

УДК 631.45:633.1(571.151)

Е.В. Райхерт

**Влияние показателей почвенного плодородия
на продуктивность зерновых культур
в условиях Уймонской котловины Республики Алтай**

Y.V. Reichert

**Influence of Soil Fertility Indicators on Productivity
of Crops under Uimon Depression of the Altai Republic**

Статья посвящена вопросам изучения параметров почвенного плодородия и их влиянию на продуктивность зерновых культур (яровая пшеница, овес, ячмень). Выявлены оптимальные значения параметров плодородия почвы с точки зрения получения максимальной продуктивности основных зерновых культур, возделываемых в исследуемом регионе. Установлены зависимости взаимосвязи параметров плодородия почвы и исследуемых зерновых культур. Определена доля влияния каждого параметра почвенного плодородия на продуктивность исследуемых культур.

Установлено, что все исследуемые параметры плодородия оказывают значительное влияние на продуктивность зерновых культур. При этом наибольшее влияние оказывает содержание гумуса в почве, о чем свидетельствует самый высокий коэффициент эффективности передачи информации (для яровой пшеницы он составил — 0,3902, для овса — 0,3295, для ячменя — 0,5932), рассчитанный с помощью информационно-логического анализа. Это свидетельство того, что основную часть элементов питания растения получают за счет минерализации органического вещества почвы. Причиной этого служит недостаточное количество вносимых минеральных и органических удобрений.

Несмотря на это, следует отметить, что влияние показателей плодородия почвы на урожайность зерновых культур находится на высоком уровне, о чем свидетельствуют значительная информативность (T , бит) и эффективность канала связи (K). По величине коэффициента эффективности канала связи эти зависимости можно расположить в следующий ряд: для яровой пшеницы $\Gamma > N/NO_3 > P_2O_5 > K_2O > M$, т.е. урожайность яровой пшеницы в большей степени определяется содержанием гумуса (Γ), затем азотом нитратов (N/NO_3), подвижным фосфором (P_2O_5), обменным калием (K_2O) и мощностью гумусового горизонта (M); для овса $\Gamma > P_2O_5 > M > N/NO_3 > K_2O$; для ячменя $\Gamma > M > N/NO_3 > P_2O_5 > K_2O$. Такое влияние параметров плодородия на урожайность зерновых культур обусловлено их биологическими особенностями.

Ключевые слова: плодородие почвы, мощность гумусового горизонта, содержание гумуса, элементы питания, урожайность, пшеница, овес, ячмень.

This article is devoted to the study of soil fertility parameters and their influence on the productivity of cereals (spring wheat, oats, barley). The optimal values of the parameters in terms of soil fertility to maximize the productivity of major cereals cultivated in the study region. Also set parameters according to the relationship of soil fertility and the studied crops. Determined share of influence of each parameter on the productivity of the soil fertility study cultures. The studies found that all the studied parameters of fertility have significant effects on the productivity of the studied crops. The greatest influence the content of humus in the soil, as evidenced by the highest rate of information transmission efficiency (for spring wheat he was — 0,3902, oats — 0,3295, barley — 0,5932, respectively), calculated using the information logical analysis. This is evidence that the bulk of the plants receive nutrients through soil organic matter mineralization. The reason for this is the lack of the amount of applied organic and mineral fertilizers. In spite of this, it should be noted that the information content (T , bit) and the effectiveness of the communication channel (K) grain yields from the parameters of fertility is high. The magnitude of the coefficient of efficiency of the communication channel, these dependencies can be arranged in the following order: spring wheat $T > N/NO_3 > P_2O_5 > K_2O > M$, ie spring wheat is largely determined by the humus content (T), then nitrate nitrogen (N/NO_3), mobile phosphorus (P_2O_5), exchangeable potassium (K_2O) and humus horizon (M) for oats $T > P_2O_5 > M > N/NO_3 > K_2O$; barley $T > M > N/NO_3 > P_2O_5 > K_2O$. Such an effect on fertility parameters crop yields due to their biological characteristics.

Key words: soil fertility and humus horizon, humus content, batteries, yield, wheat, oats, barley.

DOI 10.14258/izvasu(2014)3.1-13

Регулирование агроэкосистем, где центральное место занимают урожаи сельскохозяйственных культур, невозможно без учета показателей почвенного плодородия.

В результате развития почвоведения и практики земледелия установлено, что плодородие почвы определяется такими свойствами, как мощность гумусового горизонта, содержание гумуса, питательных веществ и влаги, состав поглощенных оснований и др.

Влияние различных свойств почв на формирование урожайности, их количественная оценка как факторов эффективного плодородия освещены в работах многих исследователей [1, с. 446–464; 2–4; 5, с. 5–19; 6, с. 697–703].

Знание параметров плодородия почв в конкретных природных условиях и их влияния на урожайность позволит более эффективно использовать земельные ресурсы, минеральные удобрения, не допуская при этом снижения плодородия почв и загрязнения окружающей среды.

Исследование влияния почв на урожайность возделываемых в хозяйствах Уймонской котловины зерновых культур определило выбор свойств почв для изучения их связей с урожайностью. С помощью информационно-логического анализа на почвах пахотных угодий изучено влияние свойств, характеризующих их потенциальное плодородие,

на урожайность возделываемых зерновых культур. Это основные физико-химические свойства почв: мощность гумусового горизонта, содержание гумуса и подвижных элементов питания, являющихся факторами плодородия.

Средняя урожайность зерна яровой пшеницы в 2002 г. в Уймонской котловине составила 2,1 т/га. Средняя урожайность по учетам на площадках наблюдений — 2,8 т/га. Пространственная вариабельность урожайности зерна яровой пшеницы находилась в пределах от 0,38 до 3,9 т/га. Примерно такая же урожайность получена по овсу и ячменю. Такое варьирование может зависеть от многих причин, прежде всего от варьирования свойств почв, от различия в засоренности полей и пораженности посевов зерновых культур вредителями и болезнями, а также от других случайных факторов.

Размах колебаний урожайности зерновых культур позволил нам использовать единую схему ранжирования для изучаемых зерновых культур.

Для установления зависимости урожайности зерновых культур от мощности гумусового горизонта была использована представительная выборка из 150 сопряженных дат.

Наибольшее влияние мощность гумусового горизонта оказывает на урожайность ячменя, меньшее — на урожайность яровой пшеницы (табл., рис. 1).

Влияние параметров плодородия пахотных почв на урожайность зерновых культур по общей информативности (T , бит) и эффективности канала связи (K)

Показатели плодородия	Яровая пшеница		Овес		Ячмень	
	T , бит	K	T , бит	K	T , бит	K
Мощность гумусового горизонта ($A+AB$), см	0,2100	0,1463	0,2596	0,1927	0,4371	0,3400
Содержание гумуса, %	0,6801	0,3902	0,5580	0,3295	1,1020	0,5932
N/NO_3 , мг/кг	0,4632	0,2562	0,3144	0,1739	0,5856	0,3298
P_2O_5 , мг/100 г	0,5318	0,2104	0,6653	0,2724	0,6181	0,2995
K_2O , мг/100 г	0,3622	0,1487	0,3580	0,1629	0,5488	0,2713

График зависимости урожайности зерна яровой пшеницы от мощности гумусового горизонта показывает, что прямая зависимость наблюдается при мощности гумусового горизонта 40–60 см, дальнейшее увеличение не сопровождается повышением урожайности.

Укороченные черноземы способны формировать урожайность яровой пшеницы от < 1,7 до 2,3 т/га. С увеличением мощности гумусового горизонта до 60 см урожайность возрастает до 3,2 т/га и более.

Самая низкая урожайность овса формируется на укороченных черноземах и не превышает 1,7 т/га, наибольшая — на среднемощных — от 2,9 до 3,2 т/га и более. На почвах с мощностью гумусового горизонта более 60 см (мощных) урожайность овса снижается. Следует отметить, что с увеличением мощности гумусового горизонта также увеличивается урожайность ячменя. Наименьшая урожайность формируется на укороченных черноземах и не превышает 1,7 т/га. Наибольшая урожайность формируется при мощности гумусового горизонта более 60 см.

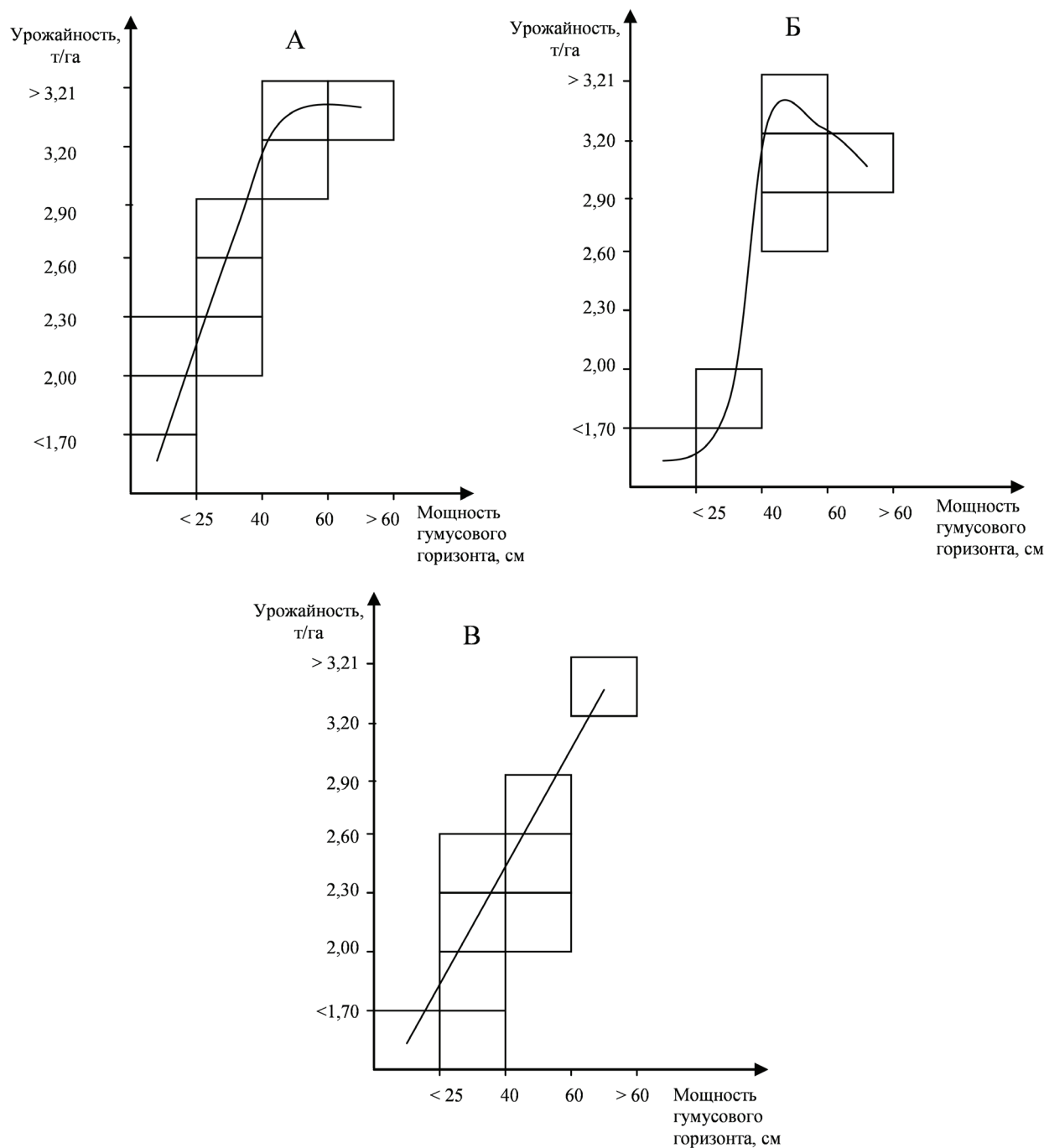


Рис. 1. Влияние мощности гумусового горизонта (А+ АВ) на урожайность возделываемых зерновых культур:
А — яровой пшеницы; Б — овса; В — ячменя

Линейная связь урожайности зерна ячменя и криволинейная яровой пшеницы и овса с мощностью гумусового горизонта, по-видимому, обусловлена биологическими особенностями этих культур, а именно расположением корневой системы, а также влиянием других факторов.

В результате исследований выявлено, что в равных условиях аналогичные мощности гумусового горизон-

та обеспечивают более низкую урожайность зерновых культур. Это, по-видимому, связано с сортами возделываемых культур, природными и почвенными условиями.

Другим важным показателем почвенного плодородия является содержание гумуса.

Характер связи по специфичным состояниям урожайности зерновых культур в зависимости от содержания гумуса изображен на рисунке 2.

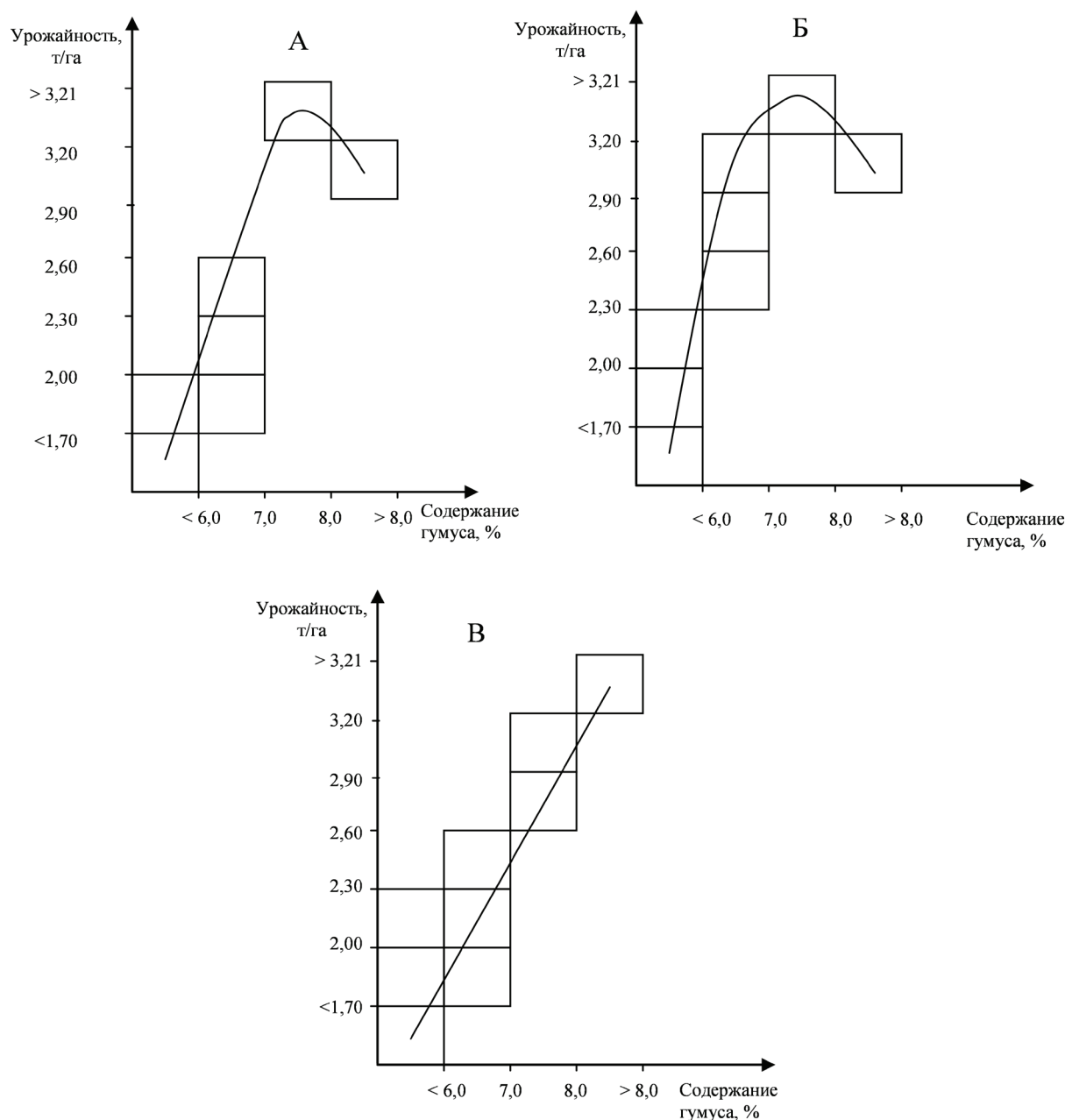


Рис. 2. Влияние содержания гумуса на урожайность зерновых культур: А — яровой пшеницы; Б — овса; В — ячменя

Математическая обработка показала довольно тесную связь между содержанием гумуса в горизонте $A_{\text{пах}}$ почв и урожайностью зерновых культур.

Пространственная вариабельность гумуса и вариабельность урожайности зерновых культур тесно связаны, о чем свидетельствует высокий коэффициент эффективности передачи информации K (см. табл.).

Связь содержания гумуса с урожайностью яровой пшеницы и овса носит криволинейный характер, а с урожайностью ячменя — прямолинейный. С увеличением содержания гумуса до 8% урожайность яровой пшеницы и овса возрастает до 3,2 т/га и более. Дальнейшее увеличение содержания гуму-

са приводит к снижению урожайности до 2,9–3,2 т/га. Следует отметить, что с увеличением содержания гумуса урожайность ячменя в сравнении с урожайностью яровой пшеницы и овса не падает, а, наоборот, увеличивается. Возможно, это объясняется биологическими особенностями культуры. Малогумусные черноземы с содержанием гумуса <6% способны формировать урожайность зерновых культур от <1,7 до 2,3 т/га, исключение составляет яровая пшеница — от <1,7 до 2,0 т/га.

Из литературы [2] известно, что содержание в почве гумуса >9% приводит не к увеличению урожайности, а, наоборот, к ее снижению.

В результате наших исследований установлено, что при возделывании яровой пшеницы и овса в условиях Уймонской котловины оптимальным будет содержание гумуса в почве, равное 8,0%. При таком содержании формируется наибольшая урожайность зерна яровой пшеницы и овса, а для наибольшей урожайности ячменя, возможно, необходимо гораздо большее содержание гумуса.

Подвижные формы питательных веществ, безусловно, влияют на урожайность зерновых культур, так как являются важнейшими факторами плодородия почв.

Основными элементами питания растений являются азот, фосфор и калий, от содержания которых так же, как и от мощности гумусового горизонта и содержания гумуса, зависит урожайность сельскохозяйственных культур.

На основании полученных результатов по содержанию в почве подвижных элементов питания и урожайности зерновых культур по трем срокам исследо-

ваний (первый срок — перед посевом, второй — фаза кущения культур, третий — перед уборкой) нами установлено, что наибольшее влияние на формирование урожая зерновых культур оказывает весеннее содержание питательных веществ. Это, по-видимому, можно объяснить мобилизацией элементов питания в начальный период развития культурных растений.

С помощью информационно-логического анализа по сопряженным данным содержания в почве подвижных питательных веществ и урожайности зерновых культур установлены степени связи, а также определены специфичные, наиболее вероятные значения урожайности по каждому значению подвижных азота и фосфора, а также обменного калия.

По полученной эффективности канала связи наибольшее влияние нитратная форма азота оказывает на урожайность яровой пшеницы, меньшее — на урожайность овса.

На рисунке 3 представлена зависимость урожайности зерновых культур от азота нитратов.

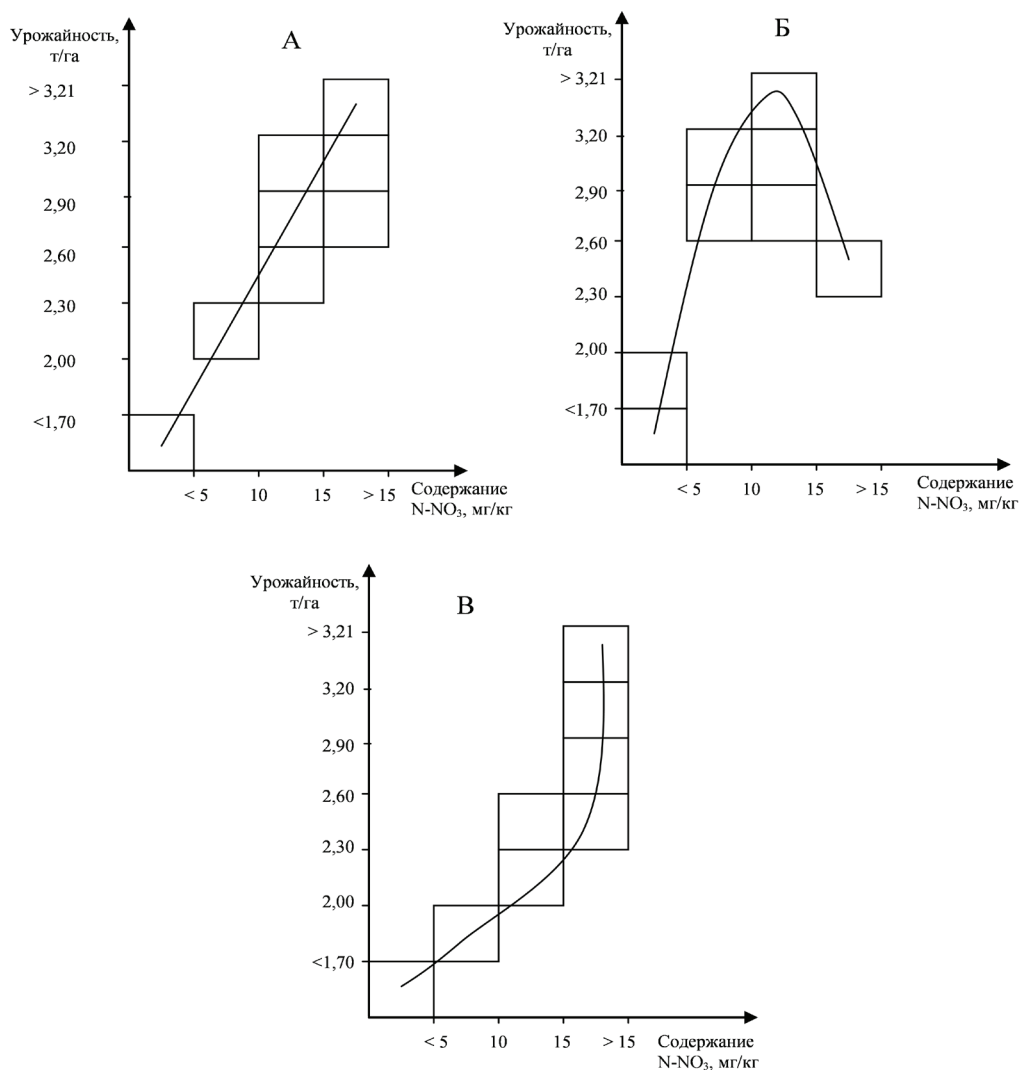


Рис. 3. Влияние азота нитратов на урожайность зерновых культур: А — яровой пшеницы; Б — овса; В — ячменя

Связь азота нитратов с урожайностью яровой пшеницы и ячменя носит прямолинейный характер, а с урожайностью овса — криволинейный. Следует заметить, что почвы пахотных угодий Уймонской котловины обладают невысоким содержанием азота нитратов. Так, содержание их в горизонте $A_{\text{пах}}$ колеблется от очень низкого до среднего уровня.

Полученные данные позволяют выявить следующие закономерности влияния азота нитратов на урожайность зерновых культур.

Очень низкое содержание азота в почве не позволяет получать урожайность более 2,0 т/га овса и не более 1,7 т/га ячменя и яровой пшеницы.

С увеличением в почве азота до уровня повышенной обеспеченности (15 мг/кг и более) урожайность яровой пшеницы и ячменя максимальная — соответственно составляет 2,9–3,2 и более и 2,6–3,2 и более т/га. Максимальная урожайность овса формируется при содержании в почве азота нитратов 10–15 мг/кг, дальнейшее увеличение содержания азота приводит к снижению урожайности до 2,6 т/га. Широкий предел колебаний урожайности указывает на то, что величина ее зависит от многих факторов.

Зависимость урожайности зерновых культур от содержания подвижного фосфора показана на рисунке 4.

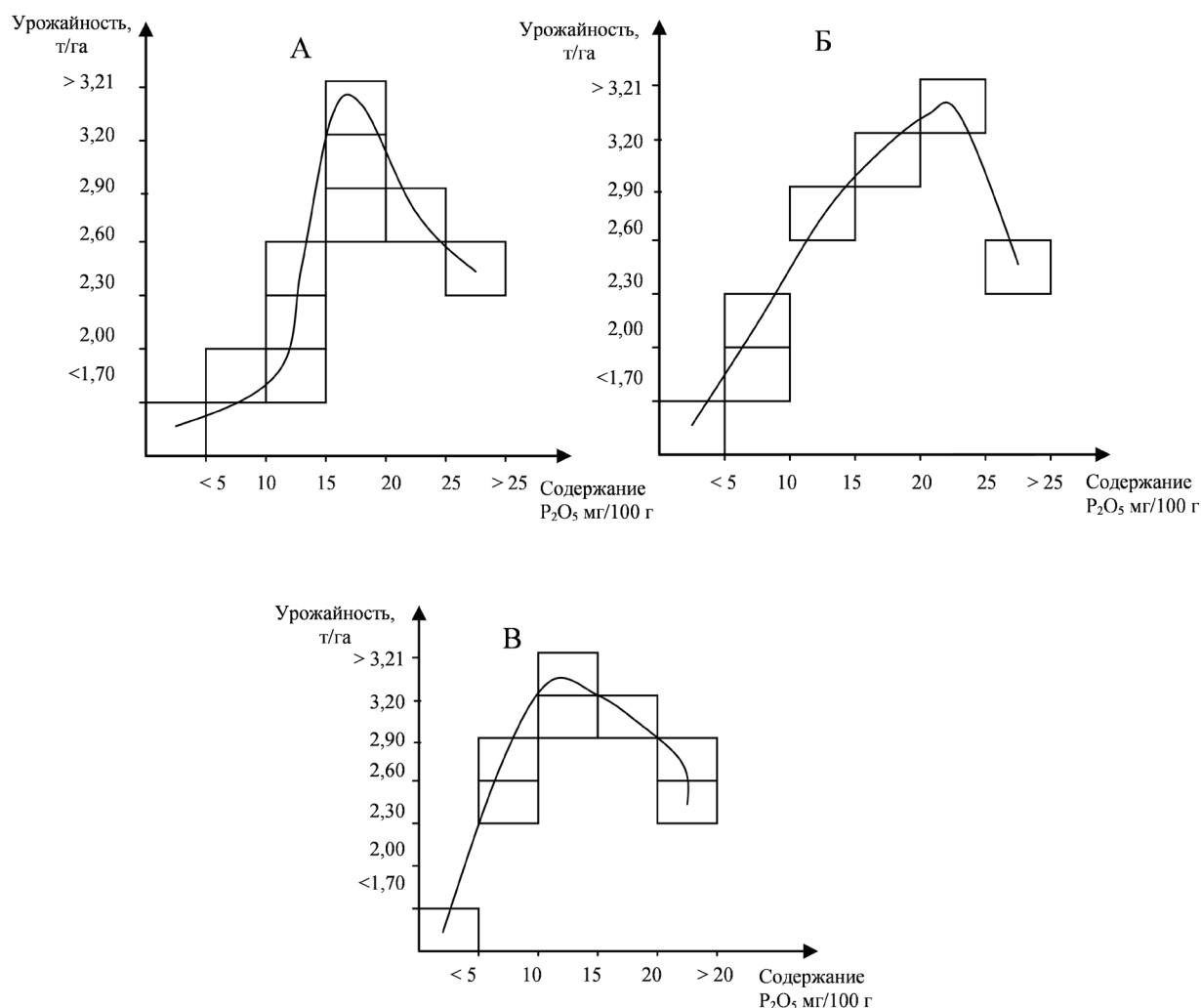


Рис. 4. Влияние подвижного фосфора на урожайность зерновых культур: А — яровой пшеницы; Б — овса; В — ячменя

По всем культурам наименьшая урожайность формируется при очень низкой обеспеченности почв подвижным фосфором (<5 мг/100 г). Пик урожайности пшеницы обеспечивает подвижный фосфор с содержанием его в почве 15–20, для овса 20–25 и для яч-

меня 10–15 мг/100 г. Дальнейшее увеличение содержания подвижного фосфора приводит к снижению урожайности.

Несмотря на большую значимость калия в формировании урожая, его влияние на урожайность воз-

делываемых культур находится в последнем ряду (см. табл.).

Связь урожайности яровой пшеницы и овса с обменным калием носит практически прямолинейный характер, а ячменя — криволинейный (рис. 5).

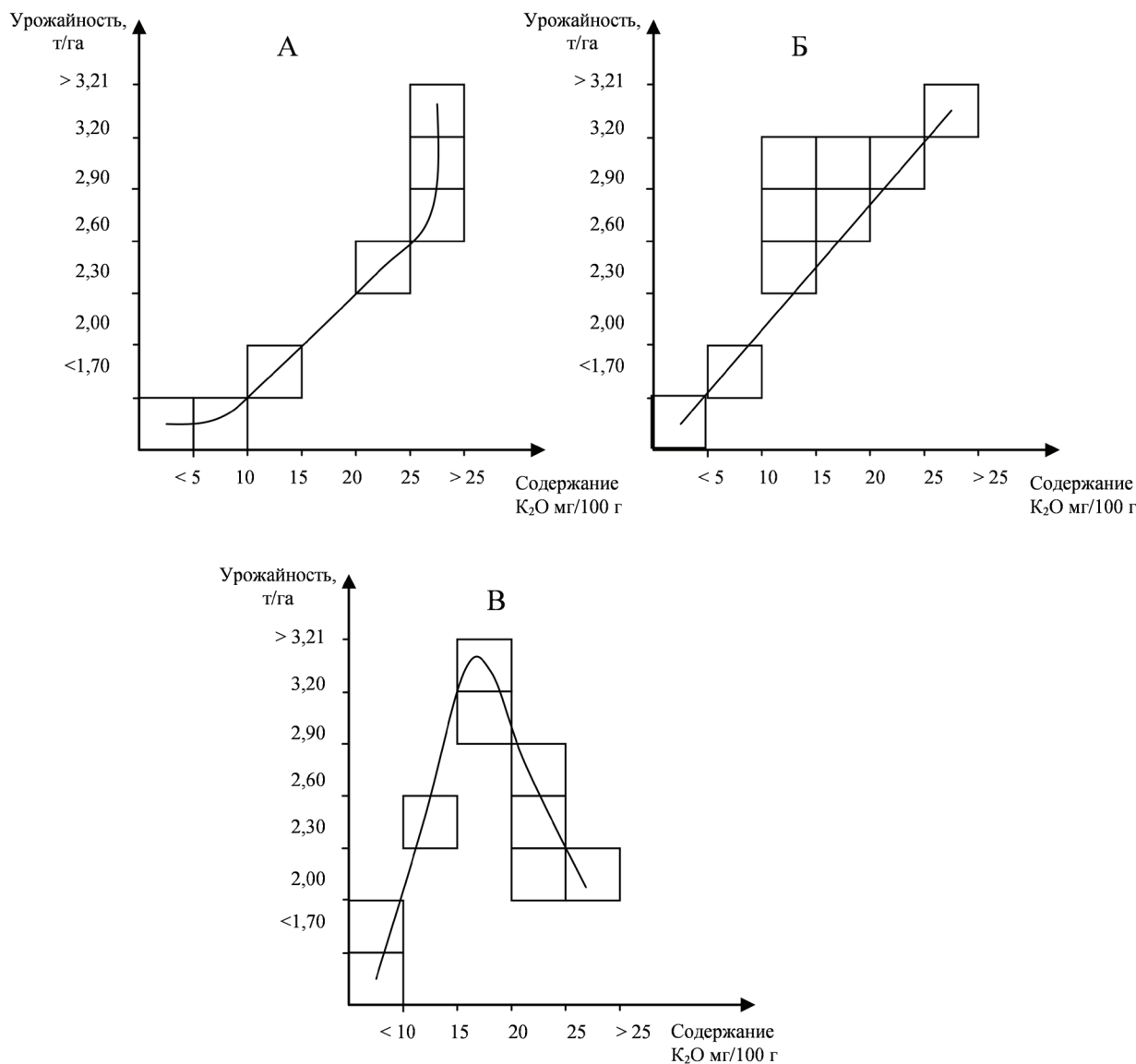


Рис. 5. Влияние обменного калия на урожайность зерновых культур: А — яровой пшеницы; Б — овса; В — ячменя

Наименьшая урожайность зерна яровой пшеницы формируется при очень низком и низком содержании обменного калия в почве (< 5 и 5–10 мг/100 г). Очень низкое содержание обменного калия в горизонте $A_{\text{пах}}$ обеспечивает самую низкую урожайность овса. Самая низкая урожайность ячменя <1,7–2,0 т/га формируется при содержании обменного калия в почве на низком уровне.

Для формирования максимального урожая яровой пшеницы требуется высокая степень обеспеченности обменным калием, а для овса и ячменя — соответственно очень высокая и повышенная. При содержа-

нии в почве обменного калия более 20 мг/100 г урожайность ячменя снижается.

Следует отметить, что влияние показателей плодородия почвы на урожайность зерновых культур находится на высоком уровне, о чем свидетельствуют значительная информативность (T , бит) и эффективность канала связи (K). По величине коэффициента эффективности канала связи эти зависимости можно расположить в следующий ряд: для яровой пшеницы $\Gamma > N/NO_3 > P_2O_5 > K_2O > M$, т.е. урожайность яровой пшеницы в большей степени определяется содержанием гумуса (Γ), затем азотом нитратов (N/NO_3),

подвижным фосфором (P_2O_5), обменным калием (K_2O) и мощностью гумусового горизонта (М); для овса $\Gamma > P_2O_5 > M > N/NO_3 > K_2O$; для ячменя

$\Gamma > M > N/NO_3 > P_2O_5 > K_2O$. Такое влияние параметров плодородия на урожайность зерновых культур обусловлено их биологическими особенностями.

Библиографический список

1. Сибирцев Н.М. Избр. соч. Т. 1 : Бонитировка почв. — М., 1951.
2. Бурлакова Л.М. Плодородие алтайских черноземов в системе агроценоза. — Новосибирск, 1984.
3. Малашенко В.Я. Эффективность применения соломы под зерновые культуры в условиях Приобья Алтая : автореф. ... дис. канд. с.-х. наук. — Омск, 1985.
4. Лебедева И.Н. О влиянии содержания гумуса в почвах Западной Сибири на урожайность сельскохозяй-

ственных культур // Тез. докл. VIII ВОП. — Кн. 3. — Новосибирск, 1989.

5. Белоусов А.А. Кинетика минерализации органического вещества при внесении соломы в почву. — Красноярск, 2000.

6. Королев В.А. Изменение физических свойств черноземов обыкновенных при длительном сельскохозяйственном использовании // Почвоведение. — 2002. — № 3.