

разрушения исследуемого объекта. Кроме того, развитие современного общества невозможно осуществить без использования геоинформационных технологий, поскольку для принятия решений в любой сфере деятельности человеку необходима информация о состоянии окружающей среды, тенденциях на рынке товаров и услуг, экологические условия и т.д. В связи с этим ряд важных сведений направлен на совершенствование процессов обмена информацией между физическими и юридическими лицами посредством создания сетей Интернет, реализация этих процессов должна базироваться на технологиях на базе геоинформационных систем.

Ключевые слова: Земельные ресурсы, исследования, геоинформационные системы, интернет, геодезия, инженерный процесс.

МРНТИ 68.37.29
МРНТИ: 68.35.51:34.31.27

DOI <https://doi.org/10.37884/4-2024/15>

*А.С. Джантасова, А.О. Нусупова, М.Ж. Кошмагамбетова, Г.М. Ибрагимова,
С.К. Джантасов**

¹ *Казахский научно-исследовательский институт плодоовощеводства,
г. Алматы, Казахстан, aigerim-jantasova@mail.ru, aigul.nusupova.65@mail.ru,
gulnara.ibragimova.1968@mail.ru, k.meruert91@mail.ru, s_jantassov@mail.ru**

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИОХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СВЕЖИХ ЛИСТЬЯХ КАПУСТЫ КАЛЕ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ГИДРОПОНИКИ

Аннотация

Во многих странах капуста кале быстро завоевывает популярность, так как кроме ее полезных свойств она еще и холодостойкая культура. Содержание витаминов в ней в несколько раз превышает суточную норму. Это объясняет такие мощные антиоксидантные свойства данного листового овоща. В состав капусты кале так же входит множество минералов, она наиболее богата она кальцием, магнием, фосфором, марганцем, медью и железом. Она обладает уникальным биохимическим составом с большим количеством витаминов, флаваноидов, каротиноидов и минеральных элементов и поэтому является очень полезной овощной культурой. Одна порция капусты кале обеспечивает более 100% рекомендуемой суточной нормы потребления витамина А и более 40% витамина С. Эффективным методом, позволяющим определять витамины и флаваноиды в растительных пробах является высокоэффективная жидкостная хроматография - универсальный аналитический метод разделения и анализа сложных смесей. В настоящее время заметно возрос интерес к содержанию кверцетина и других флавоноидов в различных объектах, что связано с их высокой антиоксидантной, антимуtagenной и антиканцерогенной активностью, а также рядом других полезных свойств, которыми обладают эти соединения.

Исследования позволили выявить наиболее адаптированные к каждой из технологий гибриды по накоплению в листьях капусты кале кверцетина, витамина А, витамина С, сухих веществ и питательных элементов при выращивании на различных типах гидропонике. По результатам исследований гибрид Dwart green curlet F₁ рекомендован на аквапонике, а гибриды Scarlet F₁ и Nero di Toskana F₁ - на NFT технологии.

Ключевые слова: интродукция, капуста кале, кверцетин, витамины, гидропоника, хроматография.

Введение

Овощеводство является одной из важных отраслей АПК, способствует поступлению свежей витаминной продукции в межсезонье. В овощной продукции содержатся незаменимые для организма человека витамины, кислоты, белки и другие минеральные вещества[1]. Как основной антиоксидант, витамин С снижает риск атеросклероза, заболеваний системы кровообращения и некоторых новообразований[2,3]. Другие антиоксиданты в овощах включают витамин Е, каротиноиды и полифенолы[4]. В современном мире все большее значение приобретают здоровый образ жизни и правильное питание. Выращивание листовых зеленых культур является экологически чистым, поскольку за счет краткости вегетационного периода позволяет непрерывно выращивать продукцию не менее 4-5 раз в течение одного сезона без применения химпрепаратов[5]. Лидером среди овощных зеленых в защищенном грунте являются салаты, на втором месте - капустные культуры[6,7,8].

Семейство Brassicaceae является наиболее широко представленной и используемой в производстве разнообразных продуктов питания во всем мире[9,10]. В последние несколько лет капуста кале оказалась в центре популярности, и в США даже отмечается такое событие, как день капусты кале. Эту капусту по праву можно назвать суперфудом. Во многих странах кале быстро завоевывает популярность, так как кроме ее полезных свойств она еще и холодостойкая культура. Содержание витаминов в ней в несколько раз превышает суточную норму - одна порция капусты кале обеспечивает более 100% рекомендуемой суточной нормы потребления витамина А и более 40% витамина С. В состав капусты кале так же входит множество флавоноидов, каротиноидов и минералов[11,12,13]. Другие авторы также признали капусту кале среди семейства лучшим источником витаминов (А,В1,В2,В6,С иЕ), (средний уровень содержания витамина А - 3100IU на 100г или в пересчете на микрограммы 77,5мкг). Капуста имеет более высокую концентрацию кверцетина, чем другие овощи[14,15]. Она является хорошим источником витамина С (107мг/100г) и каротиноидов (2,7мг/100г)[16]. Эффективным методом, позволяющим определять их в растительных пробах является высокоэффективная жидкостная хроматография – универсальный аналитический метод разделения и анализа сложных смесей. Метод незаменим при анализе термически и химически лабильных жирорастворимых витаминов групп А, D, Е и К[17,18]. В настоящее время заметно возрос интерес к содержанию кверцетина и других флавоноидов в различных объектах, что связано с их высокой антиоксидантной, антимутагенной и антиканцерогенной активностью, а также рядом других полезных свойств, которыми обладают эти соединения[19].

Обеспечение населения свежими овощами и овощеперерабатывающей промышленности овощным сырьем возможно при условии значительного увеличения объема производства овощей, поступающей как с открытого грунта, так и из закрытых культивационных сооружений. Одним из продуктивных методов, повышающих урожайность является выращивание овощей на гидропонике. Методы возделывания на гидропонике превосходят традиционные технологии по темпам роста, продуктивности и качеству продукции. Гидропоника уже давно признана наиболее эффективным и целесообразным методом повышения продуктивности сельского хозяйства. Сегодня гидропонная технология широко известна и широко распространена во многих странах мира. На рынке существует множество вариантов гидропонных систем: от небольших домашних установок до крупных промышленных систем [20]. Существует множество различных вариаций гидропоники и один из них - это аквапоника. Продукты, выращиваемые таким способом, не содержат нитратов и на 100% являются органическими. Бурное развитие мини- и ситиферм, переход населения на органическую и витаминную продукцию позволило включать новые культуры, в том числе капусту кале, в современные технологии выращивания.

Интродукция капусты кале, выявление и оценка лучших сортов, изучение способов выращивания в различных условиях, способствует диверсификации овощеводства страны, расширению видового состава овощных культур.

Целью работы являлось выявление наибольшего накопления в листьях у оцениваемых гибридов капусты кале кверцетина, витамина А, витамина С, сухих веществ и питательных

элементов при выращивании на различных типах гидропонике - по NFT технологии и аквапонике. Задачи исследований: Определение в листьях капусты кале содержания кварцетина, витаминов А и С, сухих веществ и элементов выращиваемых по NFT технологии; Определение этих же элементов при выращивании на аквапонике.

Методы и материалы

Научно-исследовательская работа проводилась в инновационной теплице Казахского национального аграрного исследовательского университета и теплице «Коянкус» в 2021-2022 годах. Общая площадь инновационной теплицы КазНАИУ - 500 м² с ярусными стеллажами из 3-х уровней, системой рециркуляции питательного раствора по NFT технологии. В теплице «Коянкус» оборудованы ярусные 3-х уровневые стеллажи, с досветкой по технологии аквапоника. Размер установок: ширина – 1,2 м., длина -3,0 м.. Все стеллажи в обеих теплицах оборудованы автоматизированными системами полива, освещения, вентиляции и обеспечивают благоприятный микроклимат на всех уровнях. Листья для анализа на определение кварцетина, витамина А, витамина С, сухих веществ и питательных элементов были взяты с 3 гибридов листовой капусты кале (Чехия): Dwarf green curlet F₁, Nero di Toscana F₁, Scarlet F₁. Все 3 сорта хорошо росли в обеих системах.

В испытательной лаборатории ТОО «КосАгроКоммерц» (аттестат аккредитации. № KZ.T.02.2413 от 26.01.2021 г.) проведен сравнительный анализ поливной воды обеих систем для выращивания капусты Кале на гидропонике: по NFT технологии и аквапонике.

Таблица 1. Химический состав воды (питательной среды), используемой для выращивания капусты кале на гидропонике.

№	Наименование определяемых показателей, ед. изм.	НД на метод испытаний	Показатели	
			NFT технология	Аквапоника
1	РН, Водородный показатель	СТ РК ISO 10523-2013	6,66	6,85
2	ЕС, мСм/см	РД 52.24.495-2005	3,24	0,99
3	Калий К, мг/ дм ³	ГОСТ 26449.1-85	448,7	87
4	Азот аммон. (N-NH ₄)мг/ дм ³	ГОСТ 33045-2014	0,11	0,00
5	Азот нитрат. (N-NO ₃)мг/ дм ³	СТ РК 2730-2015	293,8	31,6
6	Кальций Са, мг/ дм ³	ГОСТ 31954-2012	313,2	69,9
7	Магний Mg, мг/ дм ³	ГОСТ 31954-2012	138,4	32,1
8	Натрий Na, мг/ дм ³	ГОСТ 26449.1-85	16,0	67,3
9	Гидрокарбонаты, мг/ дм ³	СТ РК 2726-2015	78,8	99,1

Результаты и обсуждение

Определение содержания кварцетина и витамина А проводили в испытательной лаборатории ТОО «НУТРИТЕСТ» (аттестат аккредитации. №KZ.T.02.E0177 от 06.05.2021г.) Объектами исследования являлись кварцетин и витамин А (ретинол), находящиеся в листовых вытяжках 3 гибридов капусты кале. Использовали аналитический стандарт ретинола и кварцетина (Sigma Aldrich). Исходные (0,001–0,01 М) растворы этих соединений готовили растворением их точных навесок в ацетоне (кварцетин). Градуировочные растворы ретинола получали путем разбавления исходного раствора (1 мг/мл) в абсолютированном этаноле. В ходе анализа применяли гексан «х.ч.», аскорбиновую кислоту, калия гидроокись «х.ч.», этанол абсолютированный, воду дистиллированную.

Применяли систему ВЭЖХ «Agilent HPLC1100», оснащенную диодно-матричным детектором «G1315ADAD». Использовали колонки с обратной фазой: Luna NH2 (250*4,6мм), Luna Phenyl-Hexyl (150*4,6 мм, Phenomenex), Zorbax SB-C18, Zorbax SB-C8 (150*4,6мм, Agilent). Размер частиц сорбента хроматографических колонок 5 мкм. Применяли аналитические весы А&D HR-250, центрифугу «Centrifuge 5430 R». Элюент дегазировали в ультразвуковой ванне «Bransonic 1510R-DTH». Значение рН контролировали на иономере «Эксперт 001». Для определения кварцетина в качестве подвижной фазы применяли водно-ацетонитрильные смеси с добавлением фосфорной кислоты. Объем пробы составлял 10 мкл, ввод пробы осуществляли с помощью петли дозатора. Детектирование кварцетина проводили

при длине волны 287 нм. Для определения ретинола проводили хроматографический анализ при изократическом элюировании, используя подвижную фазу (ПФ) ацетонитрил-вода (90:10 по объему). Объем пробы составлял 5 мкл. Детектирование ретинола проводили при длине волны 264 нм.

Определение содержания общего содержания азота, калия, кальция, фосфора, магния, витамина С и сухих веществ проводили в лаборатории агрохимии и качества плодоовощной продукции ТОО «Казахский НИИ плодоовощеводства»

Определение кверцетина в листовых вытяжках капусты кале.

Проведено определение кверцетина в листовых вытяжках капусты кале гибридов: Dwarf green curlet F₁, Nero di Toscana F₁, Scarlet F₁. Для приготовления этанольных вытяжек из листьев капусты к 0,5 г каждого образца добавляли по 40 мл 50%-го этилового спирта и помещали в ультразвуковую ванну на 1 ч (60°C). Затем экстракты отфильтровывали через бумажный фильтр в колбу емкостью 50 мл, добавляли этанол и воду в соотношении 1:1 и проводили хроматографическое определение.

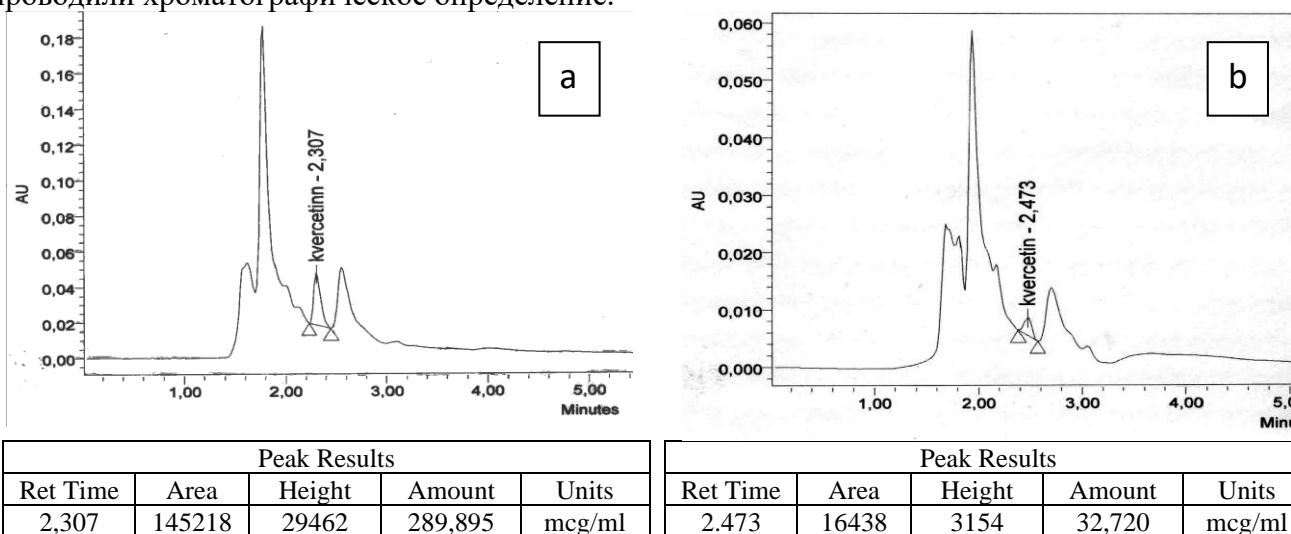


Рисунок 1. Хроматограммы раствора кверцетина на гибриде Nero di Toscana F₁: а) при выращивании на NFT технологии; б) при выращивании на аквапонике.

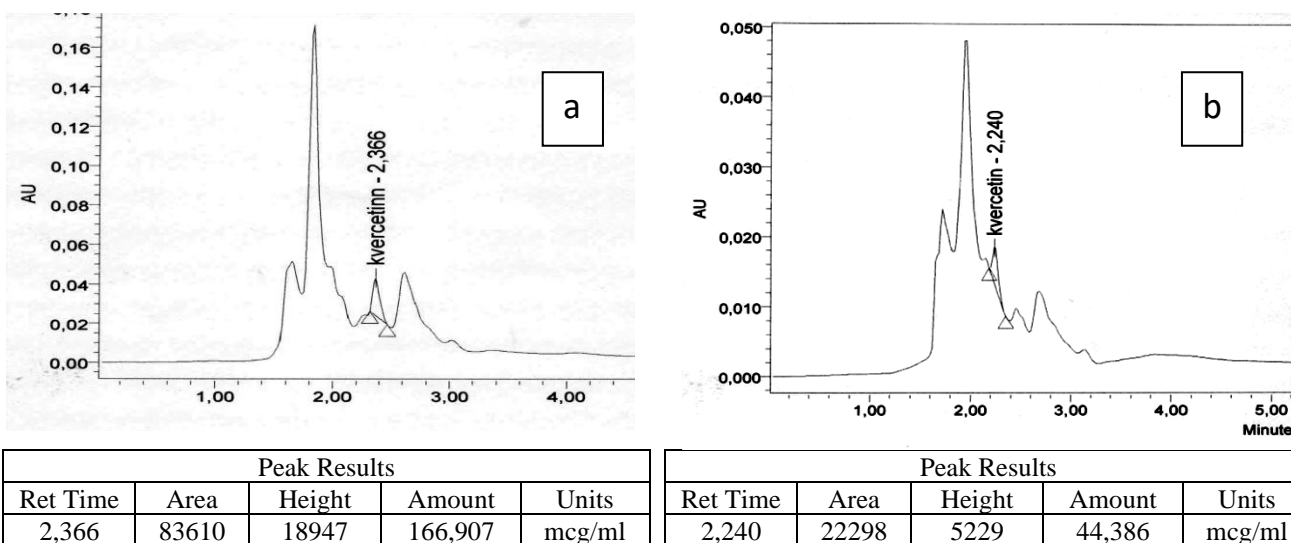
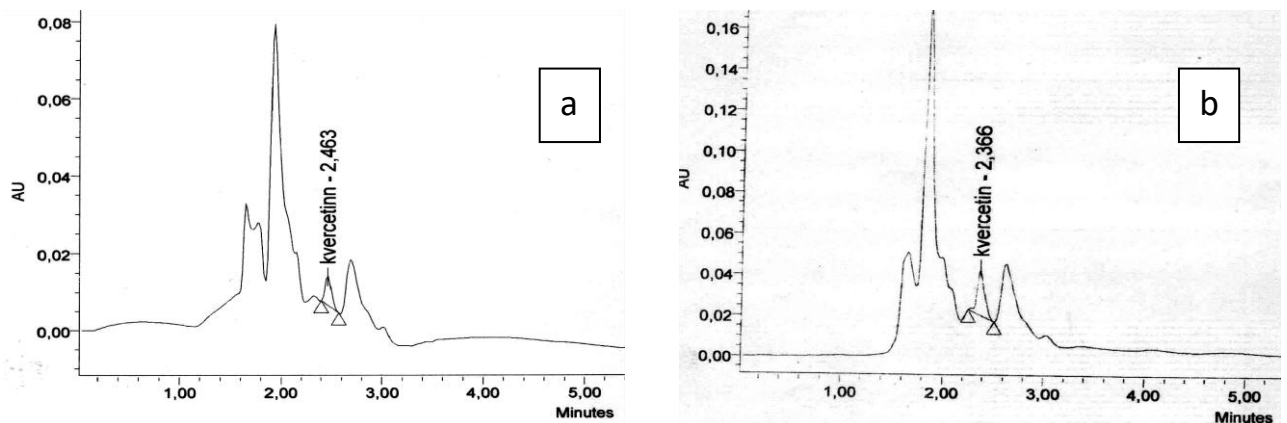


Рисунок 2. Хроматограммы раствора кверцетина на гибриде Scarlet F₁: а) при выращивании на NFT технологии; б) при выращивании на аквапонике.



Peak Results				
Ret Time	Area	Height	Amount	Units
2,463	32699	7442	65,276	mcg/ml

Peak Results				
Ret Time	Area	Height	Amount	Units
2,366	114018	22076	226,957	mcg/ml

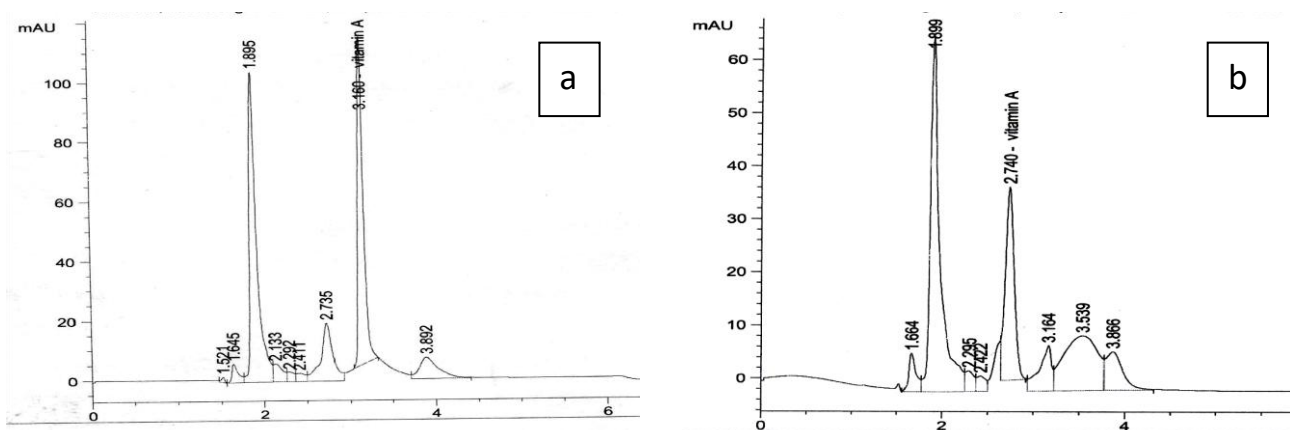
Рисунок 3. Хроматограммы раствора кверцетина на гибриде Dwarf green curlet F₁: а) при выращивании на NFT технологии; б) при выращивании на аквапонике.

Таблица 2. Результаты определения кверцетина в гибридах капусты кале

№	Гибриды	Показатели кверцетина, мкг/мл		Обозначение НД на методы испытаний
		NFT технология	Аквапоника	
1	Scarlet F ₁	166,907	88,772±8,877	Р 4.1.1672-2003, гл.3, п.10, п.п.10.2
2	Nero di Toscana F ₁	289,895±28,99	67,44±6,74	
3	Dwart green curlet F ₁	130,552±13,055	226,957±22,696	

Определение витамина А в листовых вытяжках капусты кале.

Для получения результата при исследовании вытяжек из листьев капусты кале гибридов: Dwarf green curlet F₁, Nero di Toscana F₁, Scarlet F₁ методом ВЭЖХ использовали пробоподготовку, направленную главным образом на осаждение и удаление белковых фракций. Для осаждения белков при экстракции витамина А применяли этанол, как один из наиболее простых и эффективных реагентов. В качестве антиоксиданта применяли аскорбиновую кислоту. Стадию щелочно-гидролизного омыления проводили раствором КОН в концентрации 20Моль/л. Инкубирование проводили при температуре 75 °С.



Peak Results				
Ret Time	Area	Amt/Area	Amount	Units
3,160	523,76	1,63088e-1	85,42056	mcg/ml

Peak Results				
Ret Time	Area	Amt/Area	Amount	Units
2,740	249,04	1,63088e-1	40,61567	mcg/ml

Рисунок 4. Хроматограммы раствора витамина А на гибриде Nero di Toscana F₁: а) при выращивании на NFT технологии; б) при выращивании на аквапонике.

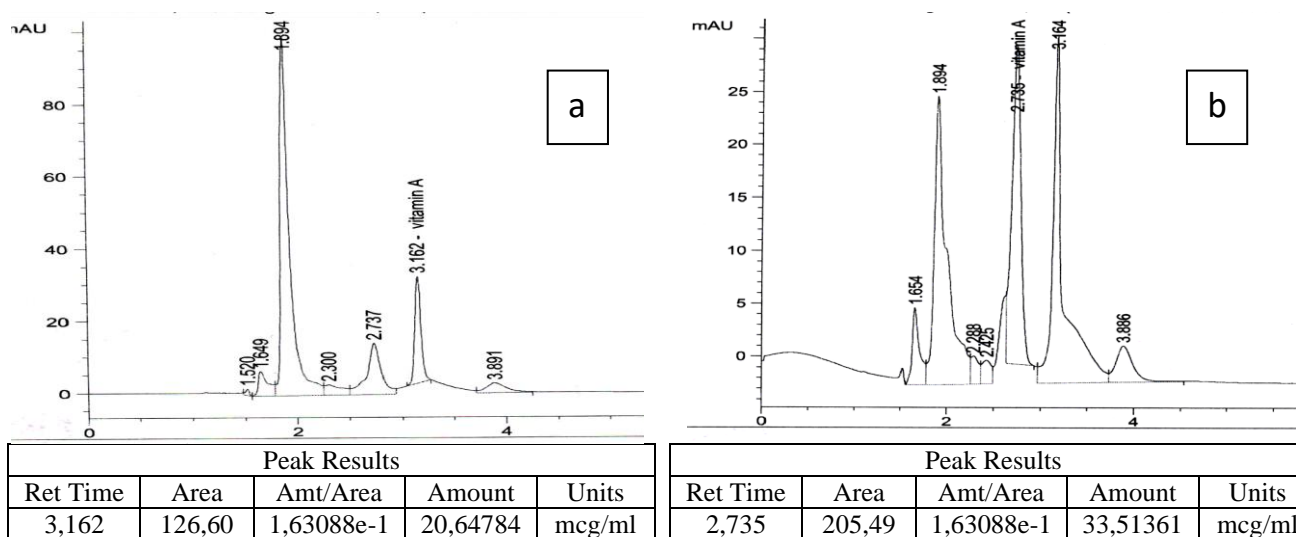


Рисунок 5. Хроматограммы раствора витамина А на гибриде Scarlet F₁: а) при выращивании на NFT технологии; б) при выращивании на аквапонике.

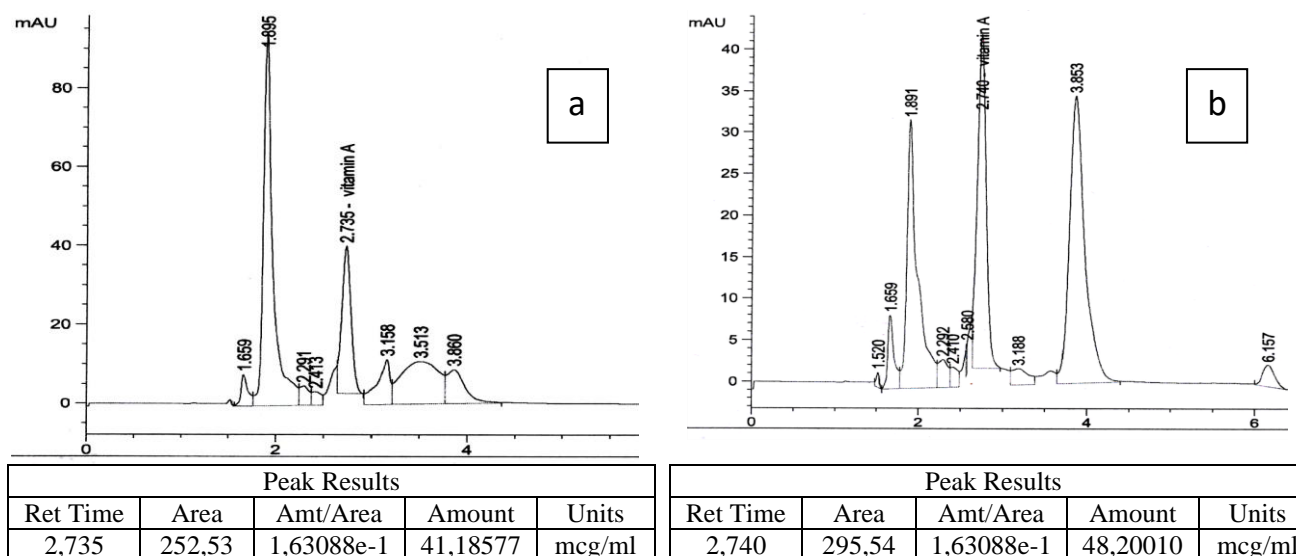


Рисунок 6. Хроматограммы раствора витамина А на гибриде Dwarf green curlet F₁: а) при выращивании на NFT технологии; б) при выращивании на аквапонике.

Таблица 3. Результаты определения витамина А в гибридах капусты Кале ($n = 3, P = 0,95$)

№	Гибриды	Показатели витамина А, мкг/мл		Обозначение НД на методы испытаний
		NFT технология	Аквапоника	
1	Scarlet F ₁	1,945±0,195	2,813±0,281	ГОСТ EN12823-1-2014
2	Nero di Toscana F ₁	8,757±0,876	3,362±0,336	
3	Dwart green curlet F ₁	3,538±0,354	4,366±0,437	

Определение общего содержания азота, калия, кальция, фосфора, магния в листьях капусты кале

Определение общего содержания азота, калия, кальция, фосфора, магния проводится по методике Гинзбург и Шегловой, методом мокрого озоления растительного материала из одной навески. Растительное вещество озоляют при температуре кипения в серной кислоте с пероксидом водорода в присутствии селена в качестве катализаторов. При взаимодействии концентрированной серной кислоты с органическими веществами происходит отщепление

воды и обугливание с выделением углерода, а так же гидролиз белков на пептиды и аминокислоты. Одновременно, взаимодействуя с растительным веществом при температуре кипения серная кислота распадается.

Таблица 4. Общее содержание минеральных элементов и веществ в листьях капусты Кале

№	Наименование показателей, ед. изм.	Scarlet F ₁		Nero di Toskana F ₁		Dwart green curlet F ₁	
		NFT технология	Аквапоники	NFT технология	Аквапоники	NFT технология	Аквапоники
1	азот общий мг/ дм ³	0,32	0,16	0,10	0,05	0,10	0,11
2	Белок (%)	2,0	1,0	0,63	0,31	0,63	0,69
3	Фосфор P, мг/ дм ³	2,20	1,56	1,81	1,30	1,81	1,08
4	Калий K, мг/ дм ³	6,64	3,46	5,86	6,15	5,63	9,43
5	Кальций Ca, мг/ дм ³	4,02	4,03	3,58	5,82	4,05	6,72
	Магний Mg, мг/ дм ³	1,30	1,29	1,29	1,45	1,13	1,61

Определение содержания витамина С и сухих веществ в листьях капусты кале

Определение содержания витамина С осуществляется по ГОСТу 24556-89, а сухих веществ по ГОСТу 28561-90. Метод основан на экстрагировании витамина С растворами кислот (1% соляной, 3% метафосфорной) с последующим титрованием 2,6 дихлорфенолиндофенолят натрия (краска Тильманса) до установления светлорозовой окраски. Определение содержания сухих веществ осуществляется по ГОСТ28561-90 методом высушивания в сушильном шкафу при температуре 105⁰С.

Таблица 5. Содержание витамина С и сухих веществ в листьях капусты

№	Гибриды	Витамин С, г/%, ГОСТ24556-89		Сухие в-ва %, ГОСТ28561-90	
		NFT технология	Аквапоники	NFT технология	Аквапоники
1	Scarlet F ₁	71,75	76,88	9,38	12,98
3	Nero di Toskana F ₁	41,05	71,80	9,57	10,53
5	Dwart green curlet F ₁	61,58	145,55	9,40	12,74

Для идентификации пиков, наблюдаемых на хроматограммах (рисунки 2,3,4), были использованы спектры индивидуальных веществ. Анализ данных спектров показал, что у сортов капусты кале показатели квертецина существенно отличались не только друг от друга, но и имели разные значения при выращивании на различных технологиях.

Статистическую обработку провели по 6 хроматограммам раствора сравнения. Время удерживания представлено на оси x, а единицы поглощения (AU), т.е. сигнал соответствующий отклику, создаваемому детектором при длине волны 287 нм, указаны на оси y. Результаты анализа показали, что время выхода для пика квертецина у всех анализируемых образцов составляла в пределах 2,240-2,473 мин. Из представленных хроматограмм видно, что у всех образцов данный компонент легко идентифицируются, а время выхода находится в одном диапазоне. Далее был произведен расчет количественного содержания квертецина.

В таблице 2 приведено содержание в листьях капусты кале квертецина в мкг на 1 мл листовой вытяжки. Как видно из таблицы 2, количество квертецина в определяемых образцах было выше у гибридов Scarlet F₁ и Nero di Toskana F₁ в 1,9 и 4,3 раза соответственно при выращивании по NFT технологии по сравнению с выращиванием на аквапонике. По гибриду Dwart green curlet F₁ наоборот превышение составило по технологии аквапоники - 1,7 раза.

На хромаграммах идентификации витамина А (рис.4,5,6) время удерживания находилось в пределах 2,735-3,162 минут. Расчет количественного содержания витамина А представлен в таблице 3. Гибриды Scarlet F₁ и Dwart green curlet F₁ показали выше содержание витамина А на выращивании на аквапонике – 1,4 и 1,2 раза чем по NFT технологии. Гибрид Nero di Toskana F₁ показал лучшие результаты по NFT технологии – 2,6 раза.

Согласно данных таблицы 4 гибрид Scarlet F₁ показал лучшие результаты по накоплению элементов по NFT технологии: белка в 2, фосфора в 1,4 и калия в 1,9 раза. Гибрид Dwarf green curlet F₁ выделился по накоплению калия, кальция и магния на выращивании на аквапонике: 1,7, 1,6 и 1,4 раза соответственно. Причем, если в источниках указывается среднее накопление кальция 1,35 мг, то у всех оцениваемых гибридов показатель кальция находился в пределах 3,58-6,72 мг.

Лучшие результаты по накоплению витамина С и сухих веществ по всем оцениваемым гибридам однозначно показала технология аквапоника, таблица 5. По витамину С у гибридов Scarlet F₁, Nero di Toscana F₁ и Dwarf green curlet F₁ превышение составило 7%, 74,9%, 136,3% и по сухому веществу 38,3%, 10%, 35,5% соответственно.

Выводы

Обе технологии: NFT технология и аквапоника позволяют получать высоко витаминизированную овощную продукцию в течение года, особенно это важно в период межсезонья, когда поступление свежей зеленой продукции из открытого грунта отсутствует.

Выявилась отзывчивость оцениваемых гибридов на определенную технологию: показатели у гибридов Scarlet F₁ и Nero di Toscana F₁ были выше на NFT технологии, а гибрид Dwarf green curlet F₁ проявил лучшие характеристики на аквапонике.

Показатели накопления квертицина (от 88,77 до 289,89 мкг) у большинства гибридов на обеих технологиях превышали средние показатели данного флаваноида (7,9 мк), и кальция в пределах 3,58-6,72 мг (в источниках указывается среднее накопление кальция 1,35 мг).

По витамину С у гибрида Dwarf green curlet F₁ так же лучший показатель - 145,55 мг (литературный источник 107мг).

По результатам исследований гибрид Dwarf green curlet F₁ рекомендован на аквапонике, а гибриды Scarlet F₁ и Nero di Toscana F₁ - на NFT технологии.

Благодарность. Авторы выражают благодарность ТОО «Коянкус» за безвозмездно предоставленную площадь для исследований. Данные, опубликованные в статье получены в ходе реализации проекта BR22885335 «Обеспечение устойчивого развития картофелеводства, овощеводства и бахчеводства в Казахстане на основе селекции, семеноводства, биотехнологии и инновационных агротехнологий» в рамках конкурса по программно-целевому финансированию по научным, научно-техническим программам на 2024-2026 годы объявленное МСХ РК.

Вместе с тем, данные, приведенные в статье, являются частью исследований, проводимых в рамках докторской диссертации, целью которой является изучение новой культуры для Казахстана – капусты Кале, выявление наиболее продуктивных гибридов для различных способов выращивания, возможность создания зеленого конвейера для круглогодичного обеспечения населения свежей витаминной продукцией.

Список источников

1. Mandic, A.M.; Dials, S.M.; Cetkovic, G.S.; Canadanovic-Brunet, J.M.; Tumbas, V.T. Polyphenolic composition and antioxidant activities of grape seed extract. *International Journal of Food Properties* 2008, 11, 713–726.

2. Davey, M.W.; Van Montagu, M.; Inze, D.; Sanmartin, M.; Kanellis, A.; Smirnoff, N.; Benzie, I.J.J.; Strain, J.J.; Fevell, D.; Fletcher, J. Plant L-ascorbic acid: Chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *Journal of the Science of Food and Agricultural* . 2000, 80, 825–860.

3. Lee, S.K.; Kader, A.A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*. 2000, 20, 207–220.

4. Deepa, N.; Kaur, Ch.; George, B.; Singh, B.; Kapoor, H.C. Antioxidant constituents in some sweet pepper (*Capsicum annum L.*) genotypes during maturity. *LWT—Food Science and Technology* 2007, 40, 121–129.

5. Anna Korus. Level of Vitamin C, Polyphenols, and Antioxidant and Enzymatic Activity in Three Varieties of Kale (*Brassica Oleracea* L. Var. *Acephala*) at Different Stages of Maturity, *International Journal of Food Properties*, 2011. 14(5): 1069-1080, DOI:10.1080/10942910903580926
6. Джантасова А.С., Айтбаев Т.Е., Нусупова А.О., Джантасов С.К. Оценка продуктивности листовой капусты кале в условиях открытого грунта юго-востока Казахстана// журнал Казахского национального аграрного исследовательского университета, Исследования, результаты. – №1 (97). – 2023. – С.37-46 <https://doi.org/10.37884/1-2023/05>
7. Муравьев А.Ю. Производство салата и зеленных культур на салатных и рассадных комплексах РФ в 2007 году / А.Ю. Муравьев // Теплицы России - №3. - 2008. С. 23-26.
8. Rodrigo Omar Mendoza-Tafolla, Porfirio Juarez-Lopez, Ronald-Ernesto Ontiveros-Capurata, Manuel Sandoval-Villa, Iran Alia-Tejacal, GelacioAlejo-Santiago. Estimating Nitrogen and Chlorophyll Status of Romaine Lettuce Using SPAD and at LEAF Readings // *Not Bot HortiAgrobo.*- 2019.– Vol.47, no 3. – P. 751-756.
9. Нижельская К.В. Капустные овощи – как дополнительный источник биологически активных веществ в мясосодержащих полуфабрикатах, предназначенных для геродиетического питания /К.В. Нижельская, О.Г. Чижикина // *Актуальная биотехнология.* – 2016. - № 3 (18). - С. 153-156.
10. Алмураби Е. Динамика содержания фенольных соединений в онтогенезе *Brassicaoleracea*/ Е.Алмураби, М.И. Калимуллин, О.А. Тимофеева // *Фенольные соединения: функциональная роль в растениях.* - 2018. - С. - 17-20.
11. <https://sportivnoepitanie.ru/kapusta-kale-superistochnik-vitaminov-i-mineralov/>
12. Ortega-Hernandez E. Improving the Health-Benefits of Kales (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC) through the Application of Controlled Abiotic Stresses/ Erika Ortega-Hernandez, MariellaAntunes-Ricardo, Daniel A Jacbj-Velaquez// *Plans.* – 2021.10.26296. P.1-29.
13. Мороз Т.Ю. Капуста кале (*Brassica oleracea* L. var. *Sabellica*) новый функциональный продукт питания. / Т.Ю. Мороз, О.А. Тимофеева, А.А. Мостякова. // *Биосистемы: организация, поведение, управление.* Тез.док. – 2020. –С .142.
14. Podsedek, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. *LWT - Food Science and Technology* 2007, 40, 1–11.
15. Heimler, D.; Vignolini, P.; Dini, M.G.; Vincieri, F.F.; Romani, A. Antiradical activity and polyphenol composition of local *Brassicaceae* edible varieties. *Food Chemistry* 2006, 99, 464-469.
16. Hertog, M.G.L.; Hollman, P.C. H.; Katan, M.B. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 1992, 40, 2379-2383.
17. Дмитриенко С.Г., Степанова А.В., Кудринская В.А., Апяри В.В. Особенности разделения флавоноидов методом обращенно-фазовой высокоэффективной хроматографии на колонке Luna 5u C18(2).// *Вестн. МГУ. Сер. 2. Химия.* 2012. Т. 53. № 6. С.369-373
18. Денисова Л.В. Разделение и определение витаминов групп А, Е, К и D методом обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии. Автореф.дисс. канд. Москва, 2004.- 18с.
19. Sikora, E.; Cie’slik, E.; Leszczy’nska, T.; Filipiak-Florkiewicz, A.; Pisulewski, P.M. The antioxidant activity of selected cruciferous vegetables subjected to aquathermal processing. *Food Chemistry* 2008, 107, 55–59.
20. W. Texier. *Hydroponics for Every body, All about Home Horticulture.* Book. English Edition, Marna Editions, 2013. P.1-20

References

1. Mandic, A.M.; Dials, S.M.; Cetkovic, G.S.; Canadanovic-Brunet, J.M.; Tumbas, V.T. Polyphenolic composition and antioxidant activities of grape seed extract. *International Journal of Food Properties* 2008, 11, 713–726.

2. Davey, M.W.; Van Montagu, M.; Inze, D.; Sanmartin, M.; Kanellis, A.; Smirnoff, N.; Benzie, I.J.J.; Strain, J.J.; Fevell, D.; Fletcher, J. Plant L-ascorbic acid: Chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *Journal of the Science of Food and Agricultural* 2000, 80, 825–860.
3. Lee, S.K.; Kader, A.A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology* 2000, 20, 207–220.
4. Deepa, N.; Kaur, Ch.; George, B.; Singh, B.; Kapoor, H.C. Antioxidant constituents in some sweet pepper (*Capsicum annum* L.) genotypes during maturity. *LWT—Food Science and Technology* 2007, 40, 121–129.
5. Anna Korus. Level of Vitamin C, Polyphenols, and Antioxidant and Enzymatic Activity in Three Varieties of Kale (*Brassica Oleracea* L. Var. *Acephala*) at Different Stages of Maturity, *International Journal of Food Properties*, 2011 14:5, 1069-1080, DOI:10.1080/10942910903580926
6. Jantassova A.S., Ajtbaev T.E., Nusupova A.O., Jantassov S.K. Ocenka produktivnosti listovoj kapusty` kale v usloviyax otkry`togo grunta yugo-vostoka Kazaxstana // zhurnal Kazaxskogo nacional`nogo agrarnogo issledovatel`skogo universiteta
7. Murav`ev A.Yu. Proizvodstvo salata i zeleny`x kul`tur na salatny`x i rassadny`x kompleksax RF v 2007 godu / A.Yu. Murav`ev // *Teplicy Rossii* - №3. - 2008. S. 23-26.
8. Rodrigo Omar Mendoza-Tafolla, Porfirio Juarez-Lopez, Ronald-Ernesto Ontiveros-Capurata, Manuel Sandoval-Villa, Iran Alia-Tejacal, GelacioAlejo-Santiago. Estimating Nitrogen and Chlorophyll Status of Romaine Lettuce Using SPAD and at LEAF Readings // *Not Bot HortiAgrobo.* 2019.– Vol.47, no 3. – P. 751-756.
9. Nizhel'skaya K.V. Kapustnye ovoshchi – kak dopolnitel'nyj istochnik biologicheski aktivnyh veshchestv v myasosoderzhashchih polufabrikatah, prednaznachennyh dlya gerodieticheskogo pitaniya / K.V. Nizhel'skaya, O.G. Chizhikova // *Aktual'naya biotekhnologiya.* – 2016. - № 3 (18). - S. 153-156.
10. Almugrabi E. Dinamika sodержaniya fenol'nyh soedinenij v ontogeneze *Brassicaoleracea*/ E.Almuragbi, M.I. Kalimullin, O.A. Timofeeva // *Fenol'nye soedeneniya: funkcional'naya rol' v rasteniyah.* - 2018. - S. - 17-20.
11. <https://sportivnoepitanie.ru/kapusta-kale-superistochnik-vitaminov-i-mineralov/>
12. Ortega-Hernandez E. Improving the Health-Benefits of Kales (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC) through the Application of Controlled Abiotic Stresses/ Erika Ortega-Hernandez, MariellaAntunes-Ricardo, Daniel A Jacjbj-Velaquez// *Plans.* – 2021.10.26296. P.1-29.
13. Moroz T.YU. Kapusta kale kak (*Brassica oleracea* L. var. *Sabellica*) novyj funkcional'nyj produkt pitaniya. / T.YU. Moroz, O.A. Timofeeva, A.A. Mostyakova. // *Biosistemy: organizaciya, povedenie, upravlenie. Tez.dok.* – 2020. –S .142.
14. Podsedek, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. *LWT - Food Science and Technology* 2007, 40, 1–11.
15. Heimler, D.; Vignolini, P.; Dini, M.G.; Vincieri, F.F.; Romani, A. Antiradical activity and polyphenol composition of local *Brassicaceae* edible varieties. *Food Chemistry* 2006, 99, 464-469.
16. Hertog, M.G.L.; Hollman, P.C. H.; Katan, M.B. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 1992, 40, 2379-2383.
17. Dmitrienko S.G., Stepanova A.V., Kudrinskaja V.A., Apjari V.V. Osobennosti razdelenija flavonoidov metodom obrashhenno-fazovoj vysokojeffektivnoj hromatografii na kolonke Luna 5u C18(2).// *Vestn. MGU. Ser. 2. Himija.* 2012. T. 53. № 6. C.369-373
18. Denisova L.V. Razdelenie i opredelenie vitaminov grupp A, E, K i D metodom obrashhenno-fazovoj vysokojeffektivnoj zhidkostnoj hromatografii. Avtoref.diss. kand. Moskva, 2004.- 18s.
19. Sikora, E.; Cie`slik, E.; Leszczy`nska, T.; Filipiak-Florkiewicz, A.; Pisulewski, P.M. The antioxidant activity of selected cruciferous vegetables subjected to aquathermal processing. *Food Chemistry* 2008, 107, 55–59.
20. W. Texier. *Hydroponics for Every body, All about Home Horticulture.* Book. English Edition, Marna Editions, 2013. P.1-20

*А.С. Джантасова, А.О. Нусупова, М.Ж. Кошмагамбетова,
Г.М. Ибрагимова, С.К. Джантасов**

*Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты,
Алматы қ., Қазақстан, aigerim-jantasova@mail.ru, aigul.nusupova.65@mail.ru,
gulnara.ibragimova.1968@mail.ru, k.meruert91@mail.ru, s_jantassov@mail.ru**

ГИДРОПОНИКАНЫҢ ӘРТҮРЛІ ТҮРЛЕРІНДЕ ӨСІРІЛГЕН КАЛЕ ҚЫРЫҚҚАБАТЫН ЖАПЫРАҚТАРЫНДАҒЫ БИОХИМИЯЛЫҚ ЭЛЕМЕНТТЕРДІ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТҮРДЕ ТАЛДАУ.

Аңдатпа

Көптеген елдерде қырыққабат кале тез танымалдыққа ие болды, өйткені оның пайдалы қасиеттерінен басқа, ол суыққа төзімді дақыл. Ондағы витаминдердің құрамы тәуліктік нормадан бірнеше есе асады. Бұл осы жапырақты көкөністің антиоксиданттық қасиеттерін түсіндіреді. Кале қырыққабатының құрамына көптеген минералдар кіреді, ол кальций, магний, фосфор, марганец, мыс және темірге бай. Ол дәрумендер, флаваноидтар, каротиноидтар және минералдық элементтері көп бірегей биохимиялық құрамға ие, сондықтан өте пайдалы көкөніс дақылы болып табылады. Кале қырыққабатының бір порциясы А дәруменін және 40% С дәруменін тұтынудың ұсынылатын тәуліктік нормасынан 100% артық қамтамасыз етеді, Өсімдік сынамаларындағы витаминдер мен флаваноидтарды анықтауға мүмкіндік беретін тиімді әдіс жоғары тиімді сұйықтық хроматографиясы - күрделі қоспаларды бөлу мен талдаудың әмбебап аналитикалық әдісі болып табылады. Қазіргі уақытта әртүрлі объектілердегі кверцетиннің және басқа флаваноидтардың құрамына қызығушылық айтарлықтай өсті, бұл олардың антиоксиданттық, ан-тимутагендік және антиканцерогендік белсенділігімен, сондай-ақ осы қосылыстар иеленетін басқа да бірқатар пайдалы қасиеттерімен байланысты.

Зерттеулер әр түрлі типтегі гидропоникада өсіру кезінде қырыққабат жапырақтарында кале кверцетинінің, А витаминінің, С витаминінің, құрғақ заттар мен қоректік элементтердің жинақталуы бойынша технологиялардың әрқайсысына неғұрлым бейімделген будандарды анықтауға мүмкіндік берді. Зерттеу нәтижелері бойынша Dwarf green curlet F₁ гибриді аквапоникада, ал Scarlet F₁ және Nero di Toscana F₁ гибридтері NFT технологиясында ұсынылған.

Кілт сөздер: интродукция, қырыққабат кале, квертецин, дәрумендер, гидропоника, хроматография.

*A.S. Jantassova, A.O. Nusupova, M.J. Koshmagambetova,
G.M. Ibragimova, S.K. Jantassov**

*Fruit & Vegetable Research Institute, Almaty, Kazakhstan, aigerim-jantasova@mail.ru,
aigul.nusupova.65@mail.ru, gulnara.ibragimova.1968@mail.ru, k.meruert91@mail.ru,
s_jantassov@mail.ru**

COMPARATIVE ANALYSIS OF BIOCHEMICAL ELEMENTS IN FRESH KALE LEAVES WHEN GROWING ON DIFFERENT TYPES OF HYDROPONICS

Abstract

In many countries, kale cabbage is quickly gaining popularity, since in addition to its beneficial properties, it is also a cold-resistant crop. The content of vitamins in it is several times higher than the daily norm. This explains such powerful antioxidant properties of this leafy vegetable. Kale cabbage also includes many minerals, it is most rich in calcium, magnesium, phosphorus, manganese, copper and iron. It has a unique biochemical composition with a large number of vitamins, flavanoids, carotenoids and mineral elements and therefore is a very useful vegetable crop. One serving of kale

cabbage provides more than 100% of the recommended daily intake of vitamin A and more than 40% of vitamin C.

An effective method that allows you to determine vitamins and flavanoids in plant samples is high-performance liquid chromatography - a universal analytical method for separating and analyzing complex mixtures. Currently, interest in the content of quercetin and other flavonoids in various objects has increased markedly, due to their high antioxidant, antimutagenic and anticarcinogenic activity, as well as a number of other beneficial properties that these compounds possess.

Studies have revealed the hybrids most adapted to each of the technologies for the accumulation of quercetin, vitamin A, vitamin C, solids and nutrients in kale leaves when grown on various types of hydroponics. According to research results, the Dwarf green curlet F₁ hybrid is recommended on aquaponics, and the Scarlet F₁ and Nero di Toskana F₁ hybrids are recommended on NFT technology.

Key words: introduction, cabbage kale, quercetin, vitamins, hydroponics, chromatography.

МРНТИ 68. 35. 03

DOI <https://doi.org/10.37884/4-2024/16>

Н.И. Филиппова, Е. И. Парсаев, И.В. Чилимова,
Т.М. Коберницкая, Н.М. Мустафина*

*ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева»,
п. Научный, Республика Казахстан, filippova-nady@mail.ru *, otdel-mnogoletnih-trav@mail.ru, coronela@mail.ru, tanya.kobernitskya@bk.ru, nurgull_kz84@mail.ru*

СЕЛЕКЦИЯ СОРГО САХАРНОГО НА СЕВЕРЕ КАЗАХСТАНА

Аннотация

В условиях Северного Казахстана проведена комплексная оценка сортов и перспективного селекционного материала сахарного сорго по основным хозяйственно-полезным признакам и свойствам, разработана селекционная модель сорта сорго сахарного для данных климатических условий.

Исследования проводились в Акмолинской области в ТОО «НПЦЗХ им А.И. Бараева». Проведена оценка по спелости, засухоустойчивости, высоте растений, урожайности зеленой массы и сухого вещества, урожайности семян, содержанию сахаров в соке стеблей и выделены продуктивный, засухоустойчивый селекционный материал сорго сахарного с коротким вегетационным периодом, с высоким содержанием сахаров в соке стеблей.

По результатам изучения за 2022-2023 годы перспективных селекционных номеров сорго сахарного выделено 2 селекционных номера сорго сахарного: К-16 и К-18-3, превысившие по урожайности зеленой массы, сухого вещества и семян стандарт Славянское приусадебное (271,0 ц/га, 116,2 ц/га, 3,6 ц/га соответственно) на 13,9-42,8%. Лучший перспективный селекционный номер К-16 передан в 2023 году как сорт на государственное сортоиспытание и рекомендуется для использования на зеленый корм, силос, сенаж, а также для получения из сока стеблей или кормовой массы различной сахаросодержащей продукции.

Научная статья подготовлена в рамках программы целевого финансирования МСХ РК BR24892821: «Селекция и первичное семеноводство зерновых культур для повышения потенциала продуктивности, качества и стрессоустойчивости в различных почвенно-климатических зонах Казахстана» по мероприятию «Создание исходного материала и сортов сорго для условий Северного Казахстана».

Ключевые слова: сорго сахарное, сорт, селекционный номер, урожайность, зеленая масса, сухое вещество, сырой протеин, содержание сахаров в соке стеблей, аминокислоты