista testpunkten samt standardavvikelse i form av felstaplar visas.

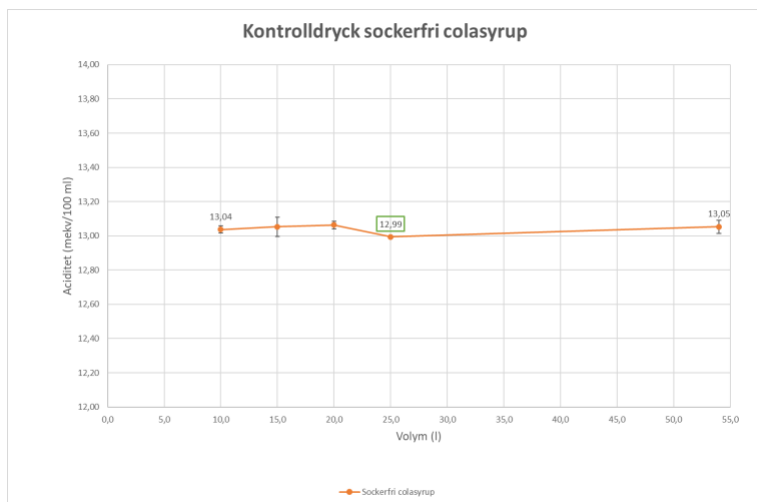
Resultaten på t-test visar att det inte finns någon signifikant skillnad mellan utrustningen på produktionslinjen och i laboratoriet (se tabell 2). T-test är gjort på medelvärdet av triplikaten på aciditetenresultaten på colaläsk och sockerfri colaläsk. Samtliga volymer jämförs mot varandra mellan laboratoriet och produktionslinjen i t-testet. P-värdet visade 0,66 respektive 0,38. Vid ett p-värde lägre än 0,05 anses skillnaden vara signifikant.

Tabell 2. Visar p-värdet från T-test gjorda på medelvärdet av aciditeten mellan utrustningen på produktionslinjen och laboratoriet.

T-test (produktionslinje vs laboratoriet)	
Colaläsk	0,66
Sockerfri colaläsk	0,38

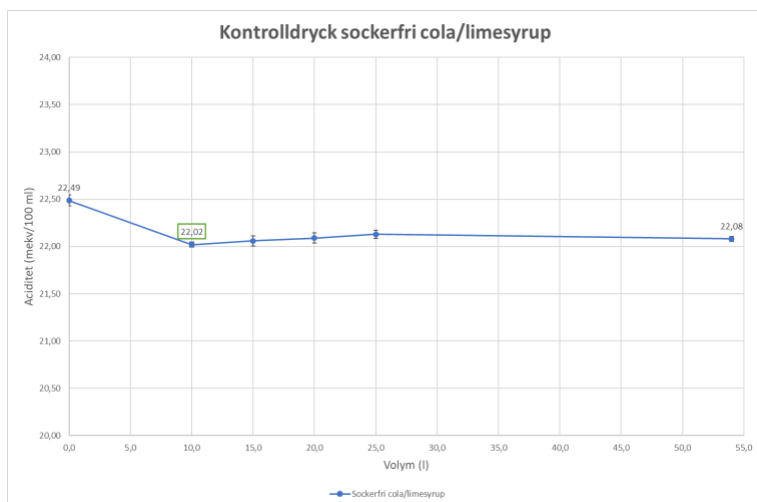
4.8 Kontrolldryck

Figur 10 visar aciditetsresultatet på kontrolldryck sockerfri colasyrup samt hur det rör sig beroende på volymen (l) luft som blåses in i provet. Punkten markerad i grönt är den lägsta punkten vilket visar 12,99 meqv/100 ml vid 25 l. I diagrammet visas även standardavvikelser i form av felstaplar. Testpunkten för 0,0 l luft finns inte med då detta övervägdes för sent.



Figur 10. Medelvärde från aciditetsmätning (mekv/100 ml) av kontrolldryck sockerfri colasyrup beroende på volymen (l) luft som blåses in i provet. Högsta resultat, lägsta resultat, resultat för sista testpunkten samt standardavvikelse i form av felstaplar visas.

Figur 11 visar aciditetsresultatet på kontrolldryck sockerfri cola/limesyrup samt hur det rör sig beroende på volymen (l) luft som blåses in i provet. Punkten markerad i grönt är den lägsta punkten vilket visar 22,02 mekv/100 ml vid 10 l. I diagrammet visas även standardavvikelser i form av felstaplar. Den första punkten som ligger på volym 0,0 l avgasades inte alls.



Figur 11. Medelvärde från aciditetsmätning (mekv/100 ml) av kontrolldryck sockerfri cola/limesyrup beroende på volymen (l) luft som blåses in i provet. Högsta resultat, lägsta resultat, resultat för sista testpunkten samt standardavvikelse i form av felstaplar visas.

4.9 Optimering

För att kunna utvärdera vilken omfattning av optimering som finns på varje läsksort i laboratoriet, har en beräkning gjorts i tabell 3, avgasningstid jämfört med vilka program som visades vara de mest effektiva.

Tabell 3. Visar fabriken programinställningar före studien, bästa programinställning efter testomgångarna på utrustningen i laboratoriet samt tidsoptimering på varje läsksort.

Läsksort	Fabriken programinställning före studien (flödes hastighet - volym)	Bästa programinställning efter testomgångar på laboratoriet (flödes hastighet - volym)	Tidsoptimering (min)
Colaläsk	5 l/min - 25 l	5 l/min - 20 l	1
Sockarfri colaläsk	5 l/min - 25 l	5 l/min - 25 l	0
Sockarfri cola/limeläsk	5 l/min - 25 l	5 l/min - 20 l	1
Sockarfri cola/mangoläsk	5 l/min - 25 l	5 l/min - 25 l	0
Apelsinläsk	5 l/min - 25 l	5 l/min - 25 l	0
Sockarfri jordgubbsläsk	5 l/min - 25 l	5 l/min - 15 l	2
Kontrolldryck sockarfri colasyrup	5 l/min - 25 l	5 l/min - 25 l	0
Kontrolldryck sockarfri cola/limesyrup	5 l/min - 25 l	5 l/min - 10 l	3

4.10 Skillnad i aciditet mellan socker- och sockarfri cola-baserad läsk

För att undersöka om det fanns en signifikant skillnad mellan socker- och sockarfri läsk med avseende på högsta och lägsta aciditet beräknades p-värdet med hjälp av ett T-test i excel, se bilaga 4. Endast den cola-baserade läsken jämförs mot varandra för att undvika att andra parametrar kan spela in, som till exempel andra syror. I tabell 5 visas resultatet som blev 0,0005 vilket tyder på att det finns en signifikant skillnad i aciditetsresultat mellan socker- och sockarfri läsk.

Tabell 5. Visar p-värdet från ett T-test gjort på mellanskillnaden av lägsta och högsta aciditetsresultat mellan socker- och sockarfri cola-baserad läsk.

T-test (Socker vs sockarfri läsk)
0,0005

4.11 Korrelation mellan tiden för avgasning och start-halt av koldioxid

Korrelationen mellan tiden för avgasning (volyminställning) och start-halt av koldioxid beräknades med hjälp av Excel och kan ses i bilaga 3. Kolsyrahalterna mäts under tiden som produktionen av de olika läskedryckerna sker och tillhandahölls från fabriken.

Korrelationskoefficienten blev 0,38 vilket visar på att det inte finns någon korrelation. Ett värde över 0,7 eller mindre än -0,7 visar på en stor korrelation.

4.12 Försök till att testa andra typer av drycker

För att bredda studien gjordes ett försök att utforska kolsyrat vatten. Det kolsyrade vattnet visade sig ha en alldeles för låg aciditet för att kunna mätas. Dessutom innehåller inte kolsyrat vatten vare sig citronsyra eller fosforsyra som vanligtvis finns i läsk och ger de största utslagen i aciditetsmätaren.

5. Diskussion

Den större frågeställningen i denna studie har varit att ta reda på om de förinställda programmen på avgasningsmaskinen har varit de mest optimala eller om det går att effektivisera det steget i processen. För att kontrollera det har vi efter avgasningsteget behövt göra en aciditetsmätning för att hitta den lägsta möjliga punkten.

När studien påbörjades fanns det en begränsad kunskap om utrustningen och hur processteget fungerade i praktiken. Först behövdes kunskap om maskinerna och hur de fungerade inhämtas. Därefter kunde experiment påbörjas för att identifiera vilken parameter som var lämplig att ändra för att få fram ett tillförlitligt resultat. Flödes hastigheten bestämdes till 5 l/min. Under den tidsram som var tillgänglig för denna studie genomfördes endast en fördjupad undersökning av en flödes hastighet. Detta öppnar upp möjligheter för framtida studier där optimering av flödes hastigheten kan utforskas närmare.

Colaläsk är en av de läsksorterna som är mest analyserad i denna studie vilket visas i figur 2. Sammanlagt undersöktes två olika batcher, varav en av omgångarna var på utrustningen vid produktionslinjen. Under försöken observerades att det kan finnas en variation i aciditet i batchen vilket återspeglas i figur 2. Till exempel hade omgång 1 en lägsta aciditet på 11,41 mekv/100 ml, medan omgång 2 hade en lägsta aciditet på 11,55 mekv/100 ml. Trots att läskan är av samma batch, dock två olika flak. Under tillverkning av läskan kan batcherna vara av sådan stor omfattning att de produceras allt från några timmar till flera dygn. Detta innebär att det finns vissa parametrar som kan påverka aciditeten, såsom byte av syruptank och att vatten tillsätts successivt under processen vilket kan leda till variationer i aciditet inom samma batch. Det viktiga är att aciditeten förblir inom gränsvärdena som fabriken har fastställt för att säkerställa kvaliteten på produkten.

Det uppmärksammades också att felstaplarna för standardavvikelse blev något större både på apelsinläskan och speciellt för sockerfri jordgubbsläsk än övriga sorter. Detta fenomen kan beror på att dessa två läsksorter kräver att man själv blandar 10 ml avgasat prov med 90 ml destillerat vatten för att sedan genomföra aciditetsmätningen, till skillnad från resterande läsksorter där 100 ml av det avgasade provet används för inmatningen. Mängdangivelser redovisas i tabell 1. I figur 7 visas felstaplarna för sockerfri jordgubbsläsk vilket tyder på att resultaten eventuellt inte är lika tillförlitliga som för andra läsksorter.

Utöver testerna som utfördes på läskan undersöktes också icke-kolsyrad kontrolldryck. Den blandas och testas av personalen på fabriken för att säkerställa att rätt kvalitet har uppnåtts. Till skillnad från läskan, innehåller kontrolldrycken ingen tillsatt kolsyra och målet med dessa tester var att se om en avgasning ändå behövdes innan en aciditetsmätning kunde genomföras. Sammanfattningsvis bör även kontrolldrycken avgasas om än mycket lite. Anledningen till att den bör avgasas är antagligen för att det finns små mängder gas naturligt i specialvattnet.

För att försöka hitta något samband i vad som påverkar avgasningen valdes att jämföra socker- och sockerfri läsk med varandra. Endast analysresultaten från socker och sockerfri cola-baserad läsk användes då de innehåller samma typ av syra, fosforsyra. Det visar sig finnas en signifikant skillnad mellan socker- och sockerfri läsk med avseende på högsta och lägsta aciditetsresultat. För sockerläsk (colaläsk) är skillnaden mellan det högsta aciditetsresultatet (vid 10 l) jämfört med det lägsta aciditetsresultatet (mellan 15-20 l) mycket lägre i jämförelse mot de sockerfria läskedryckerna. Skillnaden i medelvärde på sockerläsk (colaläsk) ligger på 0,20 i jämförelse mot sockerfri läsk där skillnaden ligger på 0,55. Detta indikerar på att det är viktigare att avgasa sockerfri läskedryck mer ordentligt än de med socker. Varför det är så är svårt att förklara då all colaläsk i princip har samma kolsyrahalt.

Korrelationskoefficienten mellan tiden för avgasning (volyminställning) på avgasningsmaskinen och start-halt av koldioxid blev 0,38, vilket tyder på att det inte finns ett samband mellan dessa två variabler. Detta betyder att vid framtagande av nya läskprodukter kan inget antagande gällande avgasningstiden (volyminställning) göras baserat på kolsyrehalten i produkten. Hypotesen var att det skulle finnas en korrelation då en större mängd kolsyra skulle innebära en längre avgasningstid. Detta visade sig inte stämma och kan bero på att det är så pass små skillnader i aciditetsresultat som ändå gör skillnad i volyminställningarna. Ett exempel är i figur 3, omgång 1, där lägsta aciditetsresultat blev vid 25 l men skillnaderna mellan 15 l, 20 l och 25 l är mycket små.

I diagrammen sågs tydliga kurvor med ett lägsta aciditetsresultat men i verkligheten skiljer det sig inte så mycket. Från volym 15 l luft in i provet upp till och med 54 l ses väldigt små variationer. Då skillnaderna mellan aciditetsresultaten är så pass små men ändå bidrar till att det kan bli en annan volym som blir den bästa, är det svårt att egentligen säga vilken som är mest optimal.

Vad skillnaderna i aciditetsresultat beror på är svårt att säga. Det blev ingen korrelation mellan start-halt av koldioxid och avgasningstid. Temperaturen har varit i princip densamma under alla testomgångar, runt 20 °C, så den bör inte heller ha påverkat koldioxidens diffusion in i luftbubblorna.

Det vi kan konstatera är att 10 l volym blir en för kort avgasning med ett för högt missvisande aciditetsresultat. Däremot bör 15-20 l volym vara tillräckligt på samtliga läskedrycker då skillnaderna mellan resterande högre volymer är så pass små. Enligt resultatet hittar vi en lägsta aciditet vilket är viktigt för fabriken kvalitetskontroll, men vi kan inte med säkerhet säga vilken volyminställning som ger den mest exakta aciditetsbestämningen för varje läsksort.

6. Slutsats

Svaret på den övergripande frågeställningen i studien “Kan metoden för avgasning optimeras gällande aciditetsbestämning i läskedryck?” menar på att enligt aciditetsresultatet kan hälften av läsksorterna optimeras men på grund av de små skillnaderna kan dock förmodligen även resterande läsksorter också optimeras till att välja en volym på 15-20 l.

Svaret på den ytterligare frågeställningen “Är det någon variation i aciditetsresultat mellan titreringsutrustningar av identisk modell?” menar på att det inte finns någon signifikant skillnad mellan de två utrustningarna som testades. Slutsatsen som kan dras är att fabriken inte behöver göra skillnad på programinställningarna mellan de två olika utrustningarna. Tillförlitliga resultat fås oavsett om de gör kvalitetskontroller med hjälp av utrustningen på laboratoriet eller vid produktionslinjen.

Testerna på kontrolldrycken visar att arbetssättet som fabriken arbetar efter idag är relevant men att den inte behöver avgasas med 25 l luft, utan det räcker med 10 l volym luft. Detta besvarar frågeställningen “Är det nödvändigt att avgasa en icke-kolsyrad kontrolldryck?”

För att besvara den sista frågeställningen “Finns det en korrelation mellan tiden för avgasning och start-halt av koldioxid i olika läskprodukter?” är svaret nej. Vad detta beror på är svårt att svara på och kräver förmodligen djupare kunskap än den vi besitter efter utförandet av denna studie.

Slutligen kan vi konstatera att det är alldeles för små skillnader i aciditetsresultat för att kunna bestämma en specifik optimal avgasningsvolym.

7. Felkällor

För att ge studien rättvis trovärdighet diskuteras nedan ett antal felkällor som kan ha kommit att påverka resultaten i studien. Förhoppningen är dock att dessa felkällor inte ska vara avgörande för resultaten.

- Noggrannheten på utrustningen samt handhavandefel spelar in på resultaten. Glaspipetten har en noggrannhet på $\pm 0,08$. Natriumhydroxiden har en noggrannhet på $\pm 0,0003$. Hantering av pipetten samt placering av bägare vid propellern (vid aciditetsmätning) spelar också in. Vi är två personer som har utfört alla tester och det har gjorts på exakt samma sätt alla gånger. Handhavandefel bör därför vara samma på alla testomgångar. Med ovan nämnda felkällor har beslutet tagits att det rimligen går att använda två decimaler i resultatet.
- Att standardavvikelseerna blir större på apelsinläsk samt sockerfri jordgubbsläsk kan bero på att proverna späds ut innan aciditetsmätningen. En utspädning är givetvis ett extra steg som kan bidra till en större felmarginal.

8. Referenser

- Ashurst, P. R. (Ed.). (2016). *Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices* (3e upplagan ed.). Wiley. 10.1002/9780470995822
- Évora Gomes, C. (2011, January 1). Development of a robust degassing process for carbonated beverage using gas stripping | The Boolean: Snapshots of Doctoral Research at University College Cork. *ucc journals*.
<https://journals.ucc.ie/index.php/boolean/article/view/boolean-2011-16>
- Forbes. (2023, Juni 8). *The 100 largest companies in the world by market capitalization in 2023*. Statista. Retrieved April 4, 2024, from <https://www-statista-com.ludwig.lub.lu.se/statistics/263264/top-companies-in-the-world-by-market-capitalization/>
- Furugren, B. (2015). *Matkemi med kemiska grunder*. KFS AB.
- Krones. (2024, Mars 18). *Consumption of packed beverages worldwide in 2023*. Statista. Retrieved April 4, 2024, from <https://www-statista-com.ludwig.lub.lu.se/statistics/232924/global-consumption-of-packed-beverages-by-beverage-type/>
- Livsmedelsverket. (u.å). *E 290 - Koldioxid*. Livsmedelsverket. Retrieved April 18, 2024, from <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/tillsatser-e-nummer/sok-e-nummer/e-290---koldioxid>
- M. Abu-Reidah, I. (2020). *Trends in non-alcoholic beverages*. Academic press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816938-4.00001-X>.
- Metrohm. (u.å). *Ti-Touch*. Metrohm. Retrieved April 4, 2024, from https://www.metrohm.com/sv_se/products/titration/ti-touch.html
- Mettler Toledo. (u.å). *Mätning av surhetsgrad i livsmedel och drycker | METTLER TOLEDO*. Mettler Toledo. Retrieved April 4, 2024, from <https://www.mt.com/se/sv/home/applications/laboratory/food-and-beverages/acidity-measurement.html#productsolutions>
- Mettler Toledo. (u.å). *Vad är titrering?* Mettler Toledo. Retrieved April 23, 2024, from https://www.mt.com/se/sv/home/applications/Application_Browse_Laboratory_Analytics/Application_fam_browse_main/titration-explained.html
- Nationalencyklopedin. (u.å). *koldioxid*. Nationalencyklopedin. Retrieved April 23, 2024, from <https://www-ne-se.ludwig.lub.lu.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/koldioxid>
- Nielsen, S. S. (Ed.). (2017). *Food Analysis* (fifth ed.). Springer International Publishing.
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-45776-5>
- Raymond, K. W. (2013). *General, Organic, and Biological Chemistry: An Integrated Approach* (4e upplagan ed.). Wiley.
- Sjunnesson, H., & Helldorff, E. (2012). *100 Innovationer: 1-50 Antibiotika-läsk*. Bilda förlag & Idé.
- Somex Innovation. (2016, April 13). *Degassing*. Somex Innovation. Retrieved April 5, 2024, from <https://somexinnovation.ie/products/co2-sample-degasser/>
- Statista. (2023, Juni 26). *Worldwide non-alcoholic beverage market revenue from 2016 to 2027*. Statista. Retrieved April 4, 2024, from <https://www-statista-com.ludwig.lub.lu.se/forecasts/1206691/market-value-non-alcoholic-beverages-worldwide>

Svenska akademins ordbok. (1942). *Läska*. SAOB. Retrieved April 12, 2024, from https://www.saob.se/artikel/?seek=L%C3%A4ske-dryck#U_L1519_263249

Sveriges Bryggerier. (u.å). *Bryggeristatistik*. Sveriges Bryggerier. Retrieved April 5, 2024, from <https://sverigesbryggerier.se/statistik/>

Zenit, R., & Rodríguez-Rodríguez, J. (2018, November 1). The fluid mechanics of bubbly drinks. *Physics today*. <https://pubs.aip.org/physicstoday/article/71/11/44/899597/The-fluid-mechanics-of-bubbly-drinks>Although

9. Bilaga

9.1 Bilaga 1 - Screeningtester

Sockerfri cola/limeläsk

Volym (l)	Flow rate (l/min)	Tid (min)	Testvolym (ml)	Aciditet volym (ml)	pH	°C	Aciditet (mekv/100ml)	Brix (g/100g)
25	8,0	3,30	200	100	8,751	19,7	22,57	0,38
25	7,5	3,39	200	100	8,750	19,5	22,56	0,39
25	7,0	3,55	200	100	8,757	19,4	22,55	0,39
25	6,5	4,12	200	100	8,754	19,5	22,58	0,37
25	6,0	4,22	200	100	8,750	19,3	22,56	0,39
25	5,5	4,56	200	100	8,753	19,5	22,60	0,37
25	5,0	5,15	200	100	8,750	19,3	22,61	0,38
25	4,5	5,48	200	100	8,751	19,7	22,58	0,37
25	4,0	6,33	200	100	8,748	19,6	22,54	0,38
25	3,5	7,18	200	100	8,746	19,6	22,56	0,42
25	3,0	8,36	200	100	8,745	19,9	22,58	0,42
25	2,5	10,25	200	100	8,744	19,9	22,51	0,42
25	2,8	9,59	200	100	8,746	19,8	22,52	0,42
25	2,0	12,55	200	100	8,747	19,8	22,58	0,42
25	1,0	24,01	200	100	8,758	19,8	22,62	0,38

Colaläsk

Volym (l)	Flow rate (l/min)	Tid (min)	Testvolym (ml)	Aciditet volym (ml)	pH	°C	Aciditet (mekv/100ml)	Brix (g/100g)
25	7	3,54	200	100	8,758	19,8	11,42	6,44
25	5,0	5,18	200	100	8,762	19,3	11,43	6,46
25	3	8,34	200	100	8,759	19,7	11,43	6,45
25	2	12,47	200	100	8,757	19,5	11,42	6,45
25	1,5	16,38	200	100	8,756	19,8	11,42	6,46

Colaläsk

Volym (l)	Flow rate (l/min)	Tid (min)	Testvolym (ml)	Aciditet volym (ml)	pH	°C	Aciditet (mekv/100ml)	Brix (g/100g)
5,0	3,0	1,48	200	100	8,749	19,3	15,66	6,26
10,0	3,0	3,32	200	100	8,756	19,4	11,71	6,43
15,0	3,0	5,17	200	100	8,756	19,1	11,37	6,45
20,0	3,0	7,02	200	100	8,754	18,9	11,44	6,45
25,0	3,0	8,36	200	100	8,751	19	11,39	6,46

Colaläsk

Volym (l)	Flow rate (l/min)	Tid (min)	Testvolym (ml)	Aciditet volym (ml)	pH	°C	Aciditet (mekv/100ml)	Brix (g/100g)
10,0	4,0	2,53	200	100	8,753	20,2	11,52	6,44
15,0	4,0	4,0	200	100	8,751	20,1	11,38	6,44
20,0	4,0	5,15	200	100	8,746	19,7	11,39	6,45

Colaläsk

Volym (l)	Flow rate (l/min)	Tid (min)	Testvolym (ml)	Aciditet volym (ml)	pH	°C	Aciditet (mekv/100ml)	Brix (g/100g)
5,0	5,0	1,15	200	100	8,748	20	14,91	6,26
10,0	5,0	2,17	200	100	8,753	20,1	11,61	6,42
15,0	5,0	3,23	200	100	8,759	20	11,43	6,45
20,0	5,0	4,16	200	100	8,756	20,1	11,43	6,44
25,0	5,0	5,18	200	100	8,762	19,3	11,43	6,46
54,0	5,0	11,1	200	100	8,756	19,8	11,42	6,46
54 x 2 = 108	5,0	22,02	200	100	8,758	20,0	11,47	6,49

Colaläsk

Volym (l)	Flow rate (l/min)	Tid (min)	Testvolym (ml)	Aciditet volym (ml)	pH	°C	Aciditet (mekv/100ml)	Brix (g/100g)
5,0	6,0	1,05	200	100	8,746	20,2	14,06	6,31
10,0	6,0	2,02	200	100	8,754	20,0	11,64	6,43
15,0	6,0	2,45	200	100	8,761	20,1	11,40	6,44
20,0	6,0	3,39	200	100	8,752	19,9	11,40	6,46

Sockarfri cola/limeläsk

Volym (l)	Flow rate (l/min)	Tid (min)	Testvolym (ml)	Aciditet volym (ml)	pH	°C	Aciditet (mekv/100ml)	Brix (g/100g)
15	7,0	2,25	200	100	8,753	20,1	22,63	0,39
35	7,0	5,19	200	100	8,751	19,9	22,58	0,39

Colaläsk

Volym (l)	Flow rate (l/min)	Tid (min)	Testvolym (ml)	Aciditet volym (ml)	pH	°C	Aciditet (mekv/100ml)	Brix (g/100g)
5,0	8,0	0,58	200	100	8,745	20,1	15,21	6,25
10,0	8,0	1,36	200	100	8,753	19,9	11,57	6,44
15,0	8,0	2,11	200	100	8,748	19,6	11,45	6,45
20,0	8,0	2,48	200	100	8,751	19,3	11,40	6,45

9.2 Bilaga 2 - Rådata**Colaläsk Omgång 1**

Volym (l)	Flow rate (l/min)	Tid (min)	Avgasning volym (ml)	Aciditet volym (ml)	pH	°C	Aciditet (mekv/100 ml)	Brix (g/100g)	Medel-värde aciditet	Medel-värde tid
10,0	5,0	2,17	200	100	8,753	20,1	11,61	6,42	11,59	2,18
		2,20	200	100	8,748	19,2	11,64	6,43		
		2,16	200	100	8,758	19,1	11,51	6,43		
15,0	5,0	3,23	200	100	8,759	20	11,43	6,45	11,42	3,22
		3,22	200	100	8,753	19,2	11,44	6,46		
		3,22	200	100	8,756	20	11,39	6,45		
20,0	5,0	4,16	200	100	8,756	20,1	11,43	6,44	11,41	4,17
		4,15	200	100	8,755	19,1	11,39	6,45		
		4,20	200	100	8,756	19,2	11,42	6,46		
25,0	5,0	5,18	200	100	8,762	19,3	11,43	6,46	11,41	5,18
		5,18	200	100	8,754	18,8	11,41	6,46		
		5,18	200	100	8,754	19,2	11,39	6,46		
54,0	5,0	11,10	200	100	8,756	19,8	11,42	6,46	11,44	11,08
		11,05	200	100	8,761	19,1	11,46	6,49		
		11,08	200	100	8,76	19,5	11,44	6,49		
54 x 2 = 108	5	22,02	200	100	8,758	20,0	11,47	6,49		

Colaläsk Omgång 2

Volym (l)	Flow rate (l/min)	Tid (min)	Avgasning volym (ml)	Aciditet volym (ml)	pH	°C	Aciditet (mekv/100 ml)	Brix (g/100g)	Medel-värde aciditet	Medel-värde tid
10	5	2,15	200	100	8,759	20,8	11,89	6,49	11,85	2,15
		2,13	200	100	8,756	20,9	11,86	6,51		
		2,16	200	100	8,755	21	11,81	6,54		
12,5	5,0	2,49	200	100	8,754	20,3	11,55	6,43	11,56	2,50
		2,53	200	100	8,758	20,3	11,58	6,53		
		2,47	200	100	8,759	20,2	11,55	6,53		
13,5	5,0	3,00	200	100	8,753	20,6	11,55	6,54	11,56	2,87
		3,01	200	100	8,759	20,4	11,55	6,53		
		2,59	200	100	8,756	20,6	11,58	6,53		
15	5	3,21	200	100	8,754	21,1	11,58	6,53	11,58	3,21
		3,19	200	100	8,756	21,0	11,59	6,53		
		3,23	200	100	8,753	21,1	11,57	6,53		
17,5	5	3,46	200	100	8,748	20,7	11,56	6,54	11,56	3,47
		3,51	200	100	8,753	21,2	11,57	6,54		
		3,45	200	100	8,752	21	11,56	6,55		
20,0	5	4,19	200	100	8,755	20,2	11,55	6,54	11,55	4,20
		4,2	200	100	8,755	20,5	11,56	6,54		
		4,21	200	100	8,754	20,5	11,55	6,55		
22,5	5	4,5	200	100	8,751	20,9	11,56	6,55	11,56	4,49
		4,46	200	100	8,753	21	11,56	6,55		
		4,51	200	100	8,746	21,1	11,56	6,55		
25	5	5,2	200	100	8,755	20,7	11,58	6,55	11,58	5,21
		5,2	200	100	8,765	20,1	11,58	6,55		
		5,24	200	100	8,752	21,4	11,57	6,55		
27,0	5,0	5,47	200	100	8,753	20,5	11,56	6,54	11,56	5,47
		5,48	200	100	8,75	20,4	11,57	6,54		
		5,45	200	100	8,753	20,4	11,55	6,55		
54	5	11,04	200	100	8,76	20,5	11,59	6,56	11,59	11,05
		11,09	200	100	8,758	21	11,6	6,57		
		11,03	200	100	8,751	21,2	11,58	6,57		

Colaläsk Omgång 3, ny batch

Volym (l)	Flow rate (l/min)	Tid (min)	Avgasning volym (ml)	Aciditet volym (ml)	pH	°C	Aciditet (mekv/100 ml)	Brix (g/100g)	Medelvärdet aciditet	Medelvärdet tid
10	5	2,16	200	100	8,75	20	11,89	6,47		
		2,14	200	100	8,76	20,2	11,82	6,48		
		2,13	200	100	8,755	20,2	11,85	6,49	11,85	2,14
17,5	5	3,45	200	100	8,751	20,6	11,72	6,45		
		3,5	200	100	8,756	20,5	11,69	6,44		
		3,49	200	100	8,755	20,5	11,71	6,45	11,71	3,48
18,5	5	4,04	200	100	8,749	20,7	11,67	6,44		
		4,04	200	100	8,756	20,7	11,71	6,46		
		4,03	200	100	8,751	20,6	11,71	6,46	11,70	4,04
20,0	5	4,20	200	100	8,753	20,1	11,7	6,46		
		4,16	200	100	8,757	20,2	11,69	6,46		
		4,19	200	100	8,759	20,4	11,68	6,45	11,69	4,18
22,5	5	4,48	200	100	8,752	20,4	11,7	6,45		
		4,46	200	100	8,748	20,5	11,71	6,46		
		4,52	200	100	8,752	20,4	11,69	6,46	11,70	4,49
54	5	11,07	200	100	8,758	20	11,70	6,49		
		11,07	200	100	8,75	20,1	11,73	6,48		
		11,11	200	100	8,76	19,8	11,71	6,46	11,71	11,08

Sockerfri colaläsk Omgång 1

Volym (l)	Flow rate (l/min)	Tid (min)	Avgasning volym (ml)	Aciditet volym (ml)	pH	°C	Aciditet (mekv/100 ml)	Brix (g/100g)	Medelvärdet aciditet	Medelvärdet tid
10,0	5,0	2,12	200	100	8,753	20,6	13,99	0,28		
		2,16	200	100	8,755	20,6	14,16	0,27		
		2,17	200	100	8,755	20,6	14,04	0,27	14,06	2,15
15,0	5,0	3,15	200	100	8,758	20,7	13,68	0,27		
		3,22	200	100	8,757	20,5	13,57	0,27		
		3,17	200	100	8,757	20,6	13,60	0,27	13,62	3,18
17,5	5,0	3,49	200	100	8,757	20,7	13,52	0,26		
		3,50	200	100	8,755	20,6	13,54	0,27		
		3,51	200	100	8,756	20,7	13,55	0,26	13,54	3,50
20,0	5,0	4,20	200	100	8,756	20,6	13,51	0,27		
		4,17	200	100	8,758	20,5	13,56	0,27		
		4,18	200	100	8,755	20,6	13,56	0,27	13,54	4,18
25,0	5,0	5,20	200	100	8,754	20,4	13,56	0,27		
		5,18	200	100	8,751	20,3	13,52	0,27		
		5,15	200	100	8,751	20,4	13,50	0,27	13,53	5,18
27,5	5,0	5,52	200	100	8,749	20,5	13,50	0,26		
		5,47	200	100	8,754	20,5	13,54	0,27		
		5,45	200	100	8,753	20,8	13,55	0,27	13,53	5,48
54,0	5,0	11,11	200	100	8,752	20,6	13,53	0,27		
		11,12	200	100	8,754	20,2	13,57	0,27		
		11,08	200	100	8,754	20,3	13,54	0,27	13,55	11,10

Sockerfri colaläsk Omgång 2, ny batch

Volym (l)	Flow rate (l/min)	Tid (min)	Avgasning volym (ml)	Aciditet volym (ml)	pH	°C	Aciditet (mekv/100 ml)	Brix (g/100g)	Medel-värde aciditet	Medel-värde tid
10,0	5,0	2,19	200	100	8,753	20,8	14,51	0,28	14,45	2,19
		2,23	200	100	8,753	21,2	14,43	0,28		
		2,15	200	100	8,755	21,4	14,42	0,28		
15,0	5,0	3,17	200	100	8,755	20,8	13,95	0,27	13,96	3,20
		3,21	200	100	8,752	20,9	13,97	0,27		
		3,21	200	100	8,753	20,9	13,95	0,27		
20,0	5,0	4,15	200	100	8,752	21	13,91	0,28	13,93	4,16
		4,14	200	100	8,756	20,7	13,94	0,28		
		4,19	200	100	8,753	20,7	13,93	0,27		
25,0	5,0	5,15	200	100	8,752	20,5	13,86	0,28	13,89	5,20
		5,21	200	100	8,753	20,7	13,91	0,27		
		5,23	200	100	8,755	20,8	13,91	0,28		
54,0	5,0	11,05	200	100	8,752	19,6	13,88	0,28	13,91	11,07
		11,09	200	100	8,757	20,1	13,91	0,28		
		11,06	200	100	8,755	20,3	13,93	0,28		

Sockerfri colaläsk Omgång 3, ny batch

Volym (l)	Flow rate (l/min)	Tid (min)	Avgasning volym (ml)	Aciditet volym (ml)	pH	°C	Aciditet (mekv/100 ml)	Brix (g/100g)	Medel-värde aciditet	Medel-värde tid
10	5	2,18	200	100	8,748	20,3	15,12	0,35	15,05	2,19
		2,18	200	100	8,75	20,5	14,98	0,34		
		2,2	200	100	8,75	20,4	15,05	0,34		
20,0	5	4,16	200	100	8,749	20,3	14,52	0,33	14,52	4,20
		4,23	200	100	8,752	20,4	14,53	0,33		
		4,2	200	100	8,749	20,6	14,51	0,33		
22,5	5	4,47	200	100	8,75	20,6	14,54	0,33	14,53	4,49
		4,47	200	100	8,748	20,6	14,53	0,34		
		4,52	200	100	8,751	20,5	14,52	0,33		
25	5	5,16	200	100	8,75	20,5	14,49	0,33	14,50	5,19
		5,2	200	100	8,75	20,7	14,51	0,33		
		5,21	200	100	8,752	20,6	14,50	0,34		
24	5	5,03	200	100	8,751	20,4	14,54	0,33	14,53	5,06
		5,1	200	100	8,751	20,3	14,53	0,34		
		5,04	200	100	8,745	20,3	14,52	0,34		
26	5	5,33	200	100	8,749	20,4	14,53	0,34	14,53	5,33
		5,33	200	100	8,75	20,3	14,54	0,34		
		5,32	200	100	8,75	20,3	14,53	0,34		
27,0	5,0	5,43	200	100	8,751	20,4	14,55	0,34	14,54	5,45
		5,48	200	100	8,75	20,6	14,54	0,34		
		5,43	200	100	8,75	20,6	14,54	0,34		
54	5	11,04	200	100	8,755	19,7	14,55	0,34	14,54	11,06
		11,05	200	100	8,754	19,9	14,50	0,34		
		11,1	200	100	8,749	20,2	14,56	0,34		

Sockerfri colaläsk, på produktionslinje

Volym (l)	Flow rate (l/min)	Tid (min)	Avgasning volym (ml)	Aciditet volym (ml)	pH	°C	Aciditet (mekv/100 ml)	Brix (g/100g)	Medel-värde aciditet	Medel-värde tid
10,0	5,0	2,21	200	100	8,753	20,1	14,08	0,30		
		2,21	200	100	8,752	20	14,05	0,29		
		2,22	200	100	8,754	20,1	14,04	0,29	14,06	2,21
15,0	5,0	3,24	200	100	8,752	19,9	13,73	0,29		
		3,25	200	100	8,752	19,9	13,74	0,29		
		3,21	200	100	8,754	20,0	13,71	0,29	13,73	3,23
20,0	5,0	4,25	200	100	8,754	19,5	13,75	0,29		
		4,22	200	100	8,755	19,5	13,62	0,29		
		4,22	200	100	8,752	19,8	13,69	0,29	13,69	4,23
25,0	5,0	5,25	200	100	8,755	19,4	13,67	0,29		
		5,21	200	100	8,755	19,5	13,67	0,30		
		5,21	200	100	8,756	19,5	13,71	0,30	13,68	5,22
54,0	5,0	11,12	200	100	8,757	19,3	13,72	0,30		
		11,06	200	100	8,758	19,1	13,73	0,30		
		11,11	200	100	8,760	19,1	13,72	0,30	13,72	11,10

Colaläsk, på produktionslinje

Volym (l)	Flow rate (l/min)	Tid (min)	Avgasning volym (ml)	Aciditet volym (ml)	pH	°C	Aciditet (mekv/100 ml)	Brix (g/100g)	Medel-värde aciditet	Medel-värde tid
10,0	5,0	2,2	200	100	8,752	20,1	11,68	6,54		
		2,23	200	100	8,758	20,1	11,83	6,53		
		2,22	200	100	8,751	19,8	11,8	6,54	11,77	2,22
15,0	5,0	3,22	200	100	8,757	20	11,62	6,55		
		3,19	200	100	8,756	20,1	11,6	6,53		
		3,23	200	100	8,754	20,1	11,63	6,55	11,62	3,21
20,0	5,0	4,25	200	100	8,753	20	11,64	6,55		
		4,2	200	100	8,756	20,1	11,63	6,55		
		4,25	200	100	8,757	20,1	11,63	6,56	11,63	4,23
25,0	5,0	5,2	200	100	8,754	20	11,63	6,55		
		5,28	200	100	8,755	20,1	11,63	6,56		
		5,25	200	100	8,753	19,9	11,64	6,56	11,63	5,24
54,0	5,0	11,14	200	100	8,755	19,2	11,66	6,57		
		11,12	200	100	8,754	19,4	11,64	6,53		
		11,07	200	100	8,752	19,9	11,63	6,57	11,64	11,11

Sockerfri cola/limeläsk

Volym (l)	Flow rate (l/min)	Tid (min)	Avgasning volym (ml)	Aciditet volym (ml)	pH	°C	Aciditet (mekv/100 ml)	Brix (g/100g)	Medel-värde aciditet	Medel-värde tid
10,0	5,0	2,15	200	100	8,749	20,7	23,06	0,42	23,05	2,19
		2,22	200	100	8,753	20,7	23,11	0,42		
		2,21	200	100	8,751	20,6	22,97	0,42		
15,0	5,0	3,17	200	100	8,754	20,1	22,51	0,42	22,56	3,18
		3,20	200	100	8,754	20,2	22,58	0,41		
		3,17	200	100	8,753	20,3	22,58	0,42		
20,0	5,0	4,19	200	100	8,75	20,1	22,51	0,42	22,51	4,21
		4,22	200	100	8,752	20,1	22,51	0,42		
		4,23	200	100	8,752	20,2	22,51	0,42		
25,0	5,0	5,2	200	100	8,745	20,1	22,54	0,42	22,53	5,18
		5,17	200	100	8,751	19,5	22,53	0,42		
		5,16	200	100	8,749	20,1	22,53	0,43		
54,0	5,0	11,05	200	100	8,749	20,1	22,59	0,42	22,58	11,06
		11,02	200	100	8,753	19,9	22,54	0,42		
		11,11	200	100	8,757	19,5	22,61	0,42		

Apelsinläsk

Volym (l)	Flow rate (l/min)	Tid (min)	Avgasning volym (ml)	Aciditet volym (ml)	pH	°C	Aciditet (mekv/100 ml)	Brix (g/100g)	Medel-värde aciditet	Medel-värde tid
10,0	5,0	2,13	200	ov 90 des v:	8,113	19,9	47,16	1,12	46,91	2,18
		2,16	200	ov 90 des v:	8,108	20,0	46,86	1,15		
		2,24	200	ov 90 des v:	8,117	20,2	46,70	1,13		
15,0	5,0	3,13	200	ov 90 des v:	8,109	19,7	45,16	1,14	45,29	3,17
		3,17	200	ov 90 des v:	8,110	19,8	45,36	1,15		
		3,20	200	ov 90 des v:	8,111	20,0	45,36	1,12		
20,0	5,0	4,21	200	ov 90 des v:	8,116	20,1	45,20	1,15	44,96	4,16
		4,13	200	ov 90 des v:	8,104	20,1	44,66	1,13		
		4,15	200	ov 90 des v:	8,115	20,0	45,02	1,15		
25,0	5,0	5,16	200	ov 90 des v:	8,120	19,9	44,80	1,12	44,71	5,20
		5,23	200	ov 90 des v:	8,106	20,0	44,64	1,14		
		5,22	200	ov 90 des v:	8,116	19,9	44,70	1,13		
54,0	5,0	11,11	200	ov 90 des v:	8,121	20,2	45,24	1,13	45,07	11,08
		11,07	200	ov 90 des v:	8,125	20,1	45,24	1,15		
		11,08	200	ov 90 des v:	8,118	20,0	44,74	1,13		

Sockarfri jordgubbsläsk

Volym (l)	Flow rate (l/min)	Tid (min)	Avgasning volym (ml)	Aciditet volym (ml)	pH	°C	Aciditet (mekv/100 ml)	Brix (g/100g)	Medel-värde aciditet	Medel-värde tid
10,0	5,0	2,20	200	ov 90 des v:	8,113	18,1	23,62	0,09		
		2,22	200	ov 90 des v:	8,112	18,3	24,30	0,1		
		2,22	200	ov 90 des v:	8,108	18,2	23,96	0,1	24,0	2,21
15,0	5,0	3,15	200	ov 90 des v:	8,127	18,2	23,44	0,1		
		3,24	200	ov 90 des v:	8,109	18,1	23,36	0,09		
		3,17	200	ov 90 des v:	8,116	18,1	23,44	0,09	23,4	3,19
20,0	5,0	4,2	200	ov 90 des v:	8,115	18	23,66	0,10		
		4,16	200	ov 90 des v:	8,131	17,9	23,42	0,09		
		4,17	200	ov 90 des v:	8,12	17,9	23,42	0,1	23,5	4,18
25,0	5,0	5,22	200	ov 90 des v:	8,13	17,9	23,56	0,09		
		5,19	200	ov 90 des v:	8,121	18	23,46	0,09		
		5,16	200	ov 90 des v:	8,117	18,1	23,42	0,1	23,5	5,19
54,0	5,0	11,02	200	ov 90 des v:	8,124	18,1	23,44	0,09		
		11,03	200	ov 90 des v:	8,112	18,4	23,64	0,09		
		11,01	200	ov 90 des v:	8,119	18,3	23,54	0,10	23,5	11,02

Sockarfri cola/mangoläsk

Volym (l)	Flow rate (l/min)	Tid (min)	Avgasning volym (ml)	Aciditet volym (ml)	pH	°C	Aciditet (mekv/100 ml)	Brix (g/100g)	Medel-värde aciditet	Medel-värde tid
10,0	5,0	2,15	200	100	8,756	18,7	14,25	0,32		
		2,14	200	100	8,756	19,1	14,32	0,31		
		2,22	200	100	8,758	19	14,23	0,31	14,27	2,17
15,0	5,0	3,17	200	100	8,758	18,2	13,67	0,31		
		3,23	200	100	8,758	18,5	13,67	0,31		
		3,13	200	100	8,755	18,2	13,66	0,31	13,67	3,18
20,0	5,0	4,13	200	100	8,753	18,1	13,54	0,31		
		4,22	200	100	8,754	18,6	13,58	0,31		
		4,17	200	100	8,756	18,6	13,56	0,31	13,56	4,17
22,5	5,0	4,51	200	100	8,757	18,7	13,58	0,31		
		4,54	200	100	8,757	18,3	13,59	0,31		
		4,54	200	100	8,758	18,2	13,54	0,31	13,57	4,53
25,0	5,0	5,18	200	100	8,758	17,7	13,52	0,31		
		5,24	200	100	8,757	17,9	13,57	0,31		
		5,22	200	100	8,752	18,4	13,56	0,31	13,55	5,21
27,5	5,0	5,54	200	100	8,758	18,3	13,60	0,31		
		5,50	200	100	8,752	19	13,60	0,31		
		5,51	200	100	8,754	19,1	13,61	0,31	13,60	5,52
54,0	5,0	11,01	200	100	8,758	16,9	13,58	0,32		
		11,07	200	100	8,762	17,3	13,61	0,31		
		11,07	200	100	8,765	17,5	13,55	0,31	13,58	11,05

Kontrolldryck sockerfri cola/limesyrup

Volym (l)	Flow rate (l/min)	Tid (min)	Avgasning volym (ml)	Aciditet volym (ml)	pH	°C	Aciditet (mekv/100 ml)	Brix (g/100g)	Medel-värde aciditet	Medel-värde tid
0	0	0	300	100	8,752	16,7	22,42	0,42		
		0	300	100	8,755	17,1	22,53	0,42		
		0	300	100	8,757	17,3	22,51	0,42	22,49	0,00
10	5	2,22	300	100	8,755	19,1	22,05	0,42		
		2,22	300	100	8,753	19,1	22,01	0,42		
		2,2	300	100	8,751	19,5	22	0,41	22,02	2,21
15,0	5,0	3,24	300	100	8,756	19,7	22,10	0,42		
		3,20	300	100	8,754	19,3	22,08	0,41		
		3,24	300	100	8,753	19,1	22,00	0,42	22,06	3,23
20,0	5,0	4,19	300	100	8,752	19,1	22,15	0,42		
		4,20	300	100	8,755	19,2	22,07	0,42		
		4,17	300	100	8,751	19,1	22,05	0,41	22,09	4,19
25,0	5,0	5,22	300	100	8,756	19,1	22,15	0,42		
		5,23	300	100	8,751	19,2	22,08	0,42		
		5,16	300	100	8,751	19,2	22,16	0,42	22,13	5,20
54,0	5,0	11,02	300	100	8,755	18,6	22,05	0,42		
		11,10	300	100	8,757	18,6	22,1	0,42		
		11,05	300	100	8,756	18,6	22,09	0,42	22,08	11,06

Kontrolldryck, sockerfri colasyrup

Volym (l)	Flow rate (l/min)	Tid (min)	Avgasning volym (ml)	Aciditet volym (ml)	pH	°C	Aciditet (mekv/100 ml)	Brix (g/100g)	Medel-värde aciditet	Medel-värde tid
10,0	5,0	2,22	300	100	8,753	16,7	13,06	0,30		
		2,22	300	100	8,759	17,2	13,03	0,30		
		2,22	300	100	8,753	17,5	13,02	0,30	13,04	2,22
15,0	5,0	3,20	300	100	8,755	17,5	13,10	0,30		
		3,15	300	100	8,757	17,6	12,99	0,30		
		3,20	300	100	8,759	16,8	13,07	0,30	13,05	3,18
20,0	5,0	4,14	300	100	8,755	16,8	13,05	0,30		
		4,17	300	100	8,752	17,3	13,09	0,30		
		4,23	300	100	8,759	16,8	13,05	0,30	13,06	4,18
25,0	5,0	5,12	300	100	8,752	16,0	13,00	0,33		
		5,2	300	100	8,744	16,1	12,99	0,32		
		5,18	300	100	8,753	15,8	12,99	0,31	12,99	5,17
54,0	5,0	11,11	300	100	8,753	15,9	13,01	0,31		
		11,07	300	100	8,755	16,2	13,07	0,31		
		11,07	300	100	8,76	16,7	13,08	0,30	13,05	11,08

Vatten med granatäpplesmak

Volym (l)	Flow rate (l/min)	Tid (min)	Avgasning volym (ml)	Aciditet volym (ml)	pH	°C	Aciditet (mekv/100 ml)	Brix (g/100g)	Medel-värde aciditet	Medel-värde tid
10,0	5,0	2,12	200	100	8,763	20	0,11	0,08		
		2,18	200	100	8,757	20,3	0,32	0,08		
		2,17	200	100	8,767	19,6	0,13	0,07	0,2	2,16
15,0	5,0	3,14	200	100	8,767	19,5	0,11	0,08	0,1	3,14
54,0	5,0	11,03	200	100	8,767	20	0	x		
		11,06	200	100	8,823	20	0,01	x	8,7	5,70

9.3 Bilaga 3 - Korrelation kolsyrahalt / bästa volym

Läsk	Kolsyrahalt (vol)	Bästa volymen (l)
Colaläsk	3,70	20
Socketfri colaläsk	3,565	25
Apelsinläsk	2,595	25
Socketfri jordgubbsläsk	2,53	15
Socketfri cola/limeläsk	3,485	20
Socketfri cola/mangoläsk	3,80	25

r ska vara nära 1 eller -1

>0,7 eller <-0,7 är det stor korrelation

Korrelationskoefficient

r= 0,38

9.4 Bilaga 4 - T-test mellanskillnad aciditet

Aciditet	Högsta	Lägsta	Mellanskillnad	P-värde
Colaläsk	11,59	11,41	0,18	Socketfri vs socketfri
	11,85	11,69	0,16	
	11,77	11,62	0,15	
	11,85	11,55	0,30	
Socketfri colaläsk	15,05	14,5	0,55	0,0005
	14,45	13,89	0,56	
	14,06	13,68	0,38	
	14,06	13,53	0,53	
Socketfri cola/limeläsk	23,05	22,51	0,54	
Socketfri cola/mangoläsk	14,27	13,55	0,72	