

Новик В.¹, Пироговская Г.В.²

¹Частный институт прикладной биотехнологии daRostim, Waldhein, Германия.

²РУП «Институт почвоведения и агрохимии», Минск, Беларусь.

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАКОПЛЕНИЯ БИОМАССЫ РАСТЕНИЙ

Полученную биомассу определяли путем измерения индекса нормализованной разностной растительности NDVI с помощью прибора для экспресс-измерений Greenseeker[®]. Прибор имеет хорошее разрешение для определения различий в накоплении биомассы между различными вариантами экспериментов.

The produced biomass was determined by measurements of the Normalized Difference Vegetation Index NDVI with the express meter Greenseeker[®]. The device has a good resolution to determine the biomass differences between different experimental variants.

Ключевые слова: биомасса, NDVI, Greenseeker[®]

Keywords: biomass, NDVI, Greenseeker[®]

Постановка проблемы

Известно, что процесс потребления элементов питания корнями растений тесно связан со всей жизнедеятельностью растений. Потребление питательных веществ регулируется также и наземными частями растений и является результатом жизнедеятельности всего растения. Почвенное и воздушное питание растений находятся в тесной взаимосвязи между собой. При сбалансированном внесении минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры улучшается корневое питание и усиливается работа листового аппарата, что положительно сказывается на росте урожая и качестве продукции. На процесс развития растения до сбора урожая влияет множество и негативных факторов. Один из них, большая концентрация фитопатогенных бактерий и грибов в почве тормозит рост растений и накопление биомассы.

Защитить растение можно, например, обработкой семенного материала защитными средствами в сочетании с другими мероприятиями. Чтобы оценить эффект влияния агрономических мероприятий и контролировать процесс накопления биомассы, полезно использовать измерительную технику для экспресс анализа непосредственно на поле. В отечественной и зарубежной практике для оценки накопления биомассы сельскохозяйственных культур в период вегетации существует несколько методов. Наиболее распространённая – техника для определения показателей NDVI (нормализованный разностный индекс растительности), которая используется как для космических, так и для полевых исследований [1].

Цель наших исследований – установить возможность использования сенсорного датчика Greenseeker[®] для оценки накопления биомассы растений в период вегетации (озимая пшеница – в Германии, ярового рапса – в Беларуси).

Объекты и методика исследований

Для оценки измерения мощности биомассы сельскохозяйственных культур в период вегетации применяли сенсорный датчик GreenSeeker[®], который является активным оптическим датчиком источника света (рис. 1). На дисплее отображается параметр NDVI (нормализованный разностный индекс растительности). Сущность измерения заключается в следующем: при нажатии спускового крючка датчик включается и испускает кратковременные вспышки красного (RED – длина волны 660 nm) и инфракрасного света (NIR – длина волны 770 nm), а затем измеряет количество каждого, которое отражается обратно (R_{RED} , R_{NIR}). Пока триггер остается включенным, датчик продолжает отсчет сканируемой области, генерируя непрерывные импульсы световых импульсов и обновляя дисплей. Зеленые растения поглощают большую часть красного света и отражают большую часть инфракрасного света. Отношение обнаруженного света является прямым индикатором плотности листвы. Тем более

плотное и более энергичное растение, тем больше разница между сигналами отраженного света. Значение NDVI определяется соотношением: $NDVI = (R_{NIR} - R_{RED}) / (R_{NIR} + R_{RED})$. NDVI может варьироваться от 0,00 до 0,99 (что соответствует 0–99 %). Типичные приложения для использования этого инструмента включают в себя измерения и агрономические исследования, измерения биомассы и вариации навесов растений, реакцию питательных веществ, потенциал урожайности, вредителей и воздействие болезни [2].

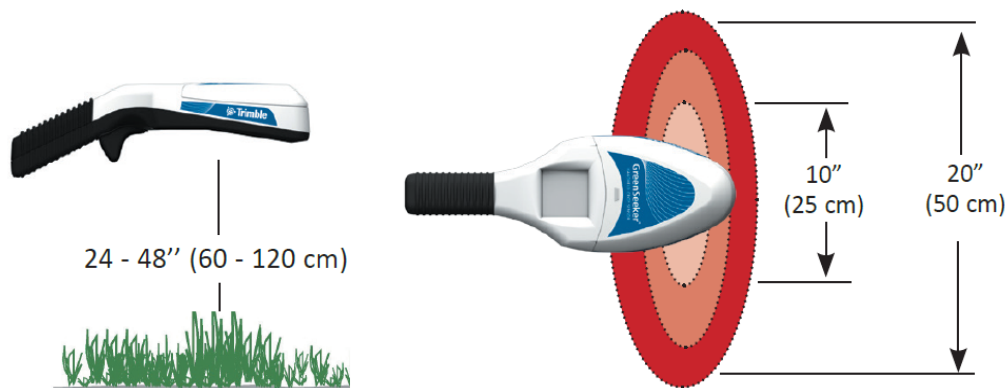


Рисунок 1. Рабочая высота и поле зрения измерительного устройства GreenSeeker® [1]

Ключевым использованием этого датчика является оценка применения удобрений. Измерения датчиков в сочетании с агрономическими данными, такими как урожайность, может использоваться для оценки количества внесения удобрений. А так же, для сравнения эффективности влияния разных агрономических мероприятий.

Измерения на лизиметрах (Республика Беларусь, г. Минск) проводились на яровом рапсе путем удерживания измерительного прибора на рабочей высоте 100 см от лизиметра, что позволяло определить среднее значение NDVI по всем растениям, растущим в лизиметре (рис.1).

Измерения на сельскохозяйственных культурах (Германия) проводилось на озимой пшенице. Семенной материал сорта KOMETUS обрабатывался различными модификациями препарата daRostim® BOSTAR Arrays (A - BOSTAR Basic, B - BOSTAR+1, C - BOSTAR+2). В зимний период (от 75 до 200 календарного дня) еженедельно проводили измерения интенсивности флуоресценции хлорофилла CFD при помощи прибора ФЛОРАТЕСТ. В период максимума интенсивности флуоресценции хлорофилла ежедневно измерялись показатели по NDVI

Результаты исследований

Накопление биомассы рапса ярового приведено на примере лизиметрического опыта № 1 (табл. 1). Измерения на лизиметрической станции прибором GreenSeeker® на посевах ярового рапса (фаза начало цветения (07.06.2016 г.) и фаза зеленого стручка – 06.07.2016 г.) показали, что накопление биомассы рапса в период его вегетации изменялось в зависимости от фазы его развития и гранулометрического состава почв. Исследуемые почвы имеют небольшие значения NDVI, в том числе: в фазу начало цветения (07.06.2016 г.) это показатель, в зависимости от гранулометрического состава дерново-подзолистых почв находился в пределах от 0,59 до 0,81, а в фазу зеленого стручка – от 0,52 до 0,65. В дерново-подзолистых рыхлосупесчаных (лиз. 9 и 10), а также песчаных (лиз. 13-16) накопление биомассы, преимущественно в фазу зеленого стручка, минимальное. Урожайность семян рапса ярового в условиях 2016 г. на дерново-подзолистых рыхлосупесчаных, подстилаемых рыхлыми песками почвах и песчаных также очень низкая (7,3 и 6,6 ц/га). Содержание масла в семенах мало изменялось в зависимости от гранулометрического состава почв (от 43,1 % (песчаная) до 46,7 % (легкосуглинистая высококультуренная)).

Биологически активные препараты для растениеводства

Накопление биомассы ярового рапса в период вегетации
(фаза начало цветения – 07.06.2016 г., фаза зеленого стручка – 06.07.2016 г.),
урожайность и содержание масла в семенах (лизиметрический опыт № 1, Беларусь)

Почвы	Урожайность, ц/га			
	Показания прибора		Урожайность (9 % влажности), ц/га	Масличность, %
	07.06.2016 г.	06.07.2016 г.		
1. Дерново-палево-подзолистая суглинистая, развивающаяся на мощном лессовидном легком суглинке, лиз.1,2	0,77	0,61	8,9	45,1
2. Дерново-палево-подзолистая суглинистая, развивающаяся на мощном лессовидном легком суглинке (агрозем), лиз.33, 34	0,59	0,58	10,2	46,7
3. Почвообразующая порода (лессовидный суглинок с глубины 1,5-3,0 м), лиз.11,12	0,79	0,65	10,9	46,4
4. Дерново-подзолистая суглинистая, развивающаяся на лессовидном легком суглинке, подстилаемом с глубины 0,75 м моренным суглинком, лиз.3, 4	0,76	0,58	13,5	44,6
5. Дерново-подзолистая суглинистая, развивающаяся на лессовидном легком суглинке, подстилаемом с 0,5 м рыхлым песком, лиз.5, 6	0,81	0,59	10,5	45,5
6. Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на водно-ледниковой связной супеси, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком с прослойкой песка на контакте, лиз.7, 8	0,81	0,62	10,0	44,3
7. Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на водно-ледниковой рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,3 м рыхлым песком, лиз.9, 10	0,78	0,53	7,3	44,6
8. Дерново-подзолистая песчаная, развивающаяся на водно-ледниковом связном песке, сменяемом с глубины 0,25 м рыхлым песком, лиз.13-16	0,77	0,52	6,6	43,1
НСР ₀₅			3,31	–

Следует отметить, что средняя урожайность семян ярового рапса в полевых опытах в среднем за 2015-2016 гг. на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах находилась в пределах: на контрольном варианте без удобрений – 9,8 ц/га, в вариантах со стандартными удобрениями – 17,0 и с серосодержащими удобрениями – от 19,1 до 22,9 ц/га, при содержании масла в семенах – от 48,8 до 49,7%.

На опытных полях в Германии изучалось влияние разных видов протравителей на показатели накопления биомассы в период максимума интенсивности флюоресценции хлорофилла (рис.2). Показатель NDVI в % даёт прогноз урожайности в таких же цифрах в dt/ha (рис. 3).

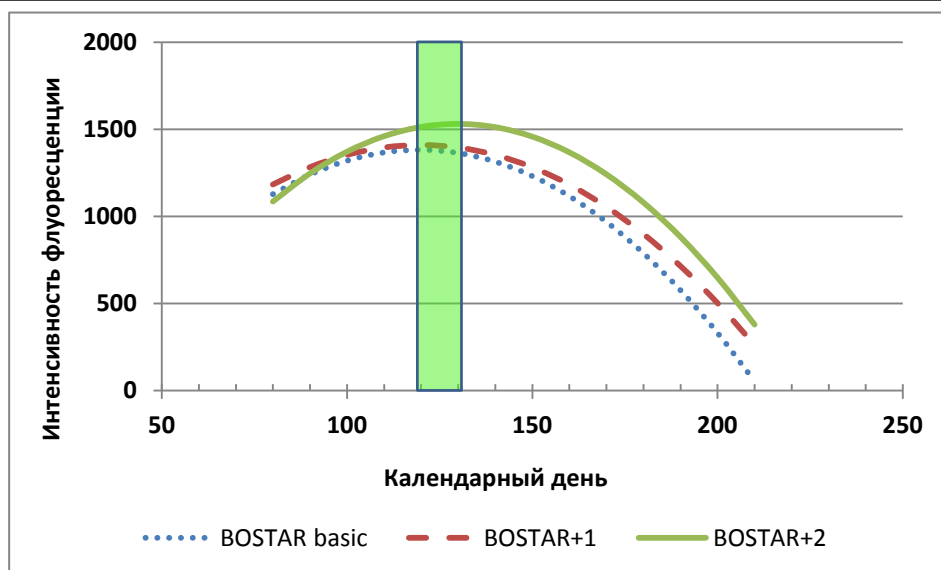


Рисунок 2. Интенсивность флюоресценции и оптимальный период для измерений показателей NDVI

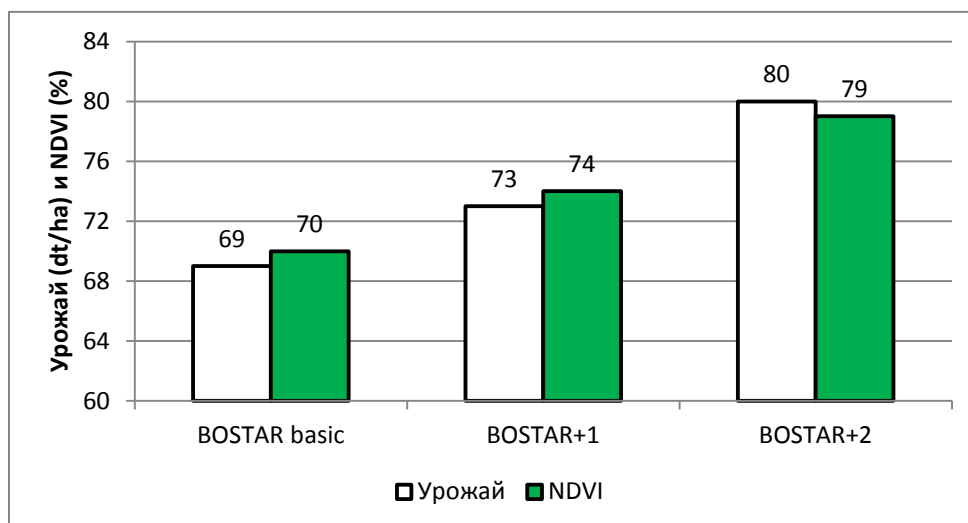


Рисунок 3. Прогноз урожайности на основе показаний измерений флюоресценции хлорофилла CFD и показателей NDVI в период 120–130 календарных дней для различных вариантов протравителей.

Выводы

Прибор для экспресс методов измерений Greenseeker® позволяет с достаточно высокой точностью увидеть разницу потенциала накопления биомассы при различных вариантах опытов. Калибровка прибора для различных культур позволяет достаточно точно прогнозировать урожайность.

Библиографические ссылки

1. *Albertz J.* Einführung in die Fernerkundung - Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
2. Quick Reference Card: GreenSeeker Handheld Crop Sensor, © 2012, Trimble Navigation Limited.
3. *Nowick W., Karpenko E., Хушкайнен T.* The results of the chlorophyll fluorescence measurements at seed treated by biofungicide WerWa winterwheat // Конференция daRostim 2016, Odessa. 2016. С. 164–166.