

Кислотность в экстрактах из листьев клевера выше в период плодоношения во всех районах (в Браславском в 1,9 раз, в Глубокском в 2,3 раза, в Витебском в 1,58 раз).

Заключение. Органические кислоты, содержащиеся в листьях одуванчика лекарственного и клевера красного способны оказывать целый ряд действий на кожу: противовоспалительное, бактерицидное, отбеливающие, антиоксидантное. Следовательно, извлечения из такого доступного и недорогого сырья могут быть введены в состав косметических лосьонов, используемых для ухода за жирной, проблемной, склонной к частым воспалительным процессам, кожей.

1. Гребинский, С.О. Биохимия растений / С.О. Гребинский. – Львов: Вища школа, 2005. – 210 с.
2. Прошко, Ю.Э. Определение содержания органических кислот в листьях одуванчика лекарственного / Ю.Э. Прошко, Н.С. Фомичева, Е.С. Шендерова // Молодежь и медицинская наука: статьи VI Всероссийской межвузовской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием / Твер. гос. мед. ун-т; редкол.: М.Н. Калинин [и др.]. – Тверь: Твер. Гос. Мед. Ун-т, 2019. С. 439–442.
3. Современные проблемы биохимии. Методы исследований: учеб. пособие / Е.В. Барковский [и др.]; под ред. проф. А.А. Чиркина. – Минск: Вышш. шк., 2013. – 491 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНДЕКСА NDVI В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ СЕВЕРА БЕЛАРУСИ

*А.Б. Торбенко, А.В. Казак
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова*

«Умное» земледелие – направление в сельском хозяйстве, которое интенсивно развивается в мире более 10 лет. В самых общих чертах, это система организации производства сельскохозяйственной продукции, основанная на использовании новейших достижений науки и техники (дистанционное зондирование земли, система точного позиционирования GNSS, беспилотные летательные аппараты и т.д.), обеспечивающая минимизацию потерь времени и материальных ресурсов, а также повышение производительности труда на десятки процентов. Одним из базовых элементов этой системы является мониторинг и анализ состояния посевов и земель для разработки рекомендаций по оптимизации и корректировке процесса сельскохозяйственного производства. В «умном» земледелии для оценки качественных и количественных показателей используются индексы. Одним из них является вегетационный индекс или индекс NDVI. Целью данной работы является определить возможность использования стандартного метода получения индекса NDVI и оценки с его помощью качественных и количественных характеристик посевов и, если необходимо, то адаптировать данную методику к условиям севера Беларуси.

Материал и методы. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) - нормализованный относительный индекс растительности, простой показатель количества фотосинтетически активной биомассы (обычно называемый вегетационным индексом). Один из самых распространенных и используемых индексов для решения задач, использующих количественные оценки растительного покрова [1].

Исследования проводились на землях модельного хозяйства ООО «Сушево-Агро». Источниками данных для расчета NDVI послужили аэрофотоснимки с БПЛА (беспилотного летательного аппарата). Нами для получения исходной информации применялся беспилотник Trimble UX5 оснащенный камерами для съемки в видимом и инфракрасном диапазонах. Полученный материал обрабатывался с использованием специализированного программного обеспечения Photomod 7 lite предназначенного для работы с данными дистанционного зондирования. Далее с помощью инструментария ГИС-платформы QGIS была построена карта вегетационного индекса.

Результаты и их обсуждение. В процессе работ нами установлено, что расчет NDVI для исследуемой территории можно проводить по стандартной методике. Он базируется на двух наиболее стабильных (не зависящих от прочих факторов) участках спектральной кривой отражения сосудистых растений. Максимум солнечной радиации хлорофилл растений поглощает в красной зоне спектра (0,6–0,7 мкм), а в инфракрасной области (0,7–1,0 мкм) находится область минимального поглощения. Таким образом, повышенная фотосинтетическая активность, как правило, определяемая густотой посевов, ведет большему к отражению в инфракрасной и меньшему в красной зоне спектра. Отношение этих показателей друг к другу позволяет четко отделять растительные от прочих природных объектов. Использование же не простого отношения, а нормализованной разности между минимумом и максимумом отражений увеличивает

точность измерения, позволяет уменьшить влияние таких факторов как различия в освещенности снимка, облачности, дымки, поглощение радиации атмосферой и пр.[2].

NDVI – безразмерный, искусственный показатель, предназначенный для измерения эколого-климатических характеристик растительности. Кроме того, он позволяет оценить корреляцию с такими параметрами как продуктивность (временные изменения), биомасса, влажность и минеральная (органическая) насыщенность почвы, эвапотранспирация, объем выпадающих осадков, характеристики снежного покрова и т.д. Схемы NDVI в комплекте с топоосновой также можно использовать как базу для построения более сложных типов аналитических карт - продуктивности сельскохозяйственных земель, типов ландшафтов, почвенных, растительности и природных зон и других. Одним из основных вариантов использования индекса является расчет и прогнозная оценка на его основе урожайности, продуктивности, биоразнообразия, степени ущерба от различных природных и антропогенных бедствий, аварий и т.д. Эти данные используются также для вычисления других, универсальных и территориально-привязанных индексов: LAI - индекс листовой поверхности, FPAR - индекс фотосинтетической активной радиации, поглощаемой растительностью и пр.[3].

В ходе оценки возможностей применения индекса в сельском хозяйстве региона нами определены основные достоинства NDVI. Кроме того, необходимо отметить, что только использование беспилотной авиации позволяет превратить индекс в незаменимый инструмент при развитии точного земледелия. Таким образом, мониторинг нормализованного вегетативного индекса в сцепке с применением БПЛА позволяет:

- диагностировать заболевания растений на ранних стадиях развития;
- оценивать ситуацию на больших площадях в течение минимального времени;
- получать данные высокого разрешения и необходимой точности;
- определять порог развития растений без проведения полевых исследований;
- определять критически увлажненные или высушенные зоны полей;
- рассчитывать точные параметры мероприятий по обработке посевов и внесению удобрений;
- определять некоторые параметры метеорологических условий значимые для сельскохозяйственного производства;
- прогнозировать с высокой точностью урожайность;
- определять степень ущерба посевам связанного как с естественными, так и антропогенными факторами;
- использовать полученные данные для вычисления LAI (индекс листовой поверхности) и FPAR (индекс фотосинтетической активной радиации).

Отличительной особенностью при использовании индекса в сельском хозяйстве нашего региона явились более сложные условия получения исходных данных и их интерпретация в процессе построения карт. Прежде всего, это связано со сложным рельефом полей и условиями съемки. Установлено, что для получения необходимых результатов обязательно применение наряду со стандартным навигационным оборудованием дронов радаров рельефа и препятствий. Кроме того, достижение желаемой точности результатов (не менее 10-15 см в случае с посевами рапса на котором проводились исследования) необходима установка стационарных, или при разовых работах временных GNSS базовых станций с поддержкой технологии RTK.

Заключение. Таким образом, по результатам проведенных исследований, можно заключить, что методика вычисления и применение индекса в условиях северной Беларуси не требует особых подходов, однако при получении первичных данных необходимо уделить особое внимание учету влияния рельефа и атмосферных условий. Кроме того, организация «умного» земледелия требует применения высокоточного навигационного оборудования. Одним из ведущих преимуществ применения NDVI, по сравнению с другими вариантами оценки состояния посевов, является простота получения и обработки данных, высокая степень рентабельности проведения мониторинговых исследований, для осуществления которых требуются только материалы съемки и знания ее параметров.

1. Статья «Получение вегетационного индекса NDVI с помощью беспилотников (БПЛА)» [Электронный ресурс] – URL: <https://russiandrone.ru/publications/poluchenie-vegetatsionnogo-indekса-ndvi-s-pomoshchyu-besplotnikov-bpla/>

2. Статья «Знания необходимые для анализа вегетации» [Электронный ресурс] - URL: <https://eos.com/ru/blog/ndvi-voprosy-i-otvety/>

3. Статья «Теоретические основы использования индекса NDVI» [Электронный ресурс] – URL: <https://gis-lab.info/qa/ndvi2.html>