

**ВЛИЯНИЕ РАЗНОГО АГРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ УССУРИЙСКОГО РАЙОНА ПРИМОРСКОГО КРАЯ**

*Изучено влияние обобщенных агрохимических показателей на продуктивность растений озимой пшеницы. Рассмотрены два метода оценки плодородия почвы по агрохимическим показателям: в баллах и индексах.*

**Ключевые слова:** плодородие, агрохимические показатели, оптимальность, продуктивность, озимая пшеница.

*I.S. Fadyakina*

**THE INFLUENCE OF THE SOIL DIFFERENT AGROCHEMICAL CONDITION ON WINTER WHEAT PLANT PRODUCTIVITY IN THE CONDITIONS OF PRIMORSKY KRAI USSURIISK REGION**

*The influence of the generalized agrochemical indices on the winter wheat plant productivity is studied. Two methods for the soil fertility assessment according to the agrochemical indicators: in points and indexes are considered.*

**Key words:** fertility, agrochemical indices, optimality, productivity, winter wheat.

**Актуальность темы.** Большинство земель, используемых в сельскохозяйственном производстве Приморского края, имеют низкое плодородие и нуждаются в дополнительном внесении элементов питания. Систематическое применение в севооборотах органических, минеральных удобрений и известкования изменяет всю совокупность агрохимических свойств почвы: снижается кислотность, количество подвижных форм питательных веществ, степень их подвижности и доступность для растений [1–3].

В настоящее время имеется возможность комплексно подойти к оценке почвенного плодородия с учетом значений интегральных показателей всех основных свойств почвы [4].

**Цель исследований.** Установить влияние разного агрохимического состояния почвы на продуктивность растений озимой пшеницы. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- дать обобщенную оценку вариантов плодородия почвы опытного участка;

- изучить влияние разного агрохимического состояния почвы на продуктивность растений озимой пшеницы и оценить его эффективность.

**Объект и методы исследований.** Полевой опыт проведен в 2011–2012 гг. в севообороте агрохимического стационара ГНУ Приморский НИИСХ Россельхозакадемии, заложенном в 1941 году на лугово-бурой оподзоленной почве в 9-польном севообороте, включающем 9 вариантов сочетания удобрений, которые вносили ежегодно до 2003 года. За этот срок созданы фоны плодородия по вариантам согласно схеме. Исходные агрохимические показатели приведены в таблице 1. Учеты и наблюдения проведены согласно «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [5]. Результаты экспериментов обрабатывались статистически по Б.А. Доспехову [6]. Объект исследования – озимая пшеница сорта Московская 39. Посев оригинальными семенами проводился 10 сентября рядовым способом нормой 6,5 млн всхожих семян на глубину 3–4 см. Площадь делянки – 25 м<sup>2</sup>. Повторность опыта 3-кратная, расположение систематическое. На всех вариантах использовали ранневесеннюю подкормку аммиачной селитрой в дозе 30 кг д.в. на 1 га.

Погодные условия осеннего периода 2011 года можно охарактеризовать как засушливые. Так, в сентябре, в период всходов и начала кущения, осадков выпало 84,0 % от нормы, а в октябре – 45,0 %. В январе наблюдались неблагоприятные условия для перезимовки растений озимой пшеницы, сопровождающиеся отсутствием снежного покрова и низкими температурами воздуха до - 31,4 °С, а на глубине узла кущения – до -11 °С. Это повлияло на изреживание посевов. Среднемесячные температуры воздуха за период апрель – август были несколько выше средних многолетних. По периодам вегетации наблюдалось неравномерное выпадение осадков.

В качестве рабочей гипотезы изучалась возможность оценки агрохимического состояния почвы двумя методами: оценка с использованием комплексного агрохимического показателя (КАП) [7] и расчет показателя почвенного плодородия (Кпл) [8].

Основу комплексного агрохимического показателя составляют балльные оценки индивидуально каждого агрохимического свойства по отношению к оптимальному его значению ( $V_i$ ) и отклонение среднего балла каждого из них, определенное величиной коэффициента оптимальности (Копт)

$$B_i = \left[ \frac{X_{\text{факт}}}{X_{\text{опт}}} \right] \times 100, \quad (1)$$

где  $X_{\text{факт}}$ ,  $X_{\text{опт}}$  – фактическое и оптимальное значение агрохимического показателя.

$$ОП = \sum \frac{B_i}{n}, \quad (2)$$

где ОП – обобщающий показатель, то есть сумма  $B_i$ , поделенная на число используемых в расчете показателей ( $n$ ), балл.

$$K_{\text{опт}} = 1 - \frac{\sum |B_i - ОП|}{\sum B_i}; \quad (3)$$

$$КАП = ОП \times K_{\text{опт}}, \text{ балл.} \quad (4)$$

Методика, представленная Минсельхозом РФ, выражает обобщающий показатель почвенного плодородия через индексы, не учитывая коэффициент оптимальности

$$K_{\text{пл}} = \sum \frac{B_i}{n}, \text{ индекс,} \quad K_{\text{пл}} = ОП. \quad (5)$$

При этом рекомендуются для расчетов показатели гумуса (%),  $pH_{\text{KCl}}$ , подвижного фосфора и обменного калия (мг/кг). Разница в методиках расчета заключается в использовании или неиспользовании  $K_{\text{опт}}$ .

**Результаты исследований.** Многолетнее систематическое применение минеральных, органических, органо-минеральных (ОМУ) и известковых удобрений свидетельствует о значительном их влиянии на изменения агрохимических свойств почвы (табл. 1).

Таблица 1

**Агрохимические показатели почвы опытного участка перед закладкой опыта**

Вариант	Характеристика вносимых удобрений	$P_2O_5$	$K_2O$	Н л.г.	$pH_{\text{KCl}}$	Гумус	S	Hг
		мг/кг			ед.	%	мэкв/100г	
1	Контроль (б/у)*	20,0	152,5	71,6	5,1	3,7	17,2	3,5
2	Навоз (Н)	22,0	142,5	70,9	5,3	4,1	17,3	3,5
3	Н+И+НРК 1доза**	94,0	152,5	74,2	5,9	4,3	20,2	2,2
4	Н+И+НРК 2дозы	153,0	180,0	81,2	6,0	4,2	22,1	2,1
5	Известь (И)	39,5	130,0	79,8	6,2	4,0	20,6	1,6
6	НРК 2 дозы	84,0	145,0	77,0	5,0	3,8	16,5	6,0
Оптимальное значение показателя***		70,0	145,0	102,0	5,8	4,6	27,0	0,5

Примечание: \*б/у – без удобрений; \*\* $N_{45}P_{60}K_{45}$  – зерновые,  $N_{35}P_{60}K_{45}$  – соя,  $N_{35}P_{60}K_{45}$  – кукуруза; \*\*\* Установлено агрохимслужбой Приморского края [7].

В тяжелых по гранулометрическому составу луговых бурых оподзоленных почвах содержание подвижного фосфора очень низкое или низкое [1]. Однако по вариантам опыта оно различно. Так, очень высокое содержание, по отношению к его оптимальному значению, наблюдается в варианте 4 при совместном внесении навоза, извести и удвоенных доз минеральных удобрений. На варианте 5, при внесении только извести, степень обеспеченности подвижным фосфором по шкале для тяжелых почв Приморского края средняя. Очень низкое и низкое содержание было на контроле и варианте с навозом. Содержание подвижного калия на всех вариантах опыта приближено к оптимальному значению и лишь в варианте 5 оно резко уве-

личивается. Количество легкогидролизуемого азота изменяется незначительно и находится ниже оптимальной нормы. Содержание гумуса оценивается как среднее на вариантах с известью, двойной дозой минеральных удобрений и на контроле. На фоне органических удобрений содержание гумуса повышается. Потенциальная кислотность почвы на вариантах с внесением извести близка к нейтральной. На варианте с применением минеральных удобрений кислотность оценивается как среднекислая. Степень насыщенности почвы основаниями выше на всех вариантах с применением извести.

Таблица 2

**Расчет комплексного агрохимического показателя**

Показатель	Вариант					
	1	2	3	4	5	6
Гумус, %	80,43	89,13	93,48	91,00	86,00	82,61
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	29,00	31,00	134,00	219,00	56,00	120,00
K <sub>2</sub> O, мг/кг	105,00	98,00	105,00	124,00	90,00	100,00
pH <sub>KCl</sub> , ед.	87,93	91,38	101,72	103,45	106,90	86,21
Сумма, балл	302,37	309,51	434,00	537,45	338,90	388,82
Среднее, балл (ОП)	75,59	77,38	108,50	134,36	84,72	87,20
Кэффициент оптимальности (K <sub>опт</sub> )	0,69	0,70	0,88	0,69	0,83	0,87
КАП	52,30	54,19	95,80	92,04	70,36	84,41
Оценка плодородия почвы*	Удовлетворительное	Удовлетворительное	Высокое	Высокое	Хорошее	Высокое (ближе к хорошему)

Примечание: \*Согласно оценочной шкале [7].

По результатам агрохимических показателей была произведена обобщающая оценка плодородия почвы. Проведенные расчеты с использованием КАП и Кпл показали различные результаты. Так, оценка плодородия почвы с использованием показателя КАП оказалась неодинаковой и зависела от созданных фонов на вариантах с удобрениями (табл. 2), тогда как расчеты показателя Кпл оказались близки по величине на всех фонах (табл. 3). Применение Копт принципиально меняет оценку плодородия, делает ее более контрастной.

Критерием оценки данных методик является уровень корреляционной зависимости между продуктивностью растений и показателями качества почвы.

Таблица 3

**Расчет показателя почвенного плодородия**

Показатель	Вариант					
	1	2	3	4	5	6
Гумус, %	0,81	0,89	0,93	0,91	0,86	0,83
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	0,29	0,31	1,34	2,19	0,56	1,20
K <sub>2</sub> O, мг/кг	1,05	0,98	1,05	1,24	0,90	1,0
pH <sub>KCl</sub> , ед.	0,88	0,92	1,02	1,03	1,06	0,86
Сумма, индекс	3,03	3,10	4,34	5,37	3,38	3,89
Среднее, индекс (Кпл)	0,76	0,78	1,09	1,34	0,85	0,97
Оценка плодородия почвы*	Хорошее	Хорошее	Высокое	Высокое	Высокое	Высокое

Примечание: \*Согласно оценочной шкале [7].

Анализ данных по структуре урожая свидетельствует об их вариабельности в зависимости от агрохимического состояния почвы опытного участка (табл. 4).

Так, продуктивная кустистость изменялась от 2,10 до 3,30 см. Существенная разница при 5%-м уровне значимости по отношению к контролю получена на всех вариантах. Длина колоса по вариантам опыта изменялась от 7,4 до 8,8 см. Достоверная прибавка по отношению к контролю получена на третьем и шестом вариантах, где применялись минеральные удобрения. Минимальное количество зерен в колосе было 21,0 шт., максимальное – 31,1 шт. Существенная прибавка массы зерна с одного колоса по отношению к контролю получена на всех вариантах опыта, причем максимальное значение получено в варианте с сочетанием всех удобрений в рекомендуемых дозах. Масса 1000 зерен по вариантам опыта не имеет существенной разницы.

Таблица 4

**Влияние различного агрохимического состояния почвы участков полевого опыта на элементы структуры урожая и продуктивность растений озимой пшеницы**

Вариант	Продуктивная кустистость	Длина колоса	Количество зерен	Масса		Продуктивность растения
				с одного колоса	1000 зерен	
	шт/м <sup>2</sup>	см	шт/колос	г		г
1	2,10	7,4	21,0	0,74	35,00	1,55
2	2,55	7,4	27,1	0,82	30,17	2,08
3	2,95	8,7	31,1	1,02	32,68	2,99
4	3,30	8,3	27,7	0,88	31,81	2,90
5	3,30	8,4	28,0	0,89	31,88	2,92
6	2,60	8,8	27,6	0,86	31,16	2,24
НСР <sub>05</sub>	0,36	1,0	4,4	0,08	6,11	0,21

Минимальные показатели продуктивности одного растения получены на контроле. Достоверная прибавка по отношению к контролю получена на всех вариантах, причем нет существенной разницы между третьим, четвертым и пятым вариантами.

Нами была рассчитана корреляционная зависимость между продуктивностью одного растения, величинами агрохимических свойств и обобщенными показателями КАП и Кпл (табл. 5). Анализ полученных данных показал, что существенное влияние на продуктивность растений озимой пшеницы оказывает реакция почвенного раствора и сумма поглощенных оснований,  $r = 0,88$  и  $0,84$  соответственно. Коэффициенты между  $pH_{КС}$  и величинами КАП и Кпл составили  $0,70$  и  $0,48$ . Между Нл.г. и продуктивностью растений получена также высокая положительная связь. Некоторую значимость имеет связь содержания гумуса с величинами КАП, Кпл и продуктивностью растения:  $0,77$ ;  $0,60$  и  $0,78$  соответственно. Содержание подвижного калия существенного влияния на продуктивность растений не оказывало.

Связь содержания подвижного фосфора и продуктивности оценивается величиной  $0,63$ . Коэффициенты между фосфором и величинами КАП и Кпл составили  $0,86$  и  $0,99$  соответственно. Величины коэффициентов корреляции между продуктивностью растений и комплексными показателями составляют для КАП –  $0,87$ ; для Кпл –  $0,67$ , то есть зависимость выше с величиной КАП.

**Коэффициенты корреляции между продуктивностью растений озимой пшеницы и агрохимическими показателями почвы**

Показатель	Продуктивность растений, г	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	K <sub>2</sub> O, мг/кг	Нл.г., мг/кг	pH <sub>KCl</sub> , ед.	Гумус, %	КАП
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	0,63						
K <sub>2</sub> O, мг/кг	0,14	0,77					
Нл.г., мг/кг	0,71	0,68	0,28				
pH <sub>KCl</sub> , ед.	0,88	0,40	0,12	0,80			
Гумус, %	0,78	0,53	0,33	0,59	0,68		
S, мэкв/100 г	0,84	0,63	0,45	0,70	0,94	0,66	
КАП	0,87	0,86	0,53		0,70	0,77	
Кпл	0,67	0,99	0,80		0,48	0,60	0,93

### Выводы

1. Связь как отдельных агрохимических показателей, кроме содержания калия, так и обобщающего агрохимического показателя с продуктивностью растений озимой пшеницы высокая.

2. В сравнении двух методик по оценке агрохимического состояния почвы приоритетной является первая с использованием коэффициента оптимальности, оказывающая более существенное влияние на продуктивность озимой пшеницы.

### Литература

1. Грицун А.Т. Применение удобрений в Приморском крае. – Владивосток, 1964. – 440 с.
2. Федоров А.А. Система применения удобрений: практикум. – Уссурийск: Изд-во ПГСХА, 1998. – 167 с.
3. Моисеенко А.А., Хасбиуллина Р.Г. Изменение продуктивности севооборота и свойств почвы в результате длительного применения разных систем удобрений в условиях Приморского края. – Тимирязевский, 2006. – 44 с.
4. Синельников Э.П., Слабко Ю.И. Агрогенезис почв Приморья. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 280 с.
5. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1989. – Вып. 2. – 196 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
7. СТП 2529001383-96. Почвы. Методика оценки плодородия почв Приморского края на основе показателей почвенно-агрохимического обследования. – Введ. 01.01.96. – Тимирязевский, 1996. – 12 с.
8. Об утверждении Методики расчета показателя почвенного плодородия в субъекте Российской Федерации: Приказ МСХ РФ от 11 января 2013 г. № 5 // Российская газета. – 2013. – 6 марта.