

УДК 687.552:577.164.2

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНА С В КОСМЕТИЧЕСКИХ СЫВОРОТКАХ: МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ

А.А. Нициевская, 2 курс

Научный руководитель – **А.Г. Сыса**, к.х.н., доцент

Полесский государственный университет

Витамин С (аскорбиновая кислота) — ключевой антиоксидант, применяемый в косметике для защиты кожи от оксидативного стресса, стимуляции синтеза коллагена и коррекции гиперпигментации [1]. Однако его нестабильность в водных растворах ограничивает использование в чистом виде. Современные формулы включают производные витамина С, такие как Sodium Ascorbyl

Phosphate (SAP) и 3-O-Ethyl Ascorbic Acid, обладающие повышенной стабильностью и биодоступностью [2].

Несмотря на растущий спрос на антиоксидантные сыворотки, отсутствие стандартизированных методов контроля содержания активных компонентов создает риски для потребителей. Цель работы — оценка соответствия заявленных концентраций витамина С в коммерческих сыворотках результатам лабораторного анализа.

Изучены 4 коммерческие сыворотки масс-маркета, содержащие SAP или 3-O-Ethyl Ascorbic Acid. Содержание витамина С определяли йодометрическим методом [3]:

- образцы разбавляли 2% раствором соляной кислоты для стабилизации аскорбиновой кислоты.
- титровали 0.1% раствором йода (I_2) до появления устойчивого синего окрашивания (индикатор — крахмал).

Расчётная формула содержания Sodium Ascorbyl Phosphate (SAP):

$$\omega(\text{SAP}) = \frac{V_{I_2} \cdot C_{I_2} \cdot M_{\text{SAP}}}{V_{\text{сыв}} \cdot M_{I_2}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

$\omega(\text{SAP})$ — массовая доля SAP в сыворотке (%);

V_{I_2} — объём раствора йода, израсходованный на титрование (в мл);

C_{I_2} — массовая концентрация йода в растворе (г/мл);

M_{SAP} — молярная масса SAP ($\approx 322,05$ г/моль);

M_{I_2} — молярная масса I_2 ($\approx 253,8$ г/моль);

$V_{\text{сыв}}$ — объём исследуемой сыворотки (в мл).

Расчётная формула содержания 3-O-Ethyl Ascorbic Acid:

$$\omega(3 - O - \text{EAA}) = \frac{V_{I_2} \cdot C_{I_2} \cdot M_{3-O-EAA}}{V_{\text{сыв}} \cdot M_{I_2}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

$\omega(3-O-EAA)$ — массовая доля SAP в сыворотке (%);

V_{I_2} — объём раствора йода, израсходованный на титрование (в мл);

C_{I_2} — массовая концентрация йода в растворе (г/мл);

$M_{3-O-EAA}$ — молярная масса 3-O-Ethyl Ascorbic Acid ($\approx 204,18$ г/моль);

M_{I_2} — молярная масса I_2 ($\approx 253,8$ г/моль);

$V_{\text{сыв}}$ — объём исследуемой сыворотки (в мл).

Для каждого образца проведено 3 параллельных измерения. Данные обработаны в MS Excel 2019.

Проведенный анализ четырех коммерческих сывороток методом йодометрического титрования выявил значительные вариации в содержании витамина С (таблица 1). В образце LIV DELANO (3-O-Ethyl Ascorbic Acid) заявленная концентрация (1.5%) полностью соответствовала экспериментальным данным ($1.5 \pm 0.1\%$), что подтверждает точность методики. Напротив, в сыворотке Beauty Visage, декларирующей наличие Sodium Ascorbyl Phosphate (SAP), витамин С не был обнаружен: отсутствие изменения окраски индикатора указывает на полную деградацию или изначальное отсутствие активного компонента.

В образце BLOOM cosmetics (SAP) измеренная концентрация ($1.4 \pm 0.2\%$) находится в пределах заявленного производителем диапазона (0.01–5%), однако близость к нижней границе свидетельствует о возможной нестабильности формулы. Наибольшее отклонение выявлено в сыворотке MODO (SAP): при отсутствии указаний на концентрацию в маркировке, экспериментальное значение составило $2.0 \pm 0.3\%$, что может создавать риски для потребителей с чувствительной кожей.

Полученные данные демонстрируют, что стабильность витамина С в косметических средствах критически зависит от его химической формы и условий хранения. 3-O-Ethyl Ascorbic Acid, будучи жирорастворимым производным, проявляет высокую устойчивость в широком диапазоне pH (3–7), что объясняет соответствие заявленных и экспериментальных значений в образце 1 [1].

В отличие от этого, SAP, несмотря на заявленную стабильность, подвержен гидролизу в кислой среде, что могло стать причиной его деградации в образце 2 (pH сыворотки < 5) [2].

Таблица – Сравнение заявленного и экспериментального содержания витамина С

Образец	Форма витамина С	Заявлено, %	Определено, %	Статус соответствия
1	3-O-Ethyl Ascorbic Acid	1.5	1.5 ± 0.1	Полное
2	SAP	Присутствует	Не обнаружено	Несоответствие
3	SAP	0.01–5	1.4 ± 0.2	Частичное
4	SAP	Нет данных	2.0 ± 0.3	Требуется уточнения

Расхождения в образцах 3 и 4 подчеркивают проблему некорректной маркировки. Производители часто используют широкие диапазоны концентраций («до 5%») для минимизации юридических рисков, однако это затрудняет оценку эффективности продукта. Например, содержание SAP в 1.4% (образец 3) недостаточно для выраженного антиоксидантного эффекта, что противоречит маркетинговым обещаниям [3].

Показано, что 50% протестированных сывороток соответствуют заявленным параметрам, что указывает на системные проблемы в контроле качества. Форма витамина 3-O-Ethyl Ascorbic Acid показала лучшую стабильность, что делает её предпочтительной для кислотных формул.

Данное исследование подчеркивает необходимость сотрудничества между научным сообществом и производителями для повышения безопасности и эффективности косметических продуктов.

Список использованных источников

1. Pullar, J.M. The Roles of Vitamin C in Skin Health / J.M.Pullar, A.C.Carr, M.C.M.Vissers // *Nutrients*. – 2017. – Vol. 9, №8. – P. 866.
2. The Anti-Ageing and Whitening Potential of a Cosmetic Serum Containing 3-O-ethyl-l-ascorbic Acid / N. Zerbinati [et al.] // *Life (Basel)*. – 2021. – Vol. 11, №5. – P. 406.
3. Manela-Azulay, M. Cosmeceuticals vitamins / M.Manela-Azulay, E.Bagatin // *Clin. Dermatol.* – 2009. – Vol. 27, №5. – P. 469-474.