

6. Кононов П.Ф., Ковалев Н.Г., Гинс М.С., Рабинович Г.Ю., Гинс В.К. Влияние компоста многоцелевого назначения на микробиоту дерново-подзолистой почвы и урожай листовой массы и семян амаранта// *Агрохимия*. – 2009. – № 12. – С. 48-51.
7. Ковалев Н.Г. Биомелиоративные аспекты использования нетрадиционных удобрений, полученных путем биоконверсии органического сырья на предприятиях агропромышленного комплекса / Н.Г. Ковалев, И.Н. Барановский// *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. – 2010. – Вып. 94. – С. 58-60.
8. Ковалев Н.Г., Зинковский В.Н., Зинковская Т.С. и др. Качество компоста многоцелевого назначения и приемы его регулирования// *Аграрная наука Юго-Северо-Востока*. – 2014. – № 5. – С. 28-32.
9. Ковалев Н.Г., Рабинович Г.Ю., Полозова В.Г. Научное обеспечение развития экологически безопасных систем переработки и использования навоза и помета// *Вестник ВНИИМЖ*. – 2015. – № 2 (18). – С. 73-80.
10. *Методы почвенной микробиологии и биохимии*/ Под ред. проф. Д.Г. Звягинцева. – М.: МГУ, 1991. 290 с.
11. Овчинникова М.Ф., Гомонова Н.Ф., Минеев Г.В. Содержание, состав, подвижность гумусовых веществ дерново-подзолистой почвы и уровень ее биопродуктивности при длительном применении агрохимических средств // *Доклады Россельхозакадемии*. – 2003. – №5. – С. 22-25.
12. *Плохинский Н.А.* Биометрия. – М.: МГУ, 1970. – 367 с.
13. Рублюк М.В., Иванов Д.А. Влияние ландшафтных условий на биологические свойства почвы в посевах покровного овса / Адаптивно-ландшафтные системы земледелия – основа эффективного использования мелиорированных земель: Материалы международной научно-практической конференции. Кн. 1. – Тверь: ВНИИМЗ, 2017. – С. 145-151.
14. Степанова Л.П., Яковлева Е.В., Писарева А.В. Экологическая оценка характера антропогенного воздействия на изменение структуры микробиологического комплекса техногенно-трансформированных земель // *Плодородие*. – 2016. – № 3. – С.37-40.

INFLUENCE OF MULTI-PURPOSE COMPOST ON BIOLOGICAL SOIL ACTIVITY IN DRIED AGROLANDSCAPES

M.V. Rublyuk, D.A. Ivanov, O.V. Karaseva

All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands, 170530 Emmaus settlement 27, Russia, e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

The work shows the effect of multi-purpose compost (KMN) on the biological activity of the soil during cultivation of crops under conditions of a drained agricultural landscape. The studies were carried out at the experimental site of All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands in 2013-2019, located in a finite moraine hill on a sod-podzolic residual-carbonate gleyous soil. Compost was applied for sowing spring wheat at a dose of 12 t/ha, which is N₃₀₀ P₁₈₀ K₁₂₀. The research was carried out with crops of grain-grass crop rotation, deployed in time. The rate of decomposition of cellulose was determined by Zvyagintsev method. It was revealed that the use of KMN had an effect on the biological activity of the soil during 1-5 and 7 years. research. In the first year after compost application, its effect on the biological activity of the soil was observed only on the southern slope and in the central parts of the northern slope. The greatest effect was obtained in the third year under winter rye when intensification of flaxen linen decomposition amounted to 14-46.4%. In the sixth year of research under the crops of the second year of use mixtures, the effect of KMN on the biological activity of the soil was not established. On average, the rotation of crop rotation, the biological activity of the soil as a result of the use of compost was 67.7%. A significant increase in the biological activity of the soil compared with the control was noted in the transit and eluvial-transit variants of the southern slope, as well as in the transit-accumulative microlandscape of the northern slope (by 8.6, 17.5, and 11.2%, respectively). The intensity of flaxen linen decomposition to a greater extent (41.9% of variability) is influenced by interaction of the agricultural background and the time of research. The share of other factors amounted to 8.6-1.3%. A strong direct correlation was revealed between the biological activity of the soil and the moisture content of the root layer (0.92).

Key words: agricultural landscape, agricultural microlandscape, exposure, slope, soil biological activity, multi-purpose compost, drained soil.

УДК 631.41: 631.452

СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСА И ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ КАРТОФЕЛЯ В СЕВООБОРОТЕ

А.А. Новиков, к.с.-х.н., Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия
400002, Волгоград, ул. Тимирязева, 9, e-mail: alexeynovikov@inbox.ru, тел. +7-905-064-71-00

Культуры севооборота оказывают влияние в качестве предшественников не только на урожайность следующих за ними культур, но и на плодородие почвы, которое определяется главным образом уровнем запаса гумуса и содержанием легкодоступных растениям минеральных веществ. Поэтому изучение роли сельскохозяйственных культур и их совокупного участия в виде севооборота (или звена севооборота) в обогащении почвы органическим веществом и основными элементами минерального питания растений является актуальным, поскольку выявление сельскохозяйственных культур и их чередования, обеспечивающих поддержание и повышение плодородия почвы, будет способствовать сохранению земельного ресурса и повышению уровня агропроизводства. Представлен анализ влияния различных звеньев трехпольных орошаемых севооборотов и культур, их составляющих, на обогащение почвы органическим веществом и минеральными элементами питания. Установлено, что наибольшая масса органического вещества поступает в почву после озимой пшеницы (12,4 т/га абсолютно сухого вещества) и горчицы в качестве сидерата (до 12,6 т/га абсолютно сухого вещества). Доказано, что лучшим по положительному влиянию на плодородие почвы является звено севооборота, в котором горчицу на сидерат высевают дважды. Определено, что высокое поступление пожнивных и корневых остатков способствует положительной динамике содержания гумуса и минеральных элементов питания (подвижного фосфора и обменного калия) в почве. При этом выявлено, что максимальное увеличение массы гумуса (на 1,7 %), повышение содержания подвижного фосфора (с 27,6 до 31,5 мг/кг) и обменного калия (с 395 до 426 мг/кг) в почве обеспечивает насыщение звена севооборота горчицей, возделываемой на сидерат.

Ключевые слова: севообороты, картофель, предшественники, орошение, черноземы, гумус, питательные вещества.

Система севооборотов в современных технологиях возделывания картофеля занимает очень важное место, так как научно обоснованное чередование культур в пространстве и во времени позволяет решить ряд важных технологических вопросов, связанных с сохранением и воспроизводством плодородия почвы, регулированием её водно-физических свойств, питательным и водным режимами, борьбой с вредителями, болезнями и сорной растительностью [3, 8, 9, 15, 17], улучшением фитосанитарного состояния почвы, предотвращением накопления болезнетворных начал, а также токсинов, выделяемых корнями растений [1, 10, 12, 18], предотвращением эрозии, дефляции и деградации почв.

Именно чередование культур в севообороте позволяет поддерживать в оптимальных пределах плотность почвы, баланс питательных веществ, фитосанитарное состояние. При этом культуры подбирают таким образом, чтобы предшествующая из них создавала благоприятные условия для последующих культур, так как возделывание их в монокультуре приводит к снижению биопродуктивности земель [2, 5, 13, 14, 16].

Цель данных исследований – подобрать звенья севооборотов для картофеля весеннего и летнего сроков посадки, обеспечивающих сохранение и воспроизводство плодородия почвы на орошаемых черноземах юга России.

Методика. Исследования проводили с 2011 по 2014 г. в ООО «Маяк» Семикаракорского района Ростовской области на черноземах южных.

Изучали чередование различных культур в шести звеньях трехпольных орошаемых севооборотов. Предшественниками картофеля были озимая пшеница, соя, горчица. В качестве контроля служило первое звено севооборота. Схема опыта приведена в таблице 1.

1. Схема опыта

№ звена	№ поля	Культура
1 (контроль)	1	Озимая пшеница
	2	Картофель весенней посадки
	3	Лук
2	1	Озимая пшеница + горчица на сидерат
	2	Картофель весенней посадки
	3	Лук
3	1	Озимая пшеница + горчица на сидерат
	2	Горчица весеннего посева на сидерат + картофель летней посадки
	3	Лук
4	1	Озимая пшеница + горчица на сидерат
	2	Лук
	3	Картофель весенней посадки
5	1	Соя
	2	Картофель весенней посадки
	3	Лук
6	1	Соя
	2	Горчица весеннего посева на сидерат + картофель летней посадки
	3	Лук

Для пополнения органического вещества в почве всю органическую массу растений в виде пожнивных остатков после уборки основной части урожая заделывали в почву. Горчицу возделывали в промежуточных посевах для использования зеленой массы в качестве сидерата,

поэтому ее скашивали, измельчали и разбрасывали по поверхности почвы, а после высыхания, через 4-5 сут, заделывали дисковыми лушпильниками и запахивали.

Возделывание культур осуществляли по технологии в соответствии с рекомендациями зональных систем земледелия. Полив проводили дождеванием ДМ типа ДДА-100ВХ. Повторность опыта – трехкратная, размер делянок 550 м² (50 x 110 м), учетная площадь 225 м².

При закладке и проведении полевых опытов использовали общепринятые методики закладки полевых опытов и проведения наблюдений (Доспехова [4], Плешакова [12], Кононенко [7] и др.).

Анализ образцов почвы для определения агрохимической характеристики участков и растений выполняли в аналитической лаборатории ВНИИОЗ по общепринятым методикам. Расчетные дозы удобрений на планируемую урожайность устанавливали по методике М.К. Каюмова [6]. Динамику влажности почвы определяли термостатно-весовым методом.

Результаты и их обсуждение. Данные таблицы 2 показывают, что наибольшая масса органических веществ поступает в почву после озимой пшеницы и горчицы сарептской на сидераты. После озимой пшеницы поступает в почву с соломой и половой около 75 %, а с остатками корневой системы – 25 % абсолютно сухой массы.

Наибольшая сумма органического вещества, поступающая за три года исследований наблюдалась в 3-м звене севооборота. Повышенное внесение в почву органического вещества в 3-м звене в количестве 24,1 т/га обеспечивалось за счет сидеральной культуры – горчицы сарептской, возделываемой в промежуточных посевах первого и второго полей 3-го звена севооборота.

Заделанные в почву органические остатки и сидераты пополняют почву не только органикой, но и другими питательными веществами, например, азотом, фосфором и калием. Больше всего заделывается в почву биологически связанных минеральных веществ с зеленой массой горчицы в 3-м звене. За два года посевов, в 2011 г. после озимой пшеницы и весной 2012 г. перед картофелем летней посадки в почву заделано с органическими пожнивными и корневыми остатками горчицы: азота по 411-450 кг/га, фосфора по 38-42, и калия по 304-333 кг/га. Картофель с пожнивными остатками оставляет в почве также много веществ, например, в 3-м звене до 175 кг/га азота, 35 фосфора и 113 кг/га калия.

Поступление органического вещества в почву способствовало повышению содержания в ней гумуса. Так при сравнении данных, полученных в пробах почвы в начале исследований – весной 2011 г. и после окончания исследований звеньев севооборота – весной 2014 г. а в 3-м звене севооборота содержание гумуса увеличилось с 4,75 до 4,83 % и в 6-м звене с 4,73 до 4,75 %, в то время как на контроле наблюдается уменьшение его содержания с 4,78 до 4,58 % (рис. 1).

В пересчете на массу гумуса в слое 0,4 м в 3-м звене он увеличился за три года с 228 до 232 т/га, т. е. на 3,84 т/га, или 1,7 %, а в среднем за год прирост составил 1,28 т/га. На контроле содержание гумуса снизилось за этот же период на 0,2 %.

2. Урожайность и поступление органической массы в почву с пожнивными остатками возделываемых культур и сидератами в звеньях севооборотов

Звено севооборота	№ поля, культура	Год	Поступление органической массы в почву, т/га абс. с. в.			Урожайность в физической массе, т/га
			по культурам	сумма по звеньям		
				всего	в среднем на 1 поле	
1	1. Оз. пшеница	2011	12,4	21,6	7,2	5,8
	2. Картофель весенней посадки	2012	5,0			37,4
	3. Лук	2013	4,2			71,4
2	1. Оз. Пшеница + горчица на сидераты	2011	12,4	33,9	11,3	6,1
	2. Картофель весенней посадки	2012	5,3			34,2
	3. Лук	2013	4,4			39,8
						75,7
3	1. Оз. пшеница + горчица на сидераты	2011	12,4	48,4	16,1	6,3
	2. Горчица весеннего посева на сидераты + картофель летней посадки	2012	12,6			33,3
	3. Лук	2013	4,4			36,5
						56,5
						75,2
4	1. Оз. пшеница + горчица на сидераты	2011	12,4	34,3	11,4	6,1
	2. Лук	2012	3,8			33,8
	3. Картофель весенней посадки	2013	6,4			59,5
						48,2
5	1. Соя	2011	8,1	18,6	6,2	3,4
	2. Картофель весенней посадки	2012	6,2			46,8
	3. Лук	2013	4,3			72,8
6	1. Соя	2011	8,1	29,6	9,9	3,3
	2. Горчица весеннего посева на сидераты + картофель летней посадки	2012	10,6			30,7
	3. Лук	2013	4,3			50,4
						71,8

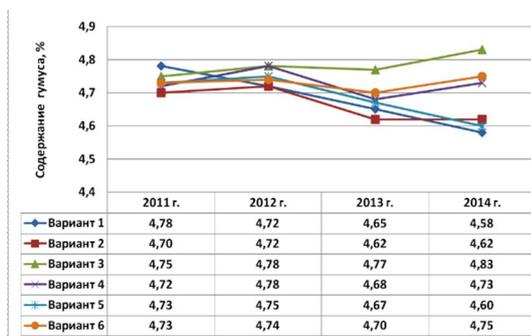


Рис. 1. Изменение содержания гумуса в 0,4 м слое почвы в различных звеньях севооборотов

Во всех звеньях, где высевалась промежуточная культура горчица на сидераты, наблюдается повышение содержания в 0,4 слое почвы фосфора подвижного и, особенно в 3-м звене, где горчицу высевали дважды. По сравнению с началом исследований (весна 2011 г.) содержание фосфора к 2014 г. увеличилось на 3,9 мг/кг (рис. 2 а).

Увеличение содержания фосфора подвижного наблюдалось также в вариантах 2, 4 и 6, где высевали горчицу сарептскую на сидераты в промежуточных посевах.

Наблюдения за динамикой содержания подвижного калия в почве показали, что по сравнению с началом исследований (весна 2011 г.) содержание калия увеличилось к концу исследований (весна 2014 г.) в большей степени на 3-м варианте – на 31 мг/кг (7,8 %), где промежуточные посевы горчицы на сидераты проводили дважды: после озимой пшеницы в 2011 г. и весной 2012 г. перед летней посадкой картофеля (рис. 2 б).

Анализ урожайности основной продукции по культурам (см. табл. 2) показывает, что картофель весеннего срока посадки сформировал массу клубней до 48,2 т/га в 4-м звене, а при летних сроках посадки до 56,5 т/га в 3-м звене севооборота, где промежуточную культуру горчицу на сидераты высевали дважды: в первом поле

звена севооборота после озимой пшеницы и во втором поле в весенний период перед летней посадкой картофеля. В других звеньях урожайность картофеля снижается, однако остается намного выше, чем в контрольном варианте, где урожайность картофеля меньше, чем в других вариантах, например на 51,1 % по сравнению с 3-м звеном, на 34,8 – с 6-м звеном, на 6,4 % по сравнению со 2-м звеном.

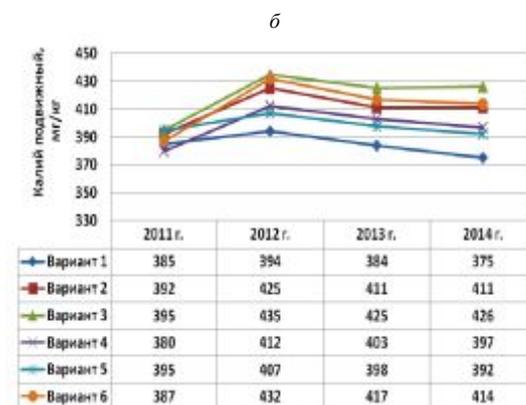
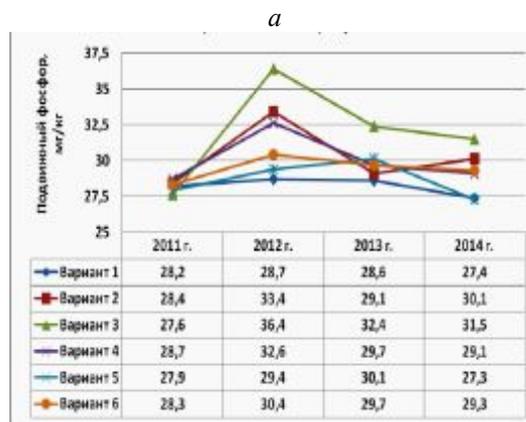


Рис. 2. Динамика содержания подвижного фосфора (а) калия (б) в 0,4 м слое почвы в различных звеньях севооборотов

Заключение. Наибольшая масса органических веществ поступает в почву после озимой пшеницы – 12,4-12,6 т/га и горчицы сарептской – 11,5-12,6 т/га. В 3-м звене севооборота посев в качестве промежуточной культуры горчицы на сидераты во втором и третьем полях способствовал увеличению содержания гумуса в 0,4 м слое почвы к концу ротации с 4,75 до 4,83 %, в то время как на контроле наблюдается уменьшение его содержания с 4,78 до 4,58 %. В пересчете на массу гумуса в слое 0,4 м в 3-м звене она увеличилась за три года с 228 до 232 т/га, т. е. прирост составил 3,84 т/га, или 1,7 %, а в среднем за год прирост гумуса на одно поле звена составил 1,28 т/га. На контроле содержание гумуса снизилось за этот период, соответственно, с 4,78 до 4,58 %.

Вносимые расчетные дозы минеральных удобрений и заделка пожнивных остатков и зеленых удобрений (горчица на сидераты) способствовали увеличению содержания подвижного фосфора и калия в 3-м звене севооборота, где к концу ротации культур содержание подвижного фосфора увеличилось с 27,6 до 31,5 мг/га и калия с 395 до 426 мг/кг. В контрольном варианте к концу ротации культур в звене севооборота содержание фосфора снизилось с 28,2 до 27,4 мг/кг и калия с 385 до 375 мг/кг.

Литература

1. Воробьев, С.А. Севообороты интенсивного земледелия / С.А. Воробьев. – М.: Колос, 1979. – 368 с.
2. Васильев, С.М. Повышение устойчивости и эффективности использования агроландшафтов аридной зоны в условиях постоянного и циклического орошения / С.М. Васильев. – Ростов н/Д., 2006. – 364 с.
3. Васильев, М.Д. Севообороты – основа повышения урожайности / М.Д. Васильев. – М.: Россельхозиздат, 1970. – 88 с.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
5. Дробилко, А.Д. Агротехника возделывания культур звена орошаемого севооборота / А.Д. Дробилко, Ю.А. Дробилко // Материалы науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы развития мелиорации и водного хозяйства» (Шумаковские чтения совместно с заседанием секции РАСХН), 29–30 сентября. 2011 г. / НГМА. – Новочеркасск: Лик, 2011. – С. 43-48.

6. Каюмов, М. К. Программирование продуктивности полевых культур / М. К. Каюмов. – М.: Росагропромиздат, 1989. – С. 346-368.
7. Кононенко, Т.Н. Методика проведения полевых опытов в условиях орошения / Т.Н. Кононенко. – Ставрополь: СКУС, 1993. – 130 с.
8. Мелихов В.В., Зибаров А.А., Мелихова Н.П., Вронская Л.В. Факторы управления плодородием почвы в системе орошаемых севооборотов Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского аграрного университета. – 2016. – № 3 (43). – С. 79-86.
9. Мелихова Н.П., Зибаров А.А., Вронская Л.В., Мелихов К.М. Совокупное влияние севооборотов, обработки почвы и удобрений на продуктивность орошаемой пашни и плодородие почвы в условиях Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского аграрного университета. – 2018. – № 4 (52). – С. 96-103.
10. Мелихова Н.П., Зибаров А.А., Тегесов Д.С., Севостьянова Г.М. Севооборот – важное средство сохранения плодородия и повышения продуктивности орошаемых агроландшафтов // Известия Нижневолжского аграрного университета. – 2019. – № 4 (56). – С. 92-99.
11. Монастырский, В. А. Возделывание сидеральных культур и их влияние на урожайность и качество клубней картофеля летней посадки [Электронный ресурс] / В.А. Монастырский // Научный журнал КубГАУ: политематический сетевой электрон. журн. / Кубанский гос. аграрн. ун-т. – Электрон. журн. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – № 92 (08). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf>.
12. Плеваков, В.Н. Методика полевого опыта в условиях орошения / В.Н. Плеваков. – Волгоград: ВНИИОЗ, 1983. – 148 с.
13. Прянишников, Д.Н. Об удобрениях полей и севооборотов / Д.Н. Прянишников. – М.: Изд-во МСХ РСФСР, 1962. – 25 с.
14. Ресурсосберегающие приемы возделывания полевых культур в орошаемых севооборотах: рекомендации / под ред. П.Д. Шевченко, Г.Т. Балакай. – Новочеркасск: Лик, 2014. – 92 с.
15. Сереев, Н.А. Особенности формирования экономически эффективных севооборотов на орошаемых землях КФХ и мелких СПК / Н.А. Сереев, А.А. Новиков // Материалы науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы развития мелиорации и водного хозяйства» (Шумаковские чтения совместно с заседанием секции РАСХН) 29–30 сентября. 2011 г. / НГМА. – Новочеркасск: Лик, 2011. – С. 127-129.
16. Селицкий, С.А. Высокопродуктивные звенья орошаемых севооборотов / С. А. Селицкий // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. ст. ФГБНУ «РосНИИПМ» / под ред. В.Н. Щедрина. – Новочеркасск: Геликон, 2011. – Вып. 45. – С. 140-143.
17. Чеботарев, Н.Т. Возделывание картофеля в кормовом севообороте на дерново-подзолистой почве Севера/ Н.Т. Чеботарев, П.И. Конкин, А.А. Юдин, Е.Н. Микушева // Картофель и овощи. – 2019. – № 3. – С. 23-24.
18. Шумаков, Б.Б. Вопросы использования влагопереноса при капельном и внутрипочвенном орошении. / Б.Б. Шумаков, А.А. Алексашенко // Труды ВНИИГиМ. – М., 1989. – Т. 75. – С. 132-153.

INFLUENCE OF POTATO FORECROPS IN CROP ROTATION ON THE DYNAMICS OF HUMUS CONTENT AND NUTRIENTS IN THE SOIL

A.A. Novikov

All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture, Timiryazeva ul. 9, 400002 Volgograd, Russia, e-mail: alexeynovikov@inbox.ru

Crops in crop rotations have an impact as forecrops not only on the yield of succeeding crops, but also on soil fertility, which is mainly determined by the level of humus stock and the content of mineral substances easily accessible to plants. Therefore, the study of the role of crops and their aggregate participation in the form of crop rotation (or link crop rotation) to soil enrichment with organic matter and major elements of mineral plants nutrition is important because the investigating of what exact crops and their sequence are the best to maintain and increase the fertility of the soil, will promote conservation of land resource and raise the level of agricultural production. The analysis of the influence of various links of three-field irrigated crop rotations and crops themselves on the enrichment of the soil with organic matter and mineral elements of nutrition is presented. It was found that the largest mass of organic matter gets into the soil after winter wheat (12.4 t/ha of absolutely dry matter) and mustard for green manure (up to 12.6 t/ha of absolutely dry matter). It is proved that the best positive effect on soil fertility has the link of the crop rotation, in which mustard is sown twice for green manure. It was determined that the high intake of crop and root residues contributes to the positive dynamics of the content of humus and mineral nutrition elements (mobile phosphorus and exchanged potassium) in the soil. At the same time, it was found that the maximum increase in the mass of humus (by 1.7%), an increase in the content of mobile phosphorus (from 395 to 426 mg/kg) and exchange potassium (from 27.6 to 31.5 mg/kg) in the soil is ensured by saturation of the crop rotation link with mustard cultivated for green manure.

Key words: crop rotations, potatoes, forecrops, irrigation, black soil, humus, nutrients.