



Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»

МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОТРАСЛЕЙ
САДОВОДСТВА, ВИНОГРАДАРСТВА И ВИНОДЕЛИЯ»,
ПОСВЯЩЕННАЯ 95-ЛЕТИЮ СО ДНЯ ОБРАЗОВАНИЯ
НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ



Изменение вегетационных индексов листа винограда в течение периода вегетации

Аспирант 2 курса: Баранов Максим Олегович

Научный руководитель: канд. с.-х. наук

Сундырева Мария Андреевна

Краснодар, 2026



Вегетационные индексы



Вегетационные индексы - это расчётные показатели, основанные на измерении отражения, пропускания и поглощения света листом в разных спектральных диапазонах. Они позволяют перевести сложные физиологические процессы в количественные значения, которые можно отслеживать в динамике. Большинство вегетационных индексов разработаны для полевых культур, в то время как для садовых культур и винограда применяются мало в связи со слабым развитием дистанционного мониторинга состояния растений.

В течение вегетационного сезона индексы закономерно меняются, отражая:

- 1. Рост и развитие** листового аппарата
- 2. Фотосинтетическую активность** и содержание пигментов
- 3. Водный статус** растения
- 4. Созревание и старение** листьев

Вегетационные индексы являются основой для дистанционного мониторинга состояния растений, в связи с этим перед нами стояла задача установить наиболее информативные вегетационные индексы для диагностики состояния растений винограда в полевых условиях. Исследования продолжаются.



Оборудование для оценки спектральных характеристик растений



- Ручные спектрометры - **CI-710s**, GreenSeeker, SPAD-502, ASD FieldSpec.
- Камеры для БПЛА - MicaSense RedEdge, DJI P4 Multispectral, Sequoia.
- Спутники – Sentinel-2, Landsat, MODIS, Planet.

Ручные спектрометры способны снимать большее количество индексов, с более высокой точностью, но не могут охватить большие площади насаждений. Выбор инструмента должен зависеть от решаемой задачи.



CID Bio-Science CI-710s





Рассматриваемые индексы



Индексы хлорофилла (оценка фотосинтеза и азотного питания)	Индексы физиологического состояния (стресс, старение, эффективность фотосинтеза)	Базовые индексы вегетации
CI Red Edge (Chlorophyll Index Red Edge)	FRI (Fluorescence Reflectance Index)	NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)
GM2 (Gitelson and Merzlyak Index 2)	PRI (Photochemical Reflectance Index)	GNDVI (Green Normalized Difference Vegetation Index)
CCI (Chlorophyll Content Index)	PRI (version 2)	RVI800 (Ratio Vegetation Index 800/670)
	PSRI (Plant Senescence Reflectance Index)	MRESRI (Modified Red Edge Simple Ratio Index)
	WBI (Water Band Index)	



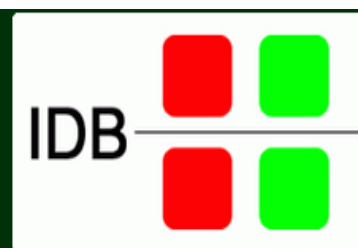
Базы данных индексов



Index DataBase

A database for remote sensing indices

 [Start](#) | [What is IDB?](#) | [How to use?](#) | [Credits](#) | [Contact](#) | [Feedback](#) | [»](#)



Онлайн доступ



AWESOME SPECTRAL INDICES

Репозитории

VegSpecIndex: Vegetation and Spectral Indices for Environmental Assessment

Репозитории



Структура исследования



- Объекты исследования – сорта гибридного винограда ТАНА – 42 (Курчанский) и ТАНА – 33.
- Замеры осуществлялись с июня по август с периодичностью в неделю.
- Замеры были выполнены портативным листовым спектрометром CID Bio- Science 710s с разрешающей способностью от 360 до 1100 нм.



Корреляция индексов с возрастом листа



Индекс	Коэффициент корреляции Спирмена (ρ)	p-значение	Тренд
CCI	+0.92	<0.001	Сильный рост
RVI800	+0.89	<0.001	Сильный рост
NDVI	+0.87	<0.001	Сильный рост
FRI	-0.81	<0.001	Сильное снижение (чем позже, тем ниже)
WBI	+0.79	<0.001	Рост
GM2	+0.62	0.003	Умеренный рост
MRESRI	+0.58	0.007	Умеренный рост
CI Red Edge	+0.55	0.012	Умеренный рост
GNDVI	+0.48	0.032	Слабый рост
PRI	+0.15	0.52	Нет тренда
PRI (version 2)	-0.10	0.66	Нет тренда
PSRI	-0.08	0.74	Нет тренда



Корреляционная матрица между индексами



	CI RED EDGE	FRI	GM2	GNDVI	MRESRI	NDVI	PRI	PRI_v2	PSRI	RVI800	WBI	CCI
CI Red Edge	1.00	-0.85	0.96	0.92	0.95	0.91	0.18	-0.12	-0.30	0.93	0.82	0.94
FRI	-0.85	1.00	-0.88	-0.78	-0.86	-0.82	-0.10	0.15	0.35	-0.84	-0.75	-0.89
GM2	0.96	-0.88	1.00	0.90	0.98	0.93	0.20	-0.10	-0.28	0.95	0.84	0.96
GNDVI	0.92	-0.78	0.90	1.00	0.91	0.94	0.15	-0.08	-0.25	0.96	0.86	0.90
MRESRI	0.95	-0.86	0.98	0.91	1.00	0.92	0.19	-0.11	-0.27	0.97	0.83	0.97
NDVI	0.91	-0.82	0.93	0.94	0.92	1.00	0.22	-0.15	-0.32	0.95	0.88	0.92
PRI	0.18	-0.10	0.20	0.15	0.19	0.22	1.00	0.92	-0.45	0.20	0.12	0.28
PRI_v2	-0.12	0.15	-0.10	-0.08	-0.11	-0.15	0.92	1.00	-0.40	-0.14	-0.08	-0.20
PSRI	-0.30	0.35	-0.28	-0.25	-0.27	-0.32	-0.45	-0.40	1.00	-0.30	-0.22	-0.35
RVI800	0.93	-0.84	0.95	0.96	0.97	0.95	0.20	-0.14	-0.30	1.00	0.85	0.96
WBI	0.82	-0.75	0.84	0.86	0.83	0.88	0.12	-0.08	-0.22	0.85	1.00	0.82
CCI	0.94	-0.89	0.96	0.90	0.97	0.92	0.28	-0.20	-0.35	0.96	0.82	1.00



Критерий Фридмана



Индекс	χ^2	Значимо? ($p < 0.05$)
CI Red Edge	6.2	-
FRI	12.6	+
GM2	7.4	-
GNDVI	8.0	-
MRESRI	8.8	-
NDVI	12.25	+
PRI	2.6	-
PRI (version 2)	4.5	-
PSRI	3.15	-
RVI800	12.4	+
WBI	12.0	+
CCI	13.0	+



Выводы



В ходе работы проведена оценка динамики 12 вегетационных индексов, измеренных прибором CID-710s на винограде в течении вегетационного сезона.

1. С помощью критерия Фридмана установлено, что статистически значимые изменения во времени наблюдаются для пяти индексов: NDVI, RVI800, WBI и CCI демонстрируют устойчивый рост к концу сезона, отражая накопление биомассы и хлорофилла, тогда как FRI значительно снижается, что указывает на падение фотосинтетической активности.

2. Корреляционный анализ выявил высокую взаимосвязь (0,90–0,98) между CI Red Edge, GM2, MRESRI, NDVI, RVI800 и CCI, что позволяет сократить эту группу до одного классического индекса NDVI без потери информации. При этом FRI, PRI и PSRI несут уникальную информацию: FRI отрицательно связан с группой биомассы (–0,75...–0,89) и характеризует физиологическое состояние, PRI и его версия 2 тесно коррелируют друг с другом (0,92), но слабо с остальными, отражая активность ксантофиллового цикла, а PSRI выступает специфическим индикатором стресса и старения.

3. На основе полученных результатов для регулярного мониторинга винограда рекомендуется минимальный набор из NDVI (оценка биомассы и хлорофилла) и WBI (водный статус), а для углублённого физиологического анализа – дополнительное включение FRI, PRI и PSRI. Предложенный подход позволяет оптимизировать объём данных, сохраняя ключевую информацию о динамике и физиологическом состоянии растений, что может служить основой для своевременной корректировки агротехнических мероприятий.