

A.A. Zavalin, Academician of the Russian Academy of Sciences,
N.A. Kirpichnikov, Doctor of Agricultural Sciences,
S.P. Bizhan, Candidate of Agricultural Sciences, S.N. Sapozhnikov

The results of evaluating the effectiveness of the use of conventional and biomodified mineral fertilizers for winter wheat of the Moskovskaya 39 variety grown on sod-podzolic heavy loamy soil characterized by a different reaction of the soil environment formed during liming of the initial acidic soil are presented. Systematic application of NK fertilizers on poorly cultivated sod-podzolic soil did not lead to an increase in the yield of winter wheat grain compared to the option without fertilizers (control), due to the strong acidity of the soil (pHKCl 4.0), as well as a high content of mobile aluminum (130 mg/kg). Under these conditions, the use of biomodified fertilizers did not affect the yield and quality of grain. The introduction of P-fertilizers against the background of NP-fertilizers increased grain yield by 70%, the effect of biomodification was 9%.

The use of a complete fertilizer (NPK) on calcified soil, where the reaction of the soil medium is medium acidic (pHKCl 5.4), the grain yield is 52.7 c/ha. Processing of NPK fertilizers with a biological preparation ensured a further increase in the grain yield to 58.0 c/ha. At the same time, the protein content in the grain increased to 13%, crude gluten to 27% with a content of 11.6 and 25.5% in the control, respectively. The maximum payback by increasing the yield of winter wheat grain of fertilizers applied 14-15 kg/kg was obtained on soil with a slightly acidic reaction of the medium, the minimum 5-6 kg/kg of NPK on acidic soil, with the use of biomodified fertilizers, the payback increases by 1-1.5 kg/kg.

Keywords: mineral fertilizers, winter wheat, bisolbifit biopreparation, yield, grain quality.

УДК 631.582: 631.82

DOI: 10.25680/S19948603.2022.126.04.

УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР, ВЫНОС И БАЛАНС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ЗЕРНОТРАВЯНОМ СЕВООБОРОТЕ

**П.А. Постников, к.с.-х.н., В.В. Попова, Е.Ф. Данько, О.В. Васина, ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук»
Россия, 620142, г. Екатеринбург, ул. Белинского, 112-а
E-mail: postnikov.ural@mail.ru**

Исследования выполнены в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования по теме «Усовершенствовать систему адаптивно-ландшафтного земледелия для Уральского региона и создать агротехнологии нового поколения на основе минимализации обработки почвы, диверсификации севооборотов, интегрированной защиты растений, биологизации, сохранения и повышения почвенного плодородия»

На темно-серой лесной почве в зернотравяном севообороте с насыщенностью бобовыми культурами 40 % внесение минеральных удобрений при среднегодовой дозе $N_{30}P_{30}K_{36}$ обеспечило повышение сбора зерна ячменя на 1,6 т/га, пшеницы, овса – на 0,9-1,3 т/га по отношению к контролю. Из всех изучаемых культур максимальный вынос элементов питания отмечен с урожаем клевера. Суммарный вынос азота, фосфора и калия в среднем с 1 га пашни на контроле составил 137,3 кг, при внесении одних минеральных удобрений он увеличился на 71,5 %. На органо-минеральном фоне отчуждение элементов с урожаями снизилось на 20 % по сравнению с минеральным. Запашка отавы клевера и соломы гороха, ячменя на фоне $N_{24}P_{24}K_{30}$ способствовала достижению бездефицитного баланса по азоту и фосфору, а по калию дефицит составил 21,9 кг/га.

Ключевые слова: фон питания, минеральные и органические удобрения, зерновые культуры, азот, фосфор, калий.

Для цитирования: Постников П.А., Попова В.В., Данько Е.Ф., Васина О.В. Урожайность культур, вынос и баланс элементов питания в зернотравяном севообороте// Плодородие. – 2022. – №3. – С. 16-19.

DOI: 10.25680/S19948603.2022.126.04.

В условиях перехода сельского хозяйства России на рыночные отношения произошло снижение объемов применения минеральных удобрений под посевы сельскохозяйственных культур почти в 4 раза [9]. В Свердловской области за данный промежуток внесение минеральных удобрений сократилось в 7 раз [6]. При использовании их на пашне соотношение сдвинулось в сторону азотных удобрений, их доля от общего количества возросла до 60-65 % и более [12]. Научные исследования и практика свидетельствуют, что без применения удобрений невозможно добиться повышения урожаев и сохранения плодородия почв.

Система удобрения в севооборотах является составной частью адаптивно-ландшафтного земледелия. В задачу проектирования систем удобрения входит регулирование как продукционного процесса сельскохозяйственных культур, так и круговорота элементов питания за ротацию севооборотов [11]. Сбор информации в длительных стационарных опытах позволяет корректировать базу данных выноса элементов питания с урожаями в сложившихся условиях, а также дать более объективную оценку потребности в минеральных и органических удобрениях с учетом биологических особенностей культур и применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям для каждой зоны России.

Многочисленные научные исследования подтверждают, что внесение удобрений существенно увеличивает вынос элементов питания с урожаями сельскохозяйственных культур, особенно азота и калия [3, 7, 10]. Для обеспечения положительного баланса по фосфору достаточно внесения дозы 24 кг/га. В то же время для достижения бездефицитного баланса требуется внести азотных и калийных удобрений 40-60 кг д.в./га пашни [1].

Цель исследований – установить влияние удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур, хозяйственный вынос и баланс азота, фосфора, калия в зернотравяном севообороте в условиях Среднего Урала.

Методика. Исследования проведены в Уральском НИИСХ – филиале ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в двух ротациях зернотравяного севооборота. В 2011-2020 г. севооборот был развернут по следующей схеме: 1 – горох; 2 – пшеница с подсевом клевера; 3 – клевер 1-го г.п.; 4 – ячмень; 5 – овес. На опытном участке сельскохозяйственные культуры размещены во времени и пространстве, в трехкратной повторности.

Пахотный слой темно-серой лесной почвы перед закладкой опыта характеризовался слабокислой реакцией ($pH_{\text{сол.}}$ 4,96-5,1), содержанием доступных форм фосфора и калия, соответственно, 208-238 и 150-168 мг/кг, легкогидролизуемого азота – 133-151 мг/кг, гумуса – 4,68-5,06 %.

Исследования проведены на трех фонах питания: 1. Контроль (без удобрений); 2. Минеральный фон – $N_{30}P_{30}K_{36}$ (в среднем на 1 га севооборотной площади); 3.

Органоминеральный – $N_{24}P_{24}K_{30}$ + сидерат + солома. В среднем за 2 ротации севооборота на органоминеральном фоне запахано соломы гороха 2,13 т/га, ячменя – 3,76 и отавы клевера – 10,5 т/га. В качестве минерального удобрения применяли азофоску, для выравнивания баланса калия дополнительно внесен хлористый калий в дозе K_{30} .

Метеоусловия за две ротации севооборота заметно отличались от среднеголетних показателей. В 2012, 2016, 2020 г. отмечены засушливые условия, гидротермический коэффициент (ГТК) за май-июль составил 0,6-0,8. В 2014-2015 и 2019 г. наблюдался избыток осадков, ГТК с мая по август был выше – 1,8. Наиболее благоприятные метеорологические условия для роста и развития растений были в 2011, 2013, 2017-2018 г., при ГТК в среднем 1,4.

Результаты и их обсуждение. Из всех культур, выращиваемых на зерно в севообороте, наименьшую продуктивность имел горох. В среднем за две ротации урожайность зернобобовой культуры на естественном фоне плодородия не превысила 2,0 т/га, применение удобрений обеспечило дополнительный сбор зерна 0,56-0,60 т/га (табл. 1). Горох заметно слабее отзывался на применение минеральных удобрений и их сочетаний с органическими по сравнению с яровыми зерновыми культурами. Из всех лет наблюдений максимальная его урожайность получена в 2017 г., она составила на удобренных фонах питания 2,87-3,01 т/га.

1. Урожайность культур в зернотравяном севообороте в зависимости от фона питания (в среднем за 2011–2020 г.), т/га

Фон питания	Горох	Пшеница + клевер	Клевер 1-го г.п.		Ячмень	Овес
			1-й укос	2-й укос		
Контроль (б/у)	1,76	2,48	12,7	9,1	2,30	2,52
	1,98	3,15			2,48	3,17
Минеральный фон – $N_{30}P_{30}K_{36}$	2,32	3,37	13,1	10,1	3,90	3,81
	2,62	4,48			3,96	4,81
Органоминеральный – $N_{24}P_{24}K_{30}$ + сидерат + солома	2,36	3,36	13,3	10,5	3,92	3,74
	2,65	4,47			3,96	4,71
НСР ₀₅ : фон питания	0,13	0,19	0,85	1,31	0,21	0,21
	0,14	0,23			0,20	0,32
	0,42	0,36	1,54	2,14	0,66	0,67
	0,43	0,72			0,62	1,00
частных различий						

Примечание. Над чертой – урожайность основной продукции, под чертой – выход побочной продукции (аналогично в других таблицах).

Систематическое поступление растительных остатков в почву в длительном опыте способствовало достижению урожайности 2,3-2,5 т/га, даже без использования удобрений. Наименьший сбор зерна на контроле получен на ячмене, что, полагаем, связано с тем, что данная культура имеет более короткий период потребления элементов питания, поэтому не могла использовать их, высвобождающихся в процессе минерализации в пахотном слое в период вегетации. Из всех яровых зерновых культур ячмень хорошо отзывался на применение удобрений, прибавка зерна по отношению к контрольному варианту варьировала от 1,60 до 1,62 т/га. Из-за более высокой урожайности овса, пшеницы на естественном фоне плодородия, дополнительный сбор зерна составил, соответственно, 1,22-1,29 и 0,88-0,89 т/га.

Органоминеральный фон питания, несмотря на снижение дозы минеральных удобрений, не уступал по урожайности яровых зерновых культур последним. Заделка отавы клевера и соломы ячменя, гороха, за счет дополнительного поступления азота, фосфора и калия, позволяла компенсировать снижение дозы минеральных удобрений.

По сбору соломы культуры по мере убывания можно расположить в следующем порядке: овес > пшеница > ячмень > горох. По усредненным данным выявлено, что соотношение соломы к зерну у овса и гороха не зависело от фона питания, а у пшеницы отмечено повышение данного показателя при использовании удобрений по отношению к контролю, на ячмене – обратная закономерность.

Недостаточное увлажнение почвы в начале вегетации клевера существенно повлияло на сбор зеленой массы, как в первом укосе, так и при отрастании отавы. В 2012, 2016 г. второй укос не сформировался. Максимальная продуктивность многолетней бобовой культуры 38,2-43,0 т/га достигнута в 2018-2019 г. при равномерном выпадении осадков в течение летнего периода. Из-за неблагоприятных гидротермических условий в большинстве лет наблюдений средняя урожайность клевера за две ротации за 2 укоса составила 21,8-23,8 т/га. Сбор зеленой массы бобовой травы мало зависел от последствий удобрений, внесенных под покровную культуру. Различия в урожае по вариантам были в пределах наименьшей существенной разницы.

Расчеты хозяйственного выноса основных элементов питания на основании химического анализа зерна и соломы показали, что из всех выращиваемых культур в севообороте наибольшее количество азота выносятся с урожая клевера за два укоса (табл. 2). За счет азотфиксации на долю биологического азота приходится 95-115 кг/га, или в среднем около 19-23 кг на 1 га пашни. По выносу азота яровые зерновые и зернобобовые культуры заметно уступали бобовой траве.

Внесение удобрений существенно увеличило вынос данного элемента с урожаями сельскохозяйственных культур, по отношению к контролю превышение составило 23,6-31,5 кг/га, или 41-86 %.

2. Хозяйственный вынос основных элементов питания с урожаем культур, кг/га (2011-2020 г.)

Фон питания	Горох	Пшеница + клевер	Клевер* 1-го г.п.	Ячмень	Овес	Суммарно за ротацию
N						
Контроль (б/у)	<u>57,7</u> 18,8	<u>45,2</u> 13,2	133,3	<u>36,5</u> 12,2	<u>35,5</u> 10,8	<u>308,2</u> 55,0
Минеральный – N ₃₀ P ₃₀ K ₃₆	<u>81,3</u> 27,8	<u>69,5</u> 23,7	154,2	<u>68,0</u> 23,2	<u>61,3</u> 20,7	<u>434,3</u> 95,4
Органоминеральный – N ₂₄ P ₂₄ K ₃₀	79,6**	<u>65,8</u> 23,9	90,4**	66,1**	<u>60,7</u> 19,2	<u>362,6</u> 43,1
HCP ₀₅ фон питания	<u>10,1</u> 4,13					
P ₂ O ₅						
Контроль (б/у)	<u>16,7</u> 5,91	<u>19,2</u> 4,85	30,3	<u>19,3</u> 4,27	<u>16,7</u> 8,61	<u>102,2</u> 23,6
Минеральный – N ₃₀ P ₃₀ K ₃₆	<u>23,2</u> 8,97	<u>27,9</u> 8,81	32,0	<u>33,9</u> 9,87	<u>28,3</u> 15,6	<u>145,3</u> 43,2
Органоминеральный – N ₂₄ P ₂₄ K ₃₀	23,5	<u>27,2</u> 8,75	20,2	32,4	<u>27,1</u> 15,1	<u>130,3</u> 23,8
HCP ₀₅ фон питания	<u>3,28</u> 5,07					
K ₂ O						
Контроль (б/у)	<u>19,0</u> 20,3	<u>13,4</u> 29,6	91,9	<u>14,1</u> 22,2	<u>13,2</u> 52,0	<u>151,6</u> 124,1
Минеральный – N ₃₀ P ₃₀ K ₃₆	<u>26,7</u> 33,7	<u>19,4</u> 53,0	127,9	<u>23,4</u> 57,3	<u>22,3</u> 95,7	<u>219,7</u> 239,7
Органоминеральный – N ₂₄ P ₂₄ K ₃₀	28,3	<u>19,1</u> 53,3	71,6	31,2	<u>20,6</u> 95,3	<u>228,1</u> 148,6
HCP ₀₅ фон питания	<u>12,9</u> 12,4					

*За 2 укоса. **Заделка соломы и отавы клевера на удобрение.

Из всех зерновых культур наибольший вынос азота с побочной продукцией отмечен по гороху, повышение связано с биологической фиксацией атмосферного азота. В среднем за две ротации в контрольном варианте суммарно с товарной и побочной продукцией вынесено азота 72,6 кг/га севооборотной площади, на минеральном фоне питания данный показатель увеличился на 46 %. На органоминеральном фоне питания из-за запашки отавы клевера, соломы гороха и ячменя суммарный вынос азота составил около 81,1 кг/га, что ниже на 24,8 кг/га по сравнению с минеральным фоном.

Из всех элементов питания, выносимых с урожаем культур, наименьшее количество зафиксировано по фосфору. Наибольший вынос P₂O₅ отмечен с зеленой массой клевера, между зерновыми культурами существенных различий не выявлено. При систематическом использовании минеральных и органических удобрений хозяйственный вынос фосфора с товарной продукцией возрос в 1,4-1,8 раза по сравнению с контролем, наибольшая разница выявлена на ячмене. По накоплению P₂O₅ в зеленой массе многолетней бобовой травы между фонами питания существенной разницы не выявлено.

В соломе овса обнаружено более высокое содержание фосфора и калия, что существенно повлияло на хозяйственный вынос данных элементов с побочной продукцией.

В отличие от других элементов по выносу калия с зерном отмечена тенденция к его увеличению при использовании удобрений. В клевере за два укоса выявлено достоверное повышение выноса на удобренных фонах питания. В то же время применение удобрений, независимо от вида культур, существенно повышало вынос данного элемента с соломой. Максимальный хозяйственный вынос K₂O обнаружен в побочной продукции овса.

Усредненные данные за ротацию показывают, что, независимо от фона питания, соотношение доли азота, фосфора и калия от общего выноса с урожаями культур составило, соответственно, 45-48; 16; 36-39 %. За счет использования соломы и отавы клевера на удобрение суммарный вынос элементов питания уменьшился на 20 % по отношению к минеральному фону питания.

Баланс питательных веществ в севообороте, составленный за ряд лет, позволяет сопоставить приходную и расходные его части. Он дает возможность выявить степень участия удобрений и других источников поступления элементов питания в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур и оптимизации почвенного плодородия.

При среднегодовом внесении элементов питания с минеральными удобрениями за ротацию севооборота на уровне N₂₄₋₃₀P₂₄₋₃₀K₃₀₋₃₆ кг д.в./га доля минерального азота в общем приходе была всего 24-35 % (табл. 3). Вклад биологического азота в зернотравяном севообороте за счет азотфиксации составил 32,1-42,2 кг/га. Накопление азота с горохом и клевером за счет симбиоза с клубеньковыми бактериями рассчитывали по нормативным показателям с учетом поступления пожнивнокорневых остатков [5].

В опытах с использованием стабильного изотопа азота ¹⁵N установлено, что вклад биологического азота в формирование урожайности зерновых культур, фиксированного ассоциативными микроорганизмами, составляет в среднем около 15 % общего выноса с урожаем [2].

Среднегодовое поступление азота, фосфора, калия с семенами высчитывали, исходя из фактического содержания элементов питания в зерне и норм высева.

3. Баланс азота в зернотравяном севообороте в зависимости от фона питания (в среднем за 2011-2020 г.), кг/га

Показатель	Фон питания		
	без удобрений	минеральный	органоминеральный
Приход			
Поступление:			
с удобрениями	–	30	24
- минеральными	–	–	21,6
- органическими (солома + сидерат)	10	10	10
с осадками	4,4	4,4	4,4
с семенами	27,5	34,2	32,6
Азотфиксация (горох + клевер):	4,6	8,0	7,6
Несимбиотическая фиксация			
Расход			
Вынос с урожаем (зерно + солома)	72,6	105,9	81,1
Газообразные потери	–	6,0	7,2
Вымывание из почвы	4,0	6,0	6,0
Баланс (±)	–30,1	–31,3	5,9

Ранее исследованиями установлено, что с осадками в почву поступает около 4-5 кг/га азота. В современных условиях с выбросами транспорта и заводов, особенно вблизи промышленных центров, произошло насыщение воздуха многими элементами. Так, в лизиметрических исследованиях Уральского НИИСХ [4] установлено, что в пригороде Екатеринбурга с осадками на поверхность почвы в зависимости от их количества поступает около 8-25 кг/га минерального азота, в основном в аммонийной форме, фосфора – 1-2 и калия – 4-15 кг/га. При этом потери азота в зернотравяном севообороте от вымывания из слоя 0-70 см варьировали от 2 до 10 кг/га, по фосфору – 0,1-0,6 и по калию – 5-25 кг/га.

Расчеты в зернотравяном севообороте показали, что на контроле и минеральном фоне питания сложился отрицательный баланс азота. На органоминеральном фоне питания при использовании соломы гороха, ячменя и отавы клевера на удобрения он был слабоположительный.

При сложившемся уровне продуктивности в севообороте дефицит фосфора на контроле составил около 23 кг/га (табл. 4).

4. Баланс фосфора и калия в зернотравяном севообороте в зависимости от фона питания (в среднем за 2011-2020 гг.) кг/га

Показатель	Фон питания		
	без удобрений	минеральный	органоминеральный
P₂O₅			
<i>Приход</i>			
Поступление: с удобрениями	–	30	24
минеральными	–	–	4,6
органическими (солома + сидерат)			
с осадками	1,2	1,2	1,2
с семенами	1,5	1,5	1,5
<i>Расход</i>			
Вынос с урожаем (зерно + солома)	25,2	37,7	30,8
Вымывание из почвы	0,2	0,4	0,4
Баланс (±)	–22,7	–5,4	0,1
K₂O			
<i>Приход</i>			
Поступление: с удобрениями	–	36	30
минеральными	–	–	24,8
органическими (солома + сидерат)			
с осадками	4,8	4,8	4,8
с семенами	1,8	1,8	1,8
<i>Расход</i>			
Вынос с урожаем (зерно + солома)	55,1	91,8	75,3
Вымывание из почвы	5,0	8,0	8,0
Баланс (±)	–53,5	–57,2	–21,9

На темно-серой почве при внесении умеренных доз фосфора (P₃₀) баланс сложился слабо дефицитным, его интенсивность была на уровне 86 %. На органоминеральном фоне использование на удобрение соломы и отавы клевера полностью компенсировало отчуждение данного элемента с урожаями культур.

Из-за высокого выноса калия с клевером и побочной продукцией зерновых культур на всех фонах питания выявлен отрицательный баланс, максимум – при внесении одних минеральных удобрений. На органоминеральном фоне при отрицательном балансе калия его интенсивность составила 76 %, т.е. соответствовала экологическим нормативам [3]. При насыщенности севооборота зерновыми и зернобобовыми культурами до 80 % при невысоких дозах калия для снижения дефицита калия целесообразно большую часть побочной продукции применять на удобрение.

Выводы. Внесение минеральных удобрений в дозе N₃₀P₃₀K₃₆ увеличило среднегодовой вынос азота, фосфора и калия с урожаями культур зернотравяного севооборота на 46-66 % по сравнению с контролем. Запашка отавы клевера и соломы 2 раза за ротацию снизила отчуждение элементов питания на 18-24 % по отношению к минеральному фону. В зернотравяном севообороте сочетание минеральных и органических удобрений обеспечило бездефицитный баланс азота, фосфора и слабо отрицательный по калию.

Литература

1. Дмитриев Н.Н., Житов В.В., Мохосова Н.И. Баланс элементов питания в зернопаровом севообороте // Вестник ИРГСХА. – 2013. – № 54. – С.15-20.
2. Завалин А.А., Пасынков А. В. Азотное питание и прогноз качества зерновых культур. – М.: ВНИИА, 2007. – 208 с.
3. Козлова Л.М., Носкова Е.Н., Попов Ф.А., Светлакова Е.В. Баланс элементов питания в севооборотах в условиях биологизированного адаптивно-ландшафтного земледелия // Таврический вестник аграрной науки. – 2021. – № 3. – С.84-94.
4. Лизиметрические исследования на Среднем Урале / Н.Н. Зезин, Л.П. Огородников, П.А. Постников и др. – Екатеринбург: Изд-во ООО «Джи Лайм», 2020. – 252 с.
5. Методика оценки эффективности внедрения факторов биологизации земледелия в Свердловской области / М.Н. Копытов, М.А. Намятов, Н.Н. Зезин и др. – Екатеринбург, 2006. – 18 с.
6. Научно обоснованная зональная система земледелия Свердловской области / Н.Н. Зезин, А.Э. Панфилов, Е.П. Шанина и др. – Екатеринбург: Уральский НИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНЦИ УрО РАН, 2020. – 372 с.
7. Постников П.А., Попова В.В. Влияние удобрений на урожайность культур и вынос питательных элементов в зернопаросидеральном севообороте // Агрохимия. – 2021. – № 4. – С.44-50.
8. Сычев В.Г., Шафран С.А. Агрохимические свойства почв и эффективность минеральных удобрений. – М.: ВНИИА, 2013. – 296 с.
9. Сычев В.Г., Шафран С.А., Виноградова С.Б. Плодородие почв России и пути его регулирования // Агрохимия. – 2020. – № 6. – С.3-13.
10. Чухина О.В., Демидова А.И., Куликова Е.И., Токарева Н.В. Влияние различных доз удобрений и гербицидов на продуктивность культур севооборота // Плодородие. – 2017. – № 3. – С.5-10.
11. Чуян О.Г. Модель системы удобрения в адаптивно-ландшафтном земледелии Центрального Черноземья // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т.31. – № 12. – С.5-8.
12. Шафран С.А. Баланс азота в земледелии России и его регулирование в современных условиях // Агрохимия. – 2020. – № 6. – С.14-21.

CROP YIELD, REMOVAL AND BALANCE OF NUTRITION ELEMENTS IN THE GRAIN CROP ROTATION

P.A. Postnikov, V.V. Popova, E.F. Danko, O.V. Vasina

Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences 112-a Belinsky str., Yekaterinburg, 620142, Russia E-mail: postnikov.ural@mail.ru

On dark gray forest soil in a grain-grass crop rotation with a 40% saturation of legumes, the introduction of mineral fertilizers at an average annual dose of N₃₀P₃₀K₃₆ provided an increase in the harvest of barley by 1.6 tons, wheat, oats – by 0.9-1.3 t/ha relative to the control. Of all the studied crops, the maximum removal of nutrition elements was noted with the clover harvest. The total removal of nitrogen, phosphorus and potassium on average 1 ha of arable land in the control amounted to 137.3 kg, with the introduction of mineral fertilizers alone, it increased by 71.5%. On an organomineral background, the alienation of elements with yields decreased by 20% compared to mineral. The plowing of clover and wheat straw and barley against the background of N₂₄P₂₄K₃₀ contributed to achieving a deficiency-free balance in nitrogen and phosphorus, and the potassium deficit was 21.9 kg/ha.

Keywords: nutrition background, mineral and organic fertilizers, cereals, nitrogen, phosphorus, potassium.