

Комаров А.А.<sup>1</sup>, Абдуллаев К.К.<sup>2</sup>, Ирмулатов Б.Р.<sup>2</sup>, Комаров А.А.<sup>3</sup>, Кирсанов А.Д.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ Агрофизический институт, Санкт-Петербург, Россия;

Zelenydar@mail.ru.

<sup>2</sup>ТОО «НПЦ зернового хозяйства им.А.И. Бараева», Казахстан;

Tsenter-zerna@mail.ru.

<sup>3</sup>ФГБНУ ЛенНИИСХ «Белогорка», Россия;

Kommon83@mail.ru.

## ЭЛЕМЕНТЫ ТОЧНОГО РАСТЕНИЕВОДСТВА: ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ КОСМОСНИМКОВ

*Представлены исследования, которые проводились в северном Казахстане на опытном полигоне точного земледелия в Шортандинском районе Акмолинской области. Оценивалось влияние гуминового удобрения «Стимулайф» и полимерного удобрения серии «Витанолл» на урожайность, структуру урожая и накопление элементов питания в яровой пшенице. Оценка осуществлялась как с помощью наземных исследований, так и с использованием инновационных технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).*

*Представлен анализ временных рядов вегетационного индекса за вегетационный период и кластерный анализ полей, контрастно выделяющий зоны обработки растений.*

*The research that was conducted in Northern Kazakhstan at the experimental site of precision agriculture in the Shortandinsky district of the Akmola region is presented. The influence of Stimulife humic fertilizer and Vitanoll polymer fertilizer on yield, crop structure and accumulation of nutrition elements in spring wheat was evaluated. The assessment was carried out using both ground-based research and innovative remote sensing technologies.*

*An analysis of the time series of the vegetation index for the growing period and a cluster analysis of fields, contrasting the zones of plant processing, is presented.*

*Ключевые слова:* северный Казахстан; пшеница; удобрение «Витанолл»; «Стимулайф»; данные дистанционного зондирования Земли.

*Keywords:* northern Kazakhstan; wheat; fertilizer "Vitanoll"; "Stimulayf"; Earth remote sensing data.

### **Введение**

Для повышения продуктивности возделываемых культур все шире применяются различные системы коррекции роста и развития возделываемых растений. Среди них выделяют приемы точного земледелия и точного растениеводства. В системе точного земледелия учитывают и корректируют в основном дифференциацию почвенного покрова по элементам питания. Устраняют её путем дифференцированного внесения удобрений, что требует специализированной техники и тщательного агрохимического анализа по агрохимической сетке, а не по всему полю. В системе точного растениеводства коррекция роста и развития производится не только в пространстве поля, но и с учетом роста и развития растений во времени. Достигается путем внесения разнообразных некорневых подкормок по фазам онтогенеза. Управляющим приемом повышения продуктивности возделываемых культур в условиях северного Казахстана могут стать некорневые подкормки растений с помощью как гуминовых, так и других видов удобрений.

### Методы исследований

Исследования проводились на опытном полигоне точного земледелия Шортандинского района Акмолинской области в условиях 2019 г. Опытный участок поля был засеян сортами яровой пшеницы разных групп спелости. Рост и развитие растений оценивались как с помощью наземных наблюдений, так и за счет использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Спутниковый мониторинг осуществлялся с использованием сервиса LandViewer. Снимки получали со спутников группы Sentinel 2 в режиме NDVI. На основании оценки снимков производился анализ временных рядов и кластерный анализ, которые позволили контрастировать зоны неоднородностей. Таким образом по полю выявлены контрастные зоны развития растительного покрова на вариантах с обработкой поля изучаемыми препаратами. Статистическая обработка результатов эксперимента проводилась по программе Stat.

Объектом исследований был гуминовый препарат «Стимулайф» (ТУ 2186-016-79850210-2007), который произведен в ООО «Агрофизпродукт». В качестве другого объекта исследований применялось удобрение серии «Витанолл». Отличительная особенность этого удобрения состояла в том, что в основе его выступала полимерная матрица регулярного состава с включением элементов питания. В данном случае использовалось удобрение с азотом и фосфором «Витанолл-NP». Третьим средством коррекции урожая было комплексное хелатное удобрение (КХМ), разрабатываемое в АФИ.

Сроки обработки растений препаратами были выбраны с таким расчетом, чтобы проявилась их наибольшая эффективность.

### Результаты и их обсуждение

Используя данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) производилась оценка динамики изменения вегетационного индекса NDVI за вегетационный период 2019 г. на участке с производственным экспериментом (рис.1). На этом участке испытывалось гуминовое удобрение «Стимулайф», «Витанолл» и «КХМ»

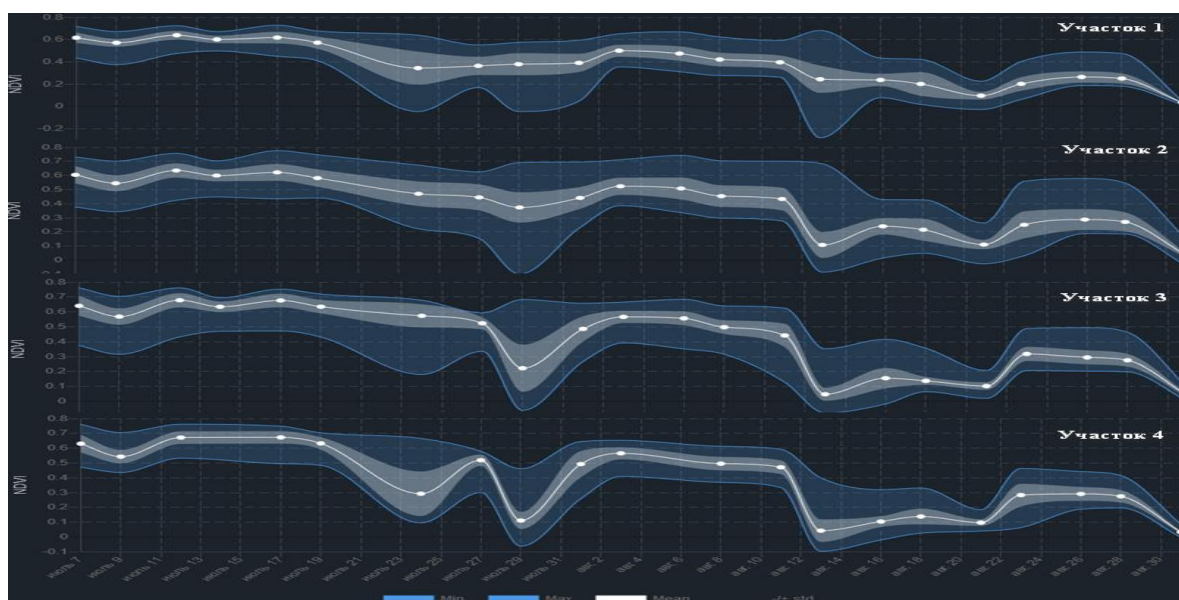


Рисунок 1. Динамика роста и развития растений по вегетационному индексу на разных вариантах использования средств коррекции урожая

На рис.1 представлен график развития растений по NDVI индексу для поля с разными вариантами использования средств коррекции урожая. С помощью ДЗЗ отчетливо видны различия по вариантам опытов в динамике вегетационного индекса (временные ряды), а

следовательно роста и развития растений. Проведенный по этим участкам кластерный анализ (рис.2) позволил контрастировать зоны неоднородности развития растений по вариантам опытов и оцифровать имеющийся массив данных по каждой из выбранных дат оценки. Фрагмент такой оценки представлен на рис.2.

Густая растительность	0.9 to 1	0 %	0.9 to 1	0 %	0.9 to 1	0 %	0.9 to 1	0 %
Густая растительность	0.8 to 0.9	0 %	0.8 to 0.9	0.66 %	0.8 to 0.9	0 %	0.8 to 0.9	0 %
Густая растительность	0.7 to 0.8	0.56 %	0.7 to 0.8	6.94 %	0.7 to 0.8	1.88 %	0.7 to 0.8	3.78 %
Густая растительность	0.6 to 0.7	13.55 %	0.6 to 0.7	21.12 %	0.6 to 0.7	64.79 %	0.6 to 0.7	57.28 %
Умеренная растительность	0.5 to 0.6	45.98 %	0.5 to 0.6	43.75 %	0.5 to 0.6	28.6 %	0.5 to 0.6	34.87 %
Умеренная растительность	0.4 to 0.5	30.75 %	0.4 to 0.5	23.72 %	0.4 to 0.5	4.65 %	0.4 to 0.5	4.06 %
Разреженная растительность	0.3 to 0.4	9.16 %	0.3 to 0.4	3.8 %	0.3 to 0.4	0.09 %	0.3 to 0.4	0 %
Разреженная растительность	0.2 to 0.3	0 %	0.2 to 0.3	0 %	0.2 to 0.3	0 %	0.2 to 0.3	0 %
Открытая почва	0.1 to 0.2	0 %	0.1 to 0.2	0 %	0.1 to 0.2	0 %	0.1 to 0.2	0 %
Нет вегетации	-1 to 0.1	0 %	-1 to 0.1	0 %	-1 to 0.1	0 %	-1 to 0.1	0 %

Рисунок 2. Кластеризация полей по состоянию растительности на оцениваемых участках

Более детальная оценка результатов эксперимента получена в мелкоделяночном опыте. Однако, в условиях мелкоделяночных экспериментов в настоящее время затруднительно получать космоснимки высокого разрешения (менее 10 м). В этом случае целесообразно использовать беспилотные летательные аппараты (БПЛА), позволяющие производить съемку делянок менее 10 м. Вместе с тем в мелкоделяночных экспериментах за счет меньшей пестроты почвенных и других условий можно получить более наглядную информацию. Так, в мелкоделяночных опытах установлено, что при некорневой обработке растений гуминовым препаратом «Стимулайф» биологическая урожайность возрастала на 1,5-2,1 ц/га или на 7,3-10,2 %. При этом обработка растений в разные фазы ростовых процессов (выход в трубку и формирование зерна) оказала одностороннюю эффективность. Однако за счет комбинированной обработки (выход в трубку+формирование зерна) отмечался некоторый прирост урожайности (до 2,1 ц/га или на 10,2 %). При обработке растений полимерным удобрением «Витанолл-NP» были получены более значимые прибавки урожая, на 2,5-3,7 ц/га или на 12,1-18 %.

Специфика физиологического действия «Стимулайфа» проявляется при оценке структуры урожая. Так, обработка пшеницы гуминовым препаратом «Стимулайф» хотя и способствовала повышению продуктивной кустистости, однако густота стояния растений при обработке препаратом снижалась. Причем эффект снижения более значительно проявлялся на ранних этапах обработки растений (в фазу выхода в трубку густота стояния растений составляла 127,3 шт/м<sup>2</sup>, а в фазу формирования зерна – 137,3 шт/м<sup>2</sup>). Более того, высота растений при обработке «Стимулайфом» снижалась на 10-20 %. В целом как гуминовые, так и другие некорневые подкормки способствовали повышению урожайности и качества пшеницы в условиях полевых экспериментов, проводимых в Казахстане.

## Выводы

В результате полевых исследований, проведенных в условиях аридного климата северного Казахстана, показан позитивный эффект действия некорневых подкормок растений пшеницы гуминовым препаратом «Стимулайф», полимерным удобрением «Витанолл-NP» и «КХМ».

Показано, что использование ДЗЗ позволяет производить оперативную оценку состояния полей по вариантам опытов. Оценка состояния растений по вегетационному индексу NDVI обеспечивает выявление зон неравномерного роста и развития растений в период вегетации. На основании оперативной диагностики возрастает эффективность некорневых подкормок средствами коррекции урожая.