

ры на 3,4-3,7 ц/га, причем максимальная прибавка урожая (3,7 ц/га) отмечена в вариантах с подкормкой сульфатом магния семиводным.

В варианте без применения удобрений содержание белка составило 10,9 % и клейковины – 14,0 %, дробное внесение азотных удобрений в форме карбамида N<sub>130</sub> в три приема на фоне P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> повысило данные показатели на 2,5 и 10,2 % соответственно, обеспечив содержание белка 13,4 % и клейковины 24,2 %.

Внекорневая подкормка серосодержащими удобрениями в фазу начала выхода в трубку позволила увеличить содержание белка на 0,1-0,4 % и клейковины на 0,6-1,1 %, в фазу начало колошения – на 0,5-0,9 % и 1,2-1,8 %, а в фазу ранней молочной спелости – на 0,9-1,0 % и 1,4-1,7 % соответственно.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Применение новых форм азотно-серосодержащих удобрений под сельскохозяйственные культуры: рекомендации / Г. В. Пироговская [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2002.

УДК 631.4

### **ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЯ НА ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПАХОТНЫХ УГОДЬЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН (РОССИЯ)**

**Сахабиев И. А., Смирнова Е. В., Гиниятуллин К. Г.**  
Казанский (Приволжский) федеральный университет  
г. Казань, Российская Федерация

Развитие цифрового почвенного картографирования (ЦПК) позволило существенно повысить точность агрохимических картограмм для дифференцированного внесения удобрений [1, 2]. Суть ЦПК заключается в пространственном прогнозировании почвенных свойств путем моделирования взаимосвязи с факторами почвообразования, которые представлены в основном цифровыми моделями рельефа, спутниковыми изображениями, аэрофотоснимками. В работе проведена оценка возможности использования данных дистанционного Земли (ДЗЗ), которые имеются в открытом доступе, для моделирования пространственного распределения агрохимических показателей почвенно-

го плодородия и получения карт-заданий для дифференцированного внесения удобрений.

Исследование проводилось на двух полях зернопропашных севооборотов Республики Татарстан (РТ). Поле № 1 имеет площадь 254 га, расположено на территории Заинского района РТ. Почвенный покров поля представлен слабо- и среднеэродированными выщелоченными черноземами. Для участка характерен существенный перепад высот до 60 м, с крутыми склонами в юго-западной части поля. Поле № 2 имеет площадь 287 га, расположено в Сармановском районе РТ и также представлено выщелоченными черноземами. Поле № 2 приурочено к пологому склону северо-восточной экспозиции, имеет перепад высот менее 30 м. Эродированность почвенного покрова на поле не проявляется. Отбор объединенных почвенных проб проводился по диагонали элементарных участков квадратной формы площадью 5 га [3]. В поле № 1 было отобрано 50 проб, а в поле № 2 – 59 проб. В образцах почв проводили определение гидролизующего азота по методу Корнфилда (N), подвижных форм фосфора ( $P_2O_5$ ) и калия ( $K_2O$ ) по методу Чирикова. В качестве источников ДЗЗ выступали данные спутников, находящихся в открытом доступе (Landsat 8 OLI и Sentinel 2). Были рассчитаны спектральные индексы, характеризующие не занятые растительностью участки, которые затем экстрагировались и усреднялись по элементарным участкам опробования. Работа с растровыми изображениями и моделирование проводилось в среде языка R. В работе использовали регрессионные модели с оценкой LOOCV – кросс-валидацией.

В поле № 1 среднее содержание N составляло 100,4 мг/кг,  $P_2O_5$  – 149,4 мг/кг,  $K_2O$  – 226,5 мг/кг. В поле № 2 N имел среднее значение 140,0 мг/кг,  $P_2O_5$  – 131,3 мг/кг, а  $K_2O$  – 163,3 мг/кг. Поле № 1 имеет среднюю вариабельность для N (19 %) и  $K_2O$  (19 %), и высокую вариабельность для  $P_2O_5$  (34 %), тогда как в поле № 2 вариабельность N средняя (16 %),  $K_2O$  сильная (25 %), а  $P_2O_5$  очень сильная (42 %).

Наибольшее значение коэффициента детерминации ( $R^2$ ) наилучших регрессионных моделей было получено для N ( $R^2 = 0,68$ ) и  $K_2O$  ( $R^2 = 0,62$ ) на поле № 1 при использовании индексов Landsat 8 OLI. С данными Sentinel 2 для этого поля N и  $K_2O$  были получены наибольшие значения  $R^2 = 0,57$ . Для поля № 2 значение  $R^2 = 0,36$  в случае N при использовании данных Landsat 8 OLI и  $R^2 = 0,34$  для данных Sentinel 2 для этого же показателя. Для  $K_2O$   $R^2 = 0,24$  в случае данных Landsat 8 OLI и  $R^2 = 0,13$  в случае данных Sentinel 2. Для  $P_2O_5$  получены значения  $R^2 = 0,14$  как в случае поля № 1 с данными Landsat 8 OLI, так и в случае поля № 2 с данными Sentinel 2. Показатель  $P_2O_5$  имел

очень низкие значения с данными Sentinel 2 в случае поля № 1 ( $R^2 = 0,06$ ) и с данными Landsat 8 OLI в случае поля № 2 ( $R^2 = 0,03$ ).

Пространственное распределение показателей поля № 1 описывается лучше в случае использования данных ДЗЗ по сравнению с полем № 2. Перепад высот и эрозия на этом поле вызывает перераспределение почвенного материала, что приводит к перераспределению элементов питания и цветовых характеристик почв. По данным Landsat 8 OLI и Sentinel 2 лучше всего описывается распределение N и  $K_2O$  в поле № 1, тогда как  $P_2O_5$  в обоих полях показывает незначительную связь с индексами спутниковых изображений.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ проект № 19-29-05061мк.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Minasny, B. Digitalsoilmapping: A brief history and some lessons / B. Minasny, A. B. McBratney // Geoderma, – 2016. – Vol. 264. – Part B. – P. 301-311.
2. Оценка разных схем составления объединенных проб для создания интерполированных карт обеспеченности пахотных угодий доступными элементами питания / И. А. Сахабиев [и др.] // Плодородие. – 2020. – № 4 (115). – С. 47-52.
3. Методика отбора почвенных проб по элементарным участкам поля в целях дифференцированного внесения удобрений / В. Г. Сычев [и др.]. – М.: ВНИИА, 2007. – 36 с.

УДК 632.952:633.19 (476)

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДОВ ПРОТИВ ПРИКОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО**

**Свиридов А. В.**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь

В последние годы в условиях Республики Беларусь отмечается высокая концентрация зерновых культур в севооборотах (более 50 %). Возникают сложности с их размещением по оптимальным предшественникам, что приводит к нарушениям системы севооборота и снижению продуктивности культур. В частности, в 2016 году в Гродненской области 37 % посевов озимых зерновых размещены по зерновым предшественникам. И как следствие, в почве накапливается специфический комплекс фитопатогенов – возбудителей фузариозной, оффиоблезной, гельминтоспориозной корневых гнилей, а также церкоспореллеза – прикорневой гнили, вызывающей полегание растений [1, 2, 3].