

УДК 632:502.2.05:528.711

© 2017 А. Л. Зозуля, С. Н. Рыбин, Г. И. Коваленко

ТОВ Сингента

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРОНОВ В ОЦЕНКЕ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ

Зозуля А. Л., Рыбин С. Н. Коваленко Г. И. Использование дронов в оценке фитосанитарного состояния посевов. Приводятся результаты мониторинга посевов сои с использованием дронов. Съемка с помощью дронов позволила получить данные о степени засоренности посевов и видовом составе сорняков. В результате спектральной обработки снимков выделены участки с разной степенью засоренности. На основании индексов NDVI выявлены проблемные участки поля и определены причины угнетения растений. Данные методы мониторинга позволяют эффективно использовать средства защиты растений в точном земледелии 7 назв.

Ключевые слова: дроны, мониторинг, засоренность, сорняки, NDVI индекс.

Зозуля О. Л., Рыбин С. М., Коваленко Г. И. Використання дронів в оцінюванні фітосанітарного стану посівів. Наводяться результати моніторингу посівів сої з використанням дронів. Зйомка з використанням дронів дала змогу отримати дані про ступень забур'янення посівів та видовий склад бур'янів. У результаті спектральної обробки знімків виділені ділянки поля з різним ступенем забур'янення. На підставі індексів NDVI виявлені проблемні ділянки поля та визначені причини пригнічення рослин. Цей метод моніторингу дає змогу ефективно використовувати засоби захисту рослин у точному землеробстві 7 назв.

Ключові слова: дрони, моніторинг, засміченість, бур'яни, NDVI індекс.

Zozulya A. L. Rybin S. N. Kovalenko G. I. Using of quadrupters for assessment of phytosanitary condition of field crops. The results of monitoring of soybean crops quadrupters are presented. Photography with the help of drones made it possible to obtain data on weed infestation and species composition of weeds. As a result of spectral processing of the images, areas with different weediness level are identified. On the basis of the NDVI indices, the problem plots of the field were identified and the causes of plant damage were determined. This monitoring approach makes it possible to apply effectively plant protection products in precision farming 7 Ref.

Key words: quadrupters, monitoring, weediness, weeds, NDVI index.

Необходимость регулярного обследования посевов в период вегетации для оценки их состояния, определения проблемных вопросов и оперативного реагирования на них не вызывает никаких возражений. В реальности из-за отсутствия ресурсов обследований практически не проводят, поскольку тщательного маршрутного обследования одного среднего поля требуются не менее 3–4 часов. А если таких полей несколько десятков на одного агронома, это просто физически невозможно [1, 3, 4].

Ранее в каждом районе существовали службы сигнализации и прогноза, которые сейчас в связи с реорганизацией и слабым финансированием практически не функционируют. Но насколько необходимо проводить мониторинг посевов? Всегда ли есть необходимость вносить те или иные препараты? Далекое не всегда. И хозяйство тратит ресурсы с низкой отдачей. В других случаях при выборочном обследовании очаги засоренности, очаги вредителей и болезней не обнаруживаются, а в глубине поля они развиваются. В таком случае возникают потери от неприменения в необходимые сроки средств защиты растений.

Таким образом, оперативный мониторинг посевов играет немаловажную роль в получении высоких и стабильных урожаев. Использование современных технических средств может существенно снизить затраты времени без потери качества обследования. Сейчас все более широкое применение в аграрной сфере находят беспилотные аппараты. Их используют для мониторинга качества выполнения агротехнических мероприятий, состояния посевов и др. [2, 5–7].

Для оценки состояния посевов среди прочих характеристик особую популярность приобрел нормализованный относительный индекс растительности — Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), который еще называют вегетационным индексом. Это количественный показатель, оценивающий фотосинтетическую активность биомассы. Чем выше этот показатель, тем лучше развитие растений. Максимальный показатель равен 1,0. При картировании полей разные величины индекса визуализируются разнообразными цветами. В результате агроном может четко определить зоны риска, их площади и координаты для дальнейшего обследования.

Цель наших исследований — определение возможности использования дронов с камерой NDVI для оценки фитосанитарного состояния посевов.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в Глобинском районе Полтавской области на посевах сои 02.06.16. Для обследований использовали два типа камер, которые снимали в видимом и спектральном диапазонах. На этих же полях проводили маршрутные обследования по общепринятым в агрономии методикам [4]. Использование разных методов учета позволяло оценить точность оценки засоренности поля с использованием видеосъемки с последующим анализом на компьютере.

С этой целью на поле были выделены точки съемки и затем проанализированы полученные снимки, в которых оценивали уровень засоренности и видовой состав сорняков. На снимок накладывали мерную рамку, что позволяло определить количественные показатели засоренности на квадратный метр. В этих же точках проводили анализ сорняков по стандартной методике, которая подразумевает выбор площадок 50×50 см по диагонали поля, с последующим подсчетом сорных растений и пересчетом уровня засоренности на квадратный метр. В исследованиях были выбраны поля до 50 га, поэтому количество учетных площадок составляло 12 как при съемках, так и в маршрутных исследованиях.

Результаты. Как показали наши исследования, фотографии, полученные с дрона, дают хорошее разрешение и позволяют визуально оценить уровень засоренности и определить основные виды проросших сорняков еще на фазах, когда они являются наиболее восприимчивыми к гербицидам. Это позволяет подобрать наиболее приемлемый гербицид или их смесь для достижения максимального эффекта (рис. 1 а, б).



Рис. 1. Картирование засоренности сои с помощью съемок дроном (слева) и традиционным способом обычной камерой (справа)

Сравнение количественных данных, полученных с помощью маршрутных обследований и дрона, показали, что они отличаются незначительно (табл. 1).

1. Засоренность посева сои при их обследовании традиционным методом и с помощью дрона. Полтавская область, ООО Глобино.

Номер пробы	Численность сорняков, традиционный метод/метод дрона, экз/м ²							Всего
	Марь белая	Горчак полевой	Редька дикая	Мышей	Пастушья сумка	Осот полевой	Ваточник сирийский	
1	12/11	0/0	4/4	2/2	0/0	0/0	0/0	18/17
2	63/61	6/6	0/0	4/4	0/0	0/0	0/0	73/71
3	34/34	7/7	0/0	4/4	0/0	0/0	0/0	45/45
4	74/72	210/201	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	284/273
5	96/92	165/159	0/0	4/4	0/0	0/0	0/0	265/255
6	10/10	72/69	0/0	3/3	0/0	16/16	0/0	101/98
7	21/21	44/41	0/0	5/5	15/15	0/0	0/0	85/82
8	75/71	10/10	0/0	4/4	0/0	0/0	0/0	89/85
9	96/92	0/0	0/0	12/12	7/7	0/0	0/0	115/111
10	13/13	0/0	6/6	0/0	12/10	0/0	26/26	57/55
11	25/23	0/0	0/0	13/13	6/6	0/0	7/7	51/51
12	5/5	0/0	0/0	35/32	4/4	0/0	0/0	44/41
Ср. знач. экз/м ²	43,7/42,2	42,8/41,0	0,8/0,8	7,2/6,9	3,7/3,5	1,3/1,3	2,7/2,7	102,25/98,7

Разница составила всего 4 %. Таким образом, данный метод может быть предложен для использования агрономами сельскохозяйственных предприятий при обследовании полей на засоренность. Для проведения анализа одного поля данным приемом специалист тратил порядка 0,5 часа, в то время при маршрутном обследовании затраты времени были в 6–7 раз большими.

Одновременно поле сканировали спектральной камерой и визуализировали состояние растений по индексу NDVI. В результате поле имело такую картину, где стрелками отмечены точки отбора проб (рис. 2).

На данной спектральной обработке видны участки разного цвета, соответствующие разному уровню состояния растений, что хорошо коррелирует с уровнем засоренности посевов. Так, можно четко выделить зоны сильной и слабой засоренности.

Условно уровни засоренности были разделены на шкалу от 1 до 5 баллов, каждый соответствовал определенному цвету NDVI. Из данной фотографии видно наиболее проблемную зону (желтый и красные оттенки, баллы 3–5), занимающую чуть меньше 40 % всей площади поля и сконцентрированную в восточной его части. Засоренность посевов именно в этой зоне максимальна. Количество сорняков достигает 100–270 экз./м², в то время как в зонах 1–3 (с оттенками зеленого и высоким индексом NDVI) засоренность составила 18–70 экз./м². При этом того можно видеть, что наиболее угнетающее действие на растение оказывал горчак, так как на участках с его доминирования было отмечено наихудшее развитие растений сои (табл. 2).

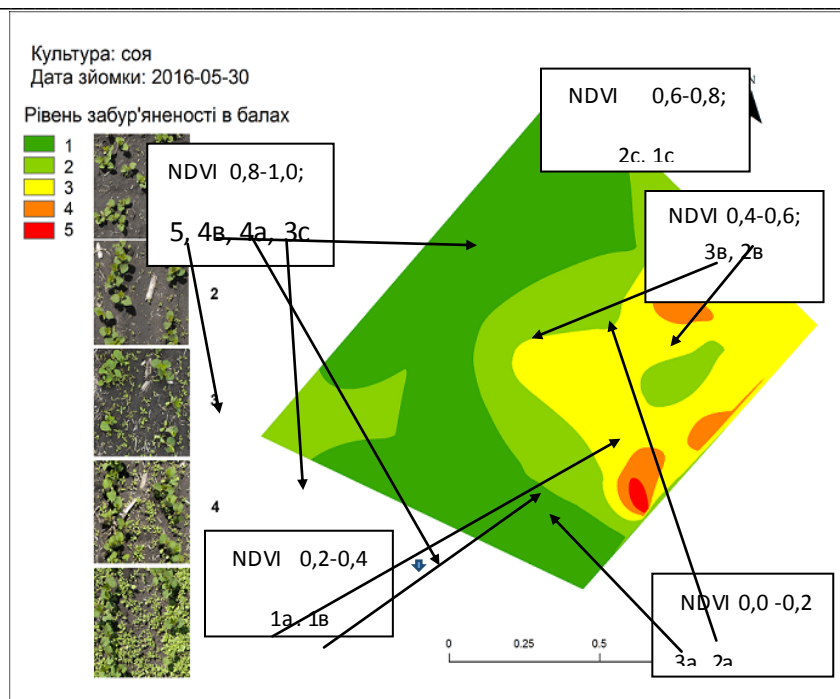


Рис. 2. Состояние растений сои по индексу NDVI

2. Численность сорняков в зонах, отображенных в разных цветах при спектральном картировании

Координаты точки отбора	Численность сорняков, экз/м ²							Общая численность сорной растительности
	Марь белая	Горчак полевой	Редька дикая	Мишей	Пастушья сумка	Осот полевой	Ваточник сирийский	
3с	12	0	4	2	0	0	0	18
5	63	6	0	4	0	0	0	73
4а	34	7	0	4	0	0	0	45
3а	74	210	0		0	0	0	284
2а	96	105	0	4	0	0	0	225
1а	10	72	0	3	0	16	0	101
2в	21	44	0	5	15	0	0	85
3в	75	10	0	4	0	0	0	89
1в	96	0	0	12	7	0		115
1с	13	0	6		12	0	26	57
2с	25	0	0	13	6	0	7	51
4в	5	0	0	35	4	0		44

1 балл 2 балла 3 балла 4 балла 5 баллов

Рис. 3. Состояние растений на основе картирования в инфракрасном спектре

Данное картирование позволяет агроному выбрать разные пути защиты от бурьянов на различных участках поля. Это удобно, участки сконцентрированы в определённых зонах. Такой подход позволит добиться более высокой эффективности защиты при оптимизации затрат, поскольку нет необходимости использовать более эффективные (и более дорогие) гербициды по всему полю, если дорогой препарат или смесь препаратов необходимы только для 40 % (на данном примере) поля. На остальных 60 % могут быть применены более низкие нормы расхода или другие продукты.

Аналогичная схема может быть применена при обследовании посевов на поражение болезнями или повреждение вредителями. На основании индексов NDVI можно выявить проблемные участки и определить причины угнетения растений (болезни, вредители, сорняки, недостаток или избыток элементов питания, влаги, нарушения агротехники и др.)

Заключение. Использование дронов для мониторинга состояния посевов, уровня засоренности, поражённости болезнями или поврежденности вредителями имеет перспективы для активного внедрения. Несмотря на относительно высокую стоимость как самих аппаратов, так и оборудования (камеры, съёмные штативы, аккумуляторы и др.), их применение позволит окупить затраты за счет оптимизации внесения препаратов и удобрений.

Бібліографічний список: 1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с. 2. Колотий А. В. Выбор информационных признаков для построения прогнозов урожайности озимой пшеницы для территории Украины. *Наукові праці ДонНТУ Серія «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка»*. 2013. Вип. 2(18). С. 99–105. 3. Корнійчук М. С. Методи контролю фітосанітарного стану польових культур. *Збірник наукових праць ННЦ Інститут землеробства НААН*. 2015. Вип. 2. С.152–163. 4. Омелюта В. П., Григорович І. В., Чабан В. С. та ін. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур. Київ: Урожай, 1986. 296 с. 5. Glenn Fitzgerald, Daniel Rodriguez, Garry O’Leary. Measuring and predicting canopy nitrogen nutrition in wheat using a spectral index — The canopy chlorophyll content index (CCCI). *Field Crops Research*. 2010. 116 (2010). P. 318–324. 6. Hansena P. M., Schjoerringb J. K. Reflectance measurement of canopy biomass and nitrogen status in wheat crops using normalized difference vegetation indices and partial least squares regression. *Remote Sensing of Environment*. 86 (2003) 542–553. 7. Huete A. R. A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI). *Remote sensing of environment*. 1988. 25. P. 295–309.

Одержано редколлегією 17.10.2017 р.

E-mail: alexandr.zozulya@syngenta.com