

При проявлении вышеуказанных эффектов, от единиц до десятков минут в зависимости от типа почвы, исходной влажности почвы, напора поступающей воды и рассматриваемой толщи односекундная частота выборки рассматриваемого влагомера способствует повышению динамической точности измерений.

После проведения процедуры калибровки значения относительной погрешности в большинстве случаев значительно уменьшились.

#### Библиографический список

1. Ананьев И.П. Автогенераторные измерительные преобразователи двухкомпонентной диэлькометрии сельскохозяйственных материалов: автореф. дис. ... докт. техн. наук. – СПб., 2009. – 48 с.

2. Никифоров В.Е. Повышение эффективности контроля влажности в производстве фуражного зерна // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 1. – С. 75-76.

3. Болотов А.Г., Макарычев С.В. Применение автогенераторного преобразователя

при измерении влажности почвы // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст. VI Междунар. науч.-практ. конф. (3-4 февраля 2011 г.): в 3 кн. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2011. – Кн. 2. – С. 36-38.

4. Чудинова С.М., Понизовский А.А., Щербаков Р.А. Применение метода рефлектометрии во временной области для определения влажности почв // Почвоведение, 1996. – № 10. – С. 1267-1270.

5. E+Soil MCT-sensor / <http://en.eijkelkamp.com/products/earth-monitoring/e-sense/e-soil-mct-sensor.htm>.

6. Topp G., Davis J., Annan A. Electromagnetic determination of soil water content: measurements in coaxial transmission lines // Water Resources Res, 1980. – № 16. – P. 574-582.

7. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

8. Савич В.И. Применение вариационной статистики в почвоведении. – М.: Изд-во ТСХА, 1972. – 105 с.



УДК 631.43:633.2:631.559 (571.15)

И.В. Шорина

## ВЛИЯНИЕ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОДНОЛЕТНИХ ТРАВ В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО ПРИОБЬЯ

**Ключевые слова:** урожайность, чернозем выщелоченный, почвенный профиль, влажность, теплопроводность, сумма температур, информационно-логический анализ, гумус, мощность почвенного горизонта.

#### Введение

Основным свойством почвы является плодородие – способность удовлетворять потребность растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством воздуха, тепла для нормальной деятельности и создания урожая [1].

Влияние различных свойств почвы на формирование урожайности, их количественная оценка как фактор эффективного плодородия представлены в работах многих исследователей [2].

Мезорельеф местности во многом определяет урожайность сельскохозяйственных культур. Как результат разнокачественности склоновых земель по увлажнению, почвенному плодородию, микроклимату растения дают неодинаковую урожайность в

различных экологических условиях [3]. Большую роль в формировании урожайности играют элементы склона. Интенсивное иссушение метрового слоя чернозема, как и повышение влаги в нем, приводит к формированию более низких урожаев.

**Целью** работы явилось изучение агрофизических свойств чернозема выщелоченного на склонах высокого Алтайского Приобья.

Для достижения поставленной цели были определены следующие **задачи:**

изучить почвенно-физические факторы, определяющие гидротермический режим чернозема выщелоченного на различных частях склона;

установить их влияние на урожайность однолетних трав.

#### Объекты и методы исследования

Объектами исследования явились черноземы выщелоченные учебно-опытного хозяйства «Пригородное». Они формируются в условиях высокого Алтайского Приобья в подзоне черноземов обыкновенных умеренно засушливой и колючной степи Алтайского края [4].

Опытные участки расположены на склоне юго-западной экспозиции крутизной 5-7°. При проведении исследований на разных элементах склона в почвенном профиле мы определяли влажность, плотность и температуру на глубине от 0 до 50 см в течение вегетации.

Температуру почвы в полевых условиях измеряли многоточечным 1-Wire термометром [5]. Теплопроводность черноземов определяли в лабораторных условиях с помощью многоканального измерительного комплекса на основе модуля ZET-210 [6]. Агрофизические свойства почвы установлены с использованием общепринятых в почвоведении методик [7].

В основы исследования положен метод информационно-логического анализа, позволяющий рассмотреть некоторые агрофизические свойства в их взаимосвязи и дающий возможность построения математической модели урожайности однолетних трав [8].

#### Результаты исследования

С помощью информационно-логического анализа на пахотных угодьях нами изучено влияние мощности гумусового горизонта, содержание гумуса и pH водной суспензии на урожайность однолетних трав.

Информативность к величине урожайности таких факторов, как влажность в период кущения, а также влияние на урожайность различных элементов склона приведены в таблице 1.

Полученные данные позволяют утверждать, что специфическое состояние урожайности от влажности в период кущения на глубине 50 см носит криволинейный характер. Следует отметить, что наиболее благоприятной влажностью для почв Алтайского Приобья считается 72-92% от НВ.

Интенсивное иссушение метрового слоя чернозема, как и повышение влаги в нем, приводит к формированию более низких урожаев. В данном случае при влажности более 25% происходит снижение урожайности на 1 ранг.

Согласно значениям коэффициента передачи информации ( $K = 0,7937$ ) и общей информативности ( $T = 1,2461$ ) большую роль в формировании урожайности играют элементы склона. Распределение специфических градаций урожайности в соответствии с градацией по исследуемым вариантам носит прямолинейный характер. Следует отметить, что наибольшая урожайность сельскохозяйственных культур отмечается в нижней и средней частях склона.

Такое распределение обусловлено спецификой общих физических и физико-химических свойств чернозема.

Для выявления связи между почвенно-физическими факторами, определяющими гидротермический режим чернозема, и урожайностью возделываемых культур составлена таблица 2 условных распределений урожайности по рангам с шагом 0,51 т/га в зависимости от рангового значения каждого фактора. Информационно-логический анализ показал достаточно высокую информативность к величине урожайности от таких факторов, как запас влаги в почве слоем 0-50 см и её теплопроводности. Информативности соответствует высокий коэффициент эффективности канала связи, показывающий меру зависимости между факторами. Наиболее высок он между урожайностью и запасом влаги в почвенном слое ( $K = 0,3112$ ). Достаточно высокая связь наблюдается между урожайностью и теплопроводностью почвы ( $K = 0,2609$ ). По величине коэффициентов каналов связи с урожайностью все факторы можно расположить в следующий ряд:

$$ЗП > \lambda > \sum T > t_0,$$

где ЗП – запас воды в почве слоем 0-50 см;

$\lambda$  – теплопроводность чернозема выщелоченного;

$\sum T$  – сумма температур почвы слоем 50 см;

$t_0$  – температура поверхности почвы.

Полученные данные позволяют выявить следующие закономерности связи урожайности с изменением изученных факторов. Увеличение влагосодержания на 20 мм в почвенной толще в период кущения приводит к росту урожайности до 11,0-11,5 т/га зеленой массы. Большая влажность снижает урожайность до 2 рангов.

Доля влияния того или иного фактора на урожайность возделываемых культур показана на рисунке.

Анализируя доли участия каждого фактора на урожайность, необходимо отметить, что их процентные соотношения высоки. Наибольшее влияние на урожайность оказывает влагосодержание слоя 0-50 см (33%), в котором происходит развитие корневой системы растений. Вторую позицию занимает теплопроводность чернозема (25%). Слабее влияют на урожайность трав сумма температур в слое 0-50 см (17%) и температура поверхности почвы (12%).

Математическая обработка данных и полученных коэффициентов эффективности каналов связи позволили построить информационно-логическую модель:

$$Y = 3B \times (\lambda \times (\sum T \times t_0)),$$

где Y – прогнозируемый ранг урожайности;

3B – ранг урожайности по запасу влаги в слое 0-50 см;

$\lambda$  – ранг урожайности по теплопроводности почвы;  
 $\sum T$  – ранг урожайности по сумме температур в слое 0-50 см;

$t_0$  – ранг урожайности по температуре поверхности почвы;  
 $\boxtimes$  – знак операции логической функции нелинейного произведения.

Таблица 1

Влияние состояния факторов на урожайность однолетних трав (по наиболее вероятным состояниям)

Фактор, влияющий на урожайность	Состояние фактора	Урожайность	
		т/га	ранг
Влажность в слое 0-50 см в период кущения растений, % T = 0,6562 K = 0,3502	<10	<10,0	4
	10-15	10,0-10,5	5
	15-20	10,5-11,0	5
	20-25	11,0-11,5	5
	> 25	>12	4 (3)
Элементы склона T = 1,2461 K = 0,7937	(В) – верхняя часть склона	<10,0	1
	(С) – средняя часть склона	10,0-10,5	2 (3) (4)
	(Н) – нижняя часть склона	10,5-11,0	2 (3) (4)
		11,0-11,5	2 (3) (4)
		>12,0	4

Таблица 2

Специфичные (наиболее вероятные) состояния урожайности для каждого состояния факторов-аргументов

Фактор	Состояние фактора	Урожайность, т/га	Ранг урожайности
Запас влаги в слое 0-50 см, мм T = 0,5938 K = 0,3112	<70	<11,0-11,01-11,50	1(2)
	70-90	11,51-12,00	3
	90-110	11,51-12,00	3
	>110	11,51-12,0-12,01<	3(2)
Теплопроводность чернозема, Вт/(м·К) T = 0,5034 K = 0,2609	<1,2	11,01-11,50	2
	1,2-1,5	11,51-12,0	3
	1,5-1,8	11,51-12,0-12,01<	3(4)
	>1,81	11,01-11,50	2
Сумма температур почвы слоем 0-50 см, °C T = 0,3165 K = 0,1590	<110	11,01-11,50-12,0	2(3)
	110-140	11,51-12,0	3
	140-160	11,51-12,0	3
	>160	<11,0	1
Температура поверхности почвы, °C T = 0,2291 K = 0,1229	<15	11,01-11,50	2
	15-20	11,51-12,0-12,01<	3(4)
	20-25	11,51-12,0	3
	>25	11,01-11,50	2(1)

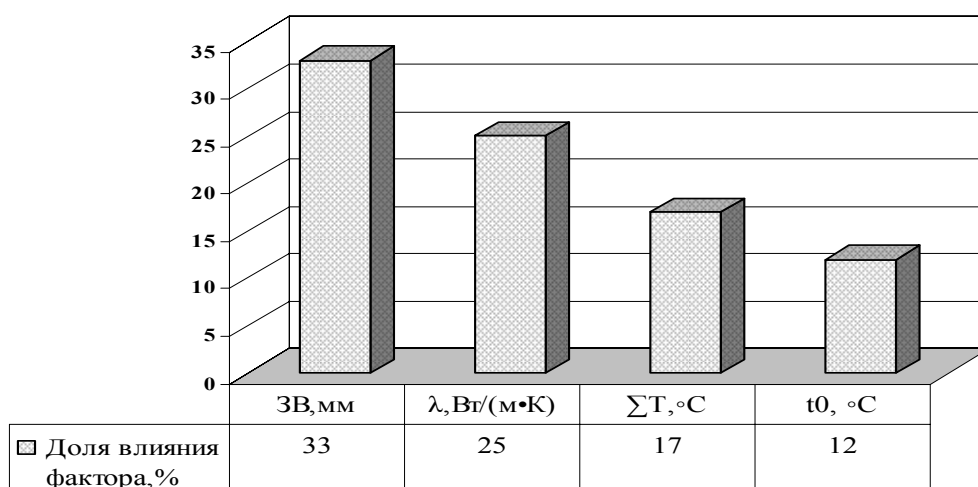


Рис. Доля влияния параметров гидротермического режима на урожайность однолетних трав

Полученная модель обеспечивает безошибочный прогноз в 21 и 65% случаях с отклонением на 1 ранг.

#### Выводы

Пахотные угодья района исследований расположены на склонах различной экспозиции с крутизной от 5 до 7°. Они представлены черноземами выщелоченными малогумусными среднесуглинистыми.

Распределение влаги в почвенном профиле по элементам склона различно. Наиболее увлажненными являются средние и нижние части склона как в пахотном, так и подпахотном горизонтах.

Существенное влияние на урожайность возделываемых культур оказывают почвенно-физические факторы. Доля влияния влагосодержания почвы составляет 33%, теплопроводности – 25, суммы температур в слое 0-50 см – 17, температуры поверхности почвы – 12%.

Таким образом, знание параметров плодородия почв в конкретных природных условиях и их влияние на урожайность позволяет более эффективно использовать земельные ресурсы, не допуская при этом снижения их плодородия.

#### Библиографический список

1. Вильямс В.Р. Почвоведение. – М.: Изд-во с.-х. лит-ры, 1949. – Т. 1. – 447 с.

2. Бурлакова Л.М. Плодородие Алтайских черноземов в системе агроценоза. – Новосибирск: Наука СО, 1984. – 88 с.

3. Белоусов А.А. Кинетика минерализации органического вещества при внесении соломы в почву. – Красноярск, 2000. – С. 5-19.

4. Агроклиматические ресурсы Алтайского края. – Гидрометеиздат, 1971. – 155 с.

5. Болотов А.Г. Измерение температуры почвы с помощью технологии 1-Wire // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 11. – С. 29-30.

6. Болотов А.Г. Определение теплофизических свойств почв с использованием систем измерения ZETLab // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 12. – С. 48-50.

7. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

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



УДК 636:631.416.9 (571.15)

С.Ф. Спицына,  
А.А. Томаровский,  
Г.В. Оствальд

## ПОВЕДЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СИСТЕМЕ ПОЧВА – РАСТЕНИЯ ПШЕНИЦЫ В РАЗЛИЧНЫХ ЗОНАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

**Ключевые слова:** яровая пшеница, почвенно-климатические зоны, микроэлементы, коэффициент биологического поглощения микроэлементов растениями пшеницы в разных зонах Алтайского края, подвижные формы микроэлементов, вынос микроэлементов яровой пшеницей.

#### Введение

Яровая пшеница – ведущая зерновая культура Алтайского края. Климатические условия края в основном соответствуют требованиям яровой пшеницы. Важной агроэкологической предпосылкой производства яровой пшеницы на значительной части

края является сумма активных температур в период вегетации, которая, как правило, удовлетворяет требованиям этой культуры. Не в полной мере требованиям пшеницы соответствуют гидротермические условия, вариabельность которых в значительной степени определяет изменчивость урожайности как по зонам, так и по годам. Например, в зоне сухой степи негативное влияние на урожайность пшеницы оказывают дефицит влаги и высокие температуры в критические периоды. В зоне лесостепи снижению урожайности способствуют переувлажнение и недостаточная обеспеченность растений теплом.