

ВЫЯВЛЕНИЕ МЕТОДОМ ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ВНЕШНИХ ЛИМИТИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ УРОЖАЙНОСТИ В СИСТЕМЕ «КЛИМАТ-ПОЧВА-РАСТЕНИЕ»

Федченко Леонид Алексеевич, аспирант 3 года обучения ФГБОУ ВО Алтайского государственного аграрного университета кафедры почвоведения и агрохимии, fedtschenko.leonid.1999@mail.ru

Аннотация: В статье рассматривается возможность применения информационно-логического анализа для выявления лимитирующих урожайность сельскохозяйственных культур факторов плодородия почв в системе «климат-почва-растение». Цель работы: для территории 9-го почвенного района Алтайского края выявить лимитирующие факторы урожайности пшеницы яровой, связанные со свойствами почв и климатом территории.

Ключевые слова: математическое моделирование, информационно-логический анализ, почвы, климат, урожайность сельскохозяйственных культур

Введение. Агроэкологическая оценка территории, как основа адаптивно-ландшафтного земледелия, невозможна без выявления факторов, лимитирующих урожайность сельхозкультур. Внешние лимитирующие факторы в системе «климат-почва-растение» могут проявляться, соответственно, в двух видах:

- 1) Факторы, лимитирующие плодородие почв;
- 2) Неблагоприятные агроклиматические условия территории.

Соответственно, для системы «климат-почва-растение», лимитирующие факторы плодородия почв – это те свойства почв, которые ограничивают использование агроклиматических ресурсов территории сельхозкультурами, а неблагоприятные агроклиматические условия – это сочетания агрометеорологических факторов территории, которые не позволяют реализовать в виде урожая ресурсы плодородия почв.

Таким образом, для выявления лимитирующих факторов в системе «климат-почвы-растения» необходимо выполнить следующие задачи:

- 1) Создать шкалу, в которой ресурсы плодородия почв и агроклиматические ресурсы плодородия почв можно оценить в формально-объективном виде, то есть количественно в виде баллов или рангов, по фактическим данным посредством чётко оговоренного алгоритма;
- 2) Вычислить ранг (балл) агроклиматических ресурсов территории;
- 3) Вычислить ранг (балл) ресурсов почвенного плодородия территории;
- 4) Выявить на основе сравнения рангов (баллов) ресурсов почвенного плодородия и агроклиматических ресурсов лимитирующие урожайность сельскохозяйственной культуры.

Названные задачи можно решить методом математического моделирования, основанного на информационно-логическом анализе. Данный

метод уже применялся в работах по изучению свойств почв и при создании математических моделей вычисления действительно-возможной урожайности [1, 3].

Цель исследования: для территории 9-го почвенного района Алтайского края выявить лимитирующие факторы урожайности пшеницы яровой.

Задачи исследования:

1) Вычислить, методом информационно-логического анализа, наиболее вероятные (специфичные) состояния свойств пахотного горизонта чернозёмов 9-го почвенного района Алтайского края, влияющие на урожайность яровой пшеницы;

2) Оценить в виде рангов, в какой мере вычисленные специфичные состояния почв удовлетворяют требованиям максимальной урожайности яровой пшеницы;

3) Вычислить ранг агроклиматических ресурсов территории 9-го почвенного района Алтайского края для пшеницы яровой;

4) На основании сравнения рангов агроклиматических ресурсов и специфичных состояний пахотного горизонта чернозёмов выявить лимитирующие факторы урожайности пшеницы яровой;

5) Дать рекомендации по устранению лимитирующих урожайность пшеницы яровой факторов.

Объект исследования: почвенный район чернозёмов обыкновенных среднегумусных среднемощных и чернозёмов карбонатных (9-й почвенный район Алтайского края).

Предмет исследования: почвенно-климатические факторы урожайности пшеницы яровой на территории 9-го почвенного района Алтайского края.

Методы исследования и его результаты. По данным почвенных обследований НИИ «ЗАПСИБГИПРОЗЕМ», методом математического моделирования, основанного на информационно-логическом анализе [3], были вычислены специфичные (наиболее вероятные) состояния свойств пахотного горизонта ($A_{ПАХ}$) родов чернозёмов 9-го почвенного района Алтайского края, которые представлены в таблице ниже.

Таблица

Специфичные (наиболее вероятные) состояния свойств пахотного горизонта родов чернозёмов 9-го почвенного района Алтайского края

Род чернозёмов	Чернозём выщелоченный	Чернозём обыкновенный	Чернозём обыкновенный карбонатный
рН водной вытяжки почвенного раствора в $A_{ПАХ}^*$	6,6-7,0	7,1-7,5	7,6-8,0
Содержание общего азота в $A_{ПАХ}$, %	0,21-0,25	0,21-0,25	0,21-0,25
Содержание подвижных форм фосфора в	15,1-20,0	10,1-15,0	15,1-20,0

А _{ПАХ} , мг/100 г (по Чирикову)			
Содержание подвижных форм калия в А _{ПАХ} , мг/100 г (по Чирикову)	10,1-15,0	15,1-20,0	менее 5,0
Содержание гумуса в А _{ПАХ} , %	4,1-5,0	4,1-5,0	3,1-4,0
Мощность гумусового горизонта, см	35-40	35-40	30-35

Затем, по вычисленным специфичным состояниям были определены «почвенные ранги», в данной работе они обозначены как «ПР». Ранги, по которым оценивались агроклиматические ресурсы территории были обозначены как БКР - «биоклиматические ранги» [4]. Ранги БКР и ПР – это производные от информационно-логических моделей Бурлаковой Л.М. Они позволяют вычислить действительно возможную урожайность (ДВУ) пшеницы яровой. Так, БКР – включает в себя гидротермические коэффициенты (ГТК), а ПР – такие факторы ДВУ как рН, содержание гумуса, мощность гумусового горизонта, и т.п. Согласно математическим моделям Бурлаковой Л.М. [1], максимальные значения ПР и БКР соответствуют наиболее оптимальным состояниям факторов урожайности сельхозкультур и находятся в интервале от 5-ти до 7-ми включительно. Минимально возможное значение ПР и БКР равно единице. Соответственно, если ПР фактора ДВУ яровой пшеницы был меньше её БКР, то он обозначался как лимитирующий и, наоборот, если БКР был меньше ПР, тогда агроклиматические ресурсы территории являются лимитирующими относительно потенциального плодородия почвы для пшеницы яровой. Согласно данным агроклиматического районирования для территории 9-го почвенного района Алтайского края ГТК за май-июнь можно принять равным 1,05, а ГТК за май-август – 0,98 [2]. Соответственно, БКР, исходя из математических моделей Бурлаковой Л.М., для пшеницы яровой на территории 9-го почвенного района равен 4-м и, следовательно, все свойства чернозёмов, ПР специфичных состояний которых меньше четырёх, лимитируют урожайность яровой пшеницы. Результаты расчёта почвенных рангов (ПР) для специфичных состояний свойств чернозёмов 9-го почвенного района представлены в таблице ниже.

Таблица

Почвенные ранги (ПР) специфичных состояний свойств пахотного горизонта чернозёмов 9-го почвенного района для пшеницы яровой

Род чернозёмов	Чернозём выщелоченный	Чернозём обыкновенный	Чернозём обыкновенный карбонатный
рН водной вытяжки почвенного раствора в А _{ПАХ} *	6,0	3,0	2,0
Содержание общего азота в А _{ПАХ} , %	4,0	4,0	4,0
Содержание подвижных форм фосфора в	6,5	7,0	6,5

А _{ПАХ} , мг/100 г (по Чирикову)			
Содержание подвижных форм калия в А _{ПАХ} , мг/100 г (по Чирикову)	4,0	6,0	2,0
Содержание гумуса в А _{ПАХ} , %	2,0	2,0	1,0
Мощность гумусового горизонта, см	1,0	1,0	1,0

Интерпретация полученных результатов. Как видно из таблицы выше, лимитирующими урожайность яровой пшеницы факторами для чернозёма обыкновенного карбонатного ($ПР < 4$) являются рН водной вытяжки почвенного раствора – она слишком высока; содержание подвижных форм калия, гумуса в пахотном горизонте – недостаточное; мощность гумусового горизонта – слишком мала. Содержание общего азота в пахотном горизонте чернозёмов карбонатных не лимитирует урожайность пшеницы яровой ($ПР=БКР=4$), но требует улучшения, а именно повышения до уровня 0,31-0,40%. Содержание подвижных форм фосфора в пахотном горизонте чернозёмов обыкновенных карбонатных оптимальное для пшеницы яровой ($ПР > 4$).

Для чернозёмов обыкновенных также как и для чернозёмов карбонатных лимитирующими факторами являются рН водной вытяжки почвенного раствора в гумусовом горизонте (также слишком высокая), содержание гумуса в пахотном горизонте и мощность гумусового горизонта – также недостаточны для получения высоких урожаев пшеницы яровой. Содержание общего азота в пахотном горизонте чернозёмов обыкновенных, также как и у чернозёмов карбонатных, не лимитирует урожайность пшеницы яровой, но требует улучшения. Содержание подвижных форм фосфора и калия в пахотном горизонте – оптимальное для пшеницы яровой.

Наиболее благоприятными для возделывания пшеницы яровой являются чернозёмы выщелоченные, так как для них лимитирующими урожайность свойствами оказались только мощность гумусового горизонта и содержание гумуса в пахотном горизонте. Все остальные свойства чернозёмов выщелоченных либо оптимальны (рН, содержание подвижного фосфора) либо не лимитируют урожайность пшеницы, но требуют улучшения (содержание общего азота, подвижных форм калия в пахотном горизонте).

Выводы и предложения. Таким образом, используя методы математического моделирования, основанные на информационно-логическом анализе:

1) вычислены наиболее вероятные (специфичные) состояния свойств чернозёмов 9-го почвенного района Алтайского края (почвенного района чернозёмов обыкновенных среднегумусных среднемощных и чернозёмов карбонатных);

2) выявлены основные лимитирующие урожайность пшеницы свойства чернозёмов 9-го почвенного района: ими оказались малая мощность гумусового

горизонта, низкое содержание гумуса в пахотном горизонте. Также для чернозёмов обыкновенных и карбонатных – высокая рН гумусового горизонта. У чернозёмов карбонатных – помимо названного – низкое содержание подвижного калия в пахотном горизонте.

Наиболее оптимальными для выращивания пшеницы яровой на территории 9-го почвенного района являются чернозёмы выщелоченные. Рекомендуются повсеместное внесение высоких доз органических удобрений.

Список литературы

1. Бурлакова Л.М. Плодородие алтайских чернозёмов в системе агроценоза: монография / Л.М. Бурлакова; ответственный редактор доктор сельскохозяйственных наук, профессор Е.Г. Пивоварова. – 2-е изд., испр. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2022. – 203 с. – Текст: непосредственный.

2. Почвенно-климатические ресурсы Алтайского края : (справочник) / Н. С. Халин, И. В. Назарова, В. А. Даммер ; М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. учреждение центр агрохим. службы "Алтайский". - Барнаул : [б. и.], 2020 (Параграф)

3. Пузаченко Ю.Г., Карпачевский Л.О., Взнуздаев Н.А. // Возможности применения информационно-логического анализа при изучении почвы на примере её влажности / Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. М: Наука 1970. С. 103–121.

4. Федченко, Л. А. Обоснование уровня экологического состояния агрогенных почв умеренно засушливой степи Алтайского края на основе региональных эталонов / Л. А. Федченко, Е. Г. Пивоварова // Почвы и окружающая среда : Всероссийская научная конференция с международным участием, посвященная 55-летию Института почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, 02–06 октября 2023 года. – Новосибирск: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской академии наук, 2023. – С. 202-206.

ЛИМИТИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ КОРМОВЫХ ТРАВ В СИРИИ, ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРМОПРОИЗВОДСТВА

*Хмаиша Валаа, аспирант 1-го курса Института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, Walaahmaesha@gmail.com
(Научный руководитель – Куренкова Евгения Михайловна к.с.-х.н., доцент кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, ekurenova@rgau-msha.ru)*