

черноземе в контрольном варианте и при добавлении в почву  $Pb(NO_3)_2$  интенсивность фотосинтеза составляла, соответственно,  $9,16 \pm 0,04$  и  $7,03 \pm 0,92$  ммоль/(м<sup>2</sup>·сек), а в дерново-подзолистой почве –  $6,89 \pm 0,78$  и  $3,64 \pm 0,52$ , т.е. при внесении  $Pb(NO_3)_2$  в суспензию почвы с буферной емкостью активность фотосинтеза находящихся в суспензии растений уменьшилась в меньшей степени, чем в суспензии дерново-подзолистой почвы.

Подкисление почвы сопровождается и уменьшением содержания в ней водорастворимых кальция, магния, калия. Для оптимизации обстановки в ряде случаев перспективно их внесение в почву. Оптимальные дозы этих элементов также могут быть определены с использованием системы обратной связи по активности фотосинтеза. Так, по полученным данным, при электрофоретическом введении Са в листья розы активность фотосинтеза увеличилась от  $12,84 \pm 0,10$  до  $14,64 \pm 0,27$  ммоль/(м<sup>2</sup>·сек).

#### Литература

1. Аристархов А.Н. Оптимизация питания растений с применением удобрений в агроэкосистемах. - М.: ЦИНАО, 2000. - 520 с.  
2. Касатиков В.А., Титов И.Н. Влияние гуминовых препаратов на агрохимические и микробиологические параметры дерново-подзолистой почвы// В сб. «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленности и сельскохозяйственного производства». - Краснодар, 2017. - С. 200-203.

3. Кошкин Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур. - М.: Дрофа, 2010. - 639 с.  
4. Кулаковская Т.Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений. - М.: Агропромиздат, 1990. - 214 с.  
5. Савич В.И., Наумов В.Д., Гукалов В.В. Локальное протекание почвообразовательных процессов, как фактор корректировки моделей плодородия почв// Международный сельскохозяйственный журнал. - 2017. - №1. - С. 49-53.  
6. Савич В.И. Использование электромагнитных полей с заданной информацией для оптимизации системы почва-растение// Международный сельскохозяйственный журнал. - 2017. - №3. - С. 49-51.  
7. Савич В.И., Сычев В.Г., Шишов Л.Л., Замараев А.Г. Экспрессные методы оценки обеспеченности почв элементами питания и уровня загрязнения токсикантами. - М.: ВНИИА, 2004. - 151 с.  
8. Савич В.И., Савич Л.В. Использование систем обратной связи для оценки потребности растений в элементах питания и загрязнения среды// Агрохимия. - 1999. - №4. - С. 10-18.  
9. Савич В.И., Савич Л.В., Вишняков Ю.А. Оценка предельно допустимой концентрации свинца по активности фотосинтеза// Докл. АН России, 1993. Общая биология. - Т. 333. - №2. - С. 121-123.  
10. Савич В.И., Булгаков Д.С. Интегральная оценка плодородия почв. - М.: РГАУ-МСХА, 2010. - 347 с.  
11. Церлинг В.О. Диагностика питания сельскохозяйственных культур. - М.: Агропромиздат, 1990. - 240 с.  
12. Шильников И.А., Сычев В.Г., Шеуджен А.Х., Аканова Н.И. и др. Потери элементов питания растений в агробиогеохимическом круговороте веществ и способы их минимизации. - М.: ВНИИА, 2012. - 351 с.  
13. Шишов Л.Л., Дурманов Д.Н., Карманов И.И., Ефремов В.В. Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв. - М.: Агропромиздат, 1991. - 304 с.  
14. C.Guy F., Kaplan J., Kopka. Metabolomic and plant stress, *Physiologia Plantarum*, 2008, v. 132. p. 220-235.

## EVALUATION OF OPTIMAL ACID-BASIC CONDITION OF SOIL-PLANT SYSTEM USING PARAMETERS OF PLANT PHOTOSYNTHESIS

V.V. Gukalov<sup>1</sup>, V.I. Savich<sup>2</sup>, I.I. Tazin<sup>1</sup>, A.A. Baklanova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> SKSHOS of Krasnodar Lukyanenko Research Institute of Agriculture, Kheloborobov ul. 301-A, 353742 Leningradskaya rural locality, Russia. <sup>2</sup> RSAU-Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazeva ul. 49, 127550 Moscow, Russia.

The optimal acid-base state of the soil is estimated from the relationship between pH and soil properties, taking into account the selectivity of the root systems of cultivated plants to Ca, Mg, Fe, Mn, the proton barrier. The prospects of such an assessment using methods based on feedback systems are considered. The introduction of elements into the soil suspension (acidification, neutralization), the analysis of the plant response of the plants developing on this suspension according to the parameters of photosynthesis and chloroplast activity are shown. So, when making a suspension in sod-podzolic  $Ca(OH)_2$  soils, the intensity of photosynthesis increased from 0.9 to 1.6 mmol/(m<sup>2</sup>·s); during soil acidification, photosynthesis changed from 3.3 to 2.5.

Keywords: soil acidity, chloroplast activity, plant photosynthesis parameters, acid-base state.

УДК 631.862.1 : 636.5 : 635.342 : 631.559: 631.452 (571.13)

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КУРИНОГО ПОМЕТА ПОД КАПУСТУ БЕЛОКОЧАННУЮ НА ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЕ

И.А. Бобренко, д.с.-х.н., Н.В. Гоман, к.с.-х.н., В.П. Кормин, к.с.-х.н., А.Г. Шмидт,  
Омский ГАУ им. П.А. Столыпина, agsch@mail.ru

Цель исследований – изучить влияние куриного помета на продуктивность капусты белокочанной на лугово-черноземной почве. Исследования проводили на опытном поле и на кафедре агрохимии и почвоведения Омского ГАУ в 2015-2017 гг. Сорт капусты белокочанной Подарок. Содержание в почве перед посадкой  $N-NO_3 - 4,25-8,20$  мг/кг,  $P_2O_5 - 122-165$ ,  $K_2O - 218-344$  мг/кг. Возрастающие дозы птичьего помета повлияли на продуктивность капусты белокочанной, при внесении 4-20 т/га получены достоверные прибавки урожая кочанов. Наиболее эффективна доза внесения птичьего помета 12 т/га – урожайность кочанов 80,2 т/га, прибавка 23,1 т/га, или 40,5 %. Внесение повышенных доз (16 и 20 т/га) не привело к достоверному увеличению урожая по сравнению с дозой 12 т/га. Применение птичьего помета увеличивало содержание нитратного азота в первые сроки отбора почвенных проб с очень низкого уровня в варианте без удобрений до очень высокого. Содержание подвижного фосфора в почве также увеличивалось значительно, но в меньшей степени, чем нитратного азота. На содержание калия в почве птичий помет меньше влиял. С повышением дозы птичьего помета с 0 до 20 т/га наблюдается увеличение суммы сахаров с 5,02 до 5,29%, содержания витамина С – с 21,6 до 23,7 мг%. Содержание нитратов при внесении возрастающих доз птичьего помета так же несколько увеличилось, но не превышало ПДК. В эксперименте определены: окупаемость вносимых органических удобрений дополнительным урожаем, коэффициенты действия удобрений на химический состав почвы, азот текущей нитрификации, затраты элементов питания на создание

единицы продукции, количество элементов питания, вносимых с 1 т органических удобрений, коэффициенты использования элементов из почвы и удобрений.

**Ключевые слова:** капуста белокочанная, эффективность, удобрения, помет, качество кочанов, почва.

DOI: 10.25680/S19948603.2019.106.12

На птицефабриках и в специализированных хозяйствах Западной Сибири ежегодно накапливается свыше 10 млн т птичьего помета. Только в Омской области, с учетом поголовья птицы, накапливается до 1,5 млн т помета, преимущественно в вязкосыпучей форме [1, 2].

Эти высокоэффективные предприятия, оборудованные в соответствии с мировыми стандартами, способны удовлетворить спрос населения на диетические продукты питания (яйцо и мясо) практически в полном объеме. В то же время перевод птицеводства на промышленную основу определил высокую концентрацию поголовья птицы на отдельных ограниченных территориях. В связи с этим возникла проблема утилизации значительного количества птичьего помета, который по ряду показателей относят к разряду опасных отходов [3, 4].

В настоящее время на птицефабриках проблема использования птичьего помета часто решается неудовлетворительно. При этом птичий помет имеет высокое содержание макро- и микроэлементов, что определяет ценность его в качестве органического удобрения. Решение проблемы утилизации помета за счет применения его в качестве удобрения способствует улучшению экологической обстановки, повышению плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур, в том числе овощных [1, 5-8].

Цель исследований - изучить влияние куриного помета на продуктивность капусты белокочанной на лугово-черноземной почве.

Задачи исследования: изучить влияние куриного помета на урожайность и качество капусты белокочанной; определить наиболее эффективные дозы куриного помета под капусту белокочанную в условиях лугово-черноземных почв; исследовать влияние куриного помета на плодородие лугово-черноземной почвы; установить агрохимические нормативы при возделывании капусты белокочанной.

**Методика.** Исследования проводили на опытном поле и на кафедре агрохимии и почвоведения Омского ГАУ в 2015-2017 гг. Изучаемым объектом служили растения капусты белокочанной сорта Подарок. Почва – лугово-черноземная маломощная малогумусная тяжелосуглинистая. Содержание гумуса в почве 4,20 %,  $pH_{вод.}$  6,7, содержание в почве перед посадкой  $N-NO_3$  – 4,25-8,20 мг/кг,  $P_2O_5$  – 122-165,  $K_2O$  – 218-344 мг/кг.

Расположение делянок на опытном участке систематическое. Повторность вариантов в опыте трёхкратная. Площадь делянок – 20 м<sup>2</sup>, учётная площадь – 16 м<sup>2</sup>. Агротехника общепринятая для зоны. Вносили куриный помет в дозах 4-20 т/га.

Лабораторные исследования проводили на кафедре агрохимии и почвоведения Омского ГАУ. В почвенных пробах определяли содержание нитратного азота с дисульфобензольной кислотой по Грандваль-Ляжу, количество подвижного фосфора и обменного калия – из одной вытяжки по Чирикову (ГОСТ 26204-84). Показатели качества устанавливали общепринятыми методами.

**Результаты и их обсуждение.** Возрастающие дозы птичьего помета повлияли на продуктивность капусты белокочанной (табл. 1). Во всех вариантах получены

достоверные прибавки урожая кочанов. Наиболее эффективной дозой внесения птичьего помета была 12 т/га – прибавка урожайности кочанов составила в среднем за 2015-2017 гг. 40,5 %. Внесение повышенных (16 и 20 т/га) доз не привело к дальнейшему достоверному повышению урожая кочанов. Наименьшая урожайность получена в варианте внесения 4 т/га куриного помета, прибавка составила 20,4 %.

**1. Действие куриного помета на урожайность капусты белокочанной при возделывании на лугово-черноземной почве**

Доза куриного помета, т/га	Урожайность, т/га				Прибавка	
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Средняя	т/га	%
Контроль	55,4	56,2	59,8	57,1	–	–
4	78,0	64,8	63,4	68,7	11,6	20,4
8	88,8	72,4	67,4	76,2	19,1	33,5
12	92,1	76,8	71,7	80,2	23,1	40,5
16	87,1	81,2	74,9	81,1	23,9	41,9
20	–	82,9	77,6	80,2	23,1	40,5
НСР <sub>05</sub>	10,1	11,8	10,3			

С увеличением дозы птичьего помета с 4 до 12 т/га наблюдается повышение урожайности (рис. 1). Окупаемость единицы внесенного удобрения (1 т) при этом максимальной была при дозе 4 т/га и составила 2,9 т кочанов капусты, минимальной – при внесении 20 т/га и составила 1,2 т кочанов.

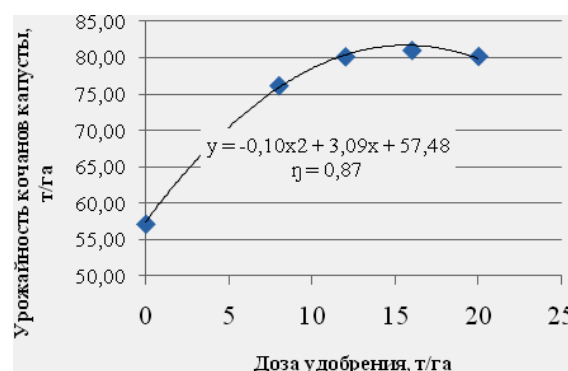


Рис. 1. Зависимость урожайности капусты белокочанной от доз подстилочного птичьего помета (в среднем за 2015-2017 гг.)

Для получения высокого урожая капусты необходим постоянно высокий уровень элементов питания в почве, так как эта культура очень отзывчива на удобрения. Птичий помет содержит большое количество макро- и микроэлементов, причем азота, фосфора и калия (основных макроэлементов) в нем практически в 3 раза больше, чем в полуперепревшем навозе КРС. Поэтому, внесение птичьего помета в почву приводит к повышению эффективного плодородия почвы [1, 2].

Исследования показали, что внесение птичьего помета увеличивало содержание нитратного азота под капустой в фазе образования кочанов с очень низкого уровня в варианте без удобрений до очень высокого. Содержание подвижного фосфора в почве также значительно возрастало, но в меньшей степени, чем нитратного азота. На содержание калия в почве птичий помет меньше влиял (табл. 2).

## 2. Действие подстильного куриного помета на химический состав лугово-черноземной почвы при возделывании капусты белокочанной

Доза куриного помета, т/га	Образование кочана			Формирование кочана			Уборка		
	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
2015 г.									
Контроль	3,34	115	354	3,20	116	352	3,12	110	350
4	25,6	128	360	20,4	124	354	5,68	118	352
8	32,8	142	365	28,2	136	348	6,12	124	356
12	36,1	160	368	32,2	152	350	6,54	130	354
16	42,4	168	374	38,4	154	348	7,55	135	360
2016 г.									
Контроль	6,80	132	224	5,40	130	226	3,28	126	230
4	12,4	138	230	8,80	134	228	6,82	128	232
8	16,4	145	238	11,6	138	232	8,44	132	236
12	21,8	154	246	15,4	142	236	11,6	136	238
16	26,4	162	250	18,9	144	240	13,4	138	242
20	31,0	172	258	24,8	150	248	16,2	142	250
2017 г.									
Контроль	12,4	163	240	8,22	161	239	5,67	158	241
4	15,8	167	244	10,4	165	247	7,12	159	245
8	21,6	171	248	13,6	167	250	8,24	160	253
12	25,4	175	249	15,7	171	251	9,13	160	249
16	26,2	179	251	17,8	173	252	10,2	162	243
20	30,7	183	253	19,3	180	251	11,6	168	250

При математической обработке данных установлено, что каждая тонна подстильного помета увеличивает содержание нитратного азота на 1,45 мг/кг нитратного азота (рис. 2). Рассчитать дозу помета под плановый урожай можно зная данный показатель, или учитывая оптимальные уровни содержания нитратного азота в почве [6].

К уборке капусты содержание нитратного азота значительно уменьшилось, но находилось еще на достаточно высоком уровне, особенно в вариантах с высокими дозами помета.

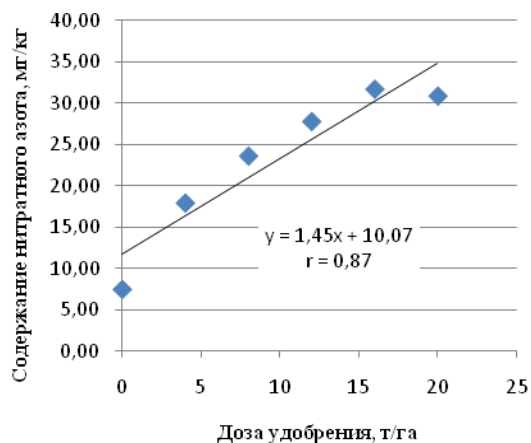


Рис. 2. Зависимость содержания нитратного азота в лугово-черноземной почве в фазе образования кочанов капусты от доз куриного помета (в среднем за 2015-2017 гг.)

Содержание подвижного фосфора в почве при внесении помета также увеличивалось, при этом уровень обеспеченности культур этим элементом с повышенного переходил на высокий при внесении 12 т/га и выше – т.е. содержание доступного фосфора в пахотном горизонте превышало 150 мг/кг почвы. Каждая тонна подстильного помета увеличивала содержание подвижного фосфора в почве под капустой на 2,08 мг/кг (рис. 3).

Концентрация обменного калия в почве опытного участка находилась на очень высоком уровне и составляла 224-374 мг/кг. На содержание калия в почве помет влиял незначительно.

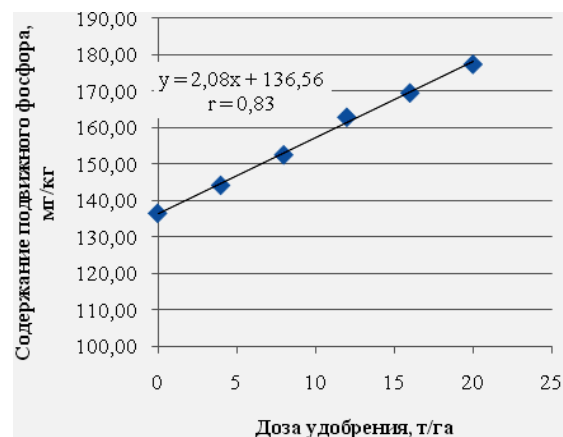


Рис. 3. Зависимость содержания подвижного фосфора в лугово-черноземной почве в фазе образования кочанов капусты от доз куриного помета (в среднем за 2015-2017 гг.)

Таким образом, внесение куриного помета существенно повышает содержание нитратного азота – с очень низкого до очень высокого уровня, а подвижного фосфора – с повышенного до высокого.

Качественный состав овощей должен удовлетворять потребности человека в белках, витаминах, минеральных элементах и в то же время не вредить здоровью. Наряду с влиянием внесения птичьего помета на урожайность культуры большое значение имеет изменение качества продукции под действием удобрения. К важным качественным показателям капусты белокочанной относится содержание сухого вещества, сахаров, витамина С и нитратов. Исследования показали, что с возрастанием дозы птичьего помета с 0 до 20 т/га наблюдается увеличение суммы сахаров и содержания витамина С (табл. 3).

## 3. Качество кочанов капусты белокочанной в зависимости от доз куриного помета (среднее за 2015-2017 гг.)

Доза куриного помета, т/га	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг
Контроль	9,9	5,02	21,6	137
4	9,9	5,10	22,0	155
8	10,0	5,19	22,3	160
12	10,1	5,21	22,9	166
16	10,0	5,27	23,3	132
20	10,2	5,29	23,7	168

В связи с интенсивным применением удобрений качественная сторона продукции связана с тем, что овощные культуры могут накапливать нитратные соединения в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации. Поэтому в последнее время большое внимание уделяют содержанию этих элементов в продукции, так как их избыток отрицательно сказывается на здоровье человека. Нитраты накапливаются когда их поглощение больше, чем расходуется на формирование урожая сухого вещества. Концентрация нитратов при внесении возрастающих доз птичьего помета так же несколько увеличивалась, но не превышала предельно-допустимой (500 мг/кг). Применение возрастающих доз птичьего помета не оказало существенного влияния на содержание сухого вещества в кочанах капусты.

Дозы органического удобрения могут устанавливаться на основании результатов агрохимического обследования почв на планируемых к удобрению полях. Для этого в исследованиях определены нормативные

показатели минерального питания при выращивании капусты белокочанной: окупаемость вносимых органических удобрений дополнительным урожаем, коэффициенты действия удобрений на химический состав почвы, азот текущей нитрификации, затраты элементов питания на создание единицы продукции, количество элементов питания, вносимых с 1 т органического удобрения, коэффициенты использования элементов из почвы и удобрений (табл. 4).

**4. Нормативные показатели минерального питания при возделывании капусты белокочанной на лугово-черноземной почве**

Показатель	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Коэффициент использования элементов из почвы	0,94	0,18	0,32
Затраты элементов питания на создание единицы продукции, кг/т	4,08	0,96	4,62
Количество элементов питания в 10 т куриного помета, кг	370	230	120
Коэффициент использования элементов из куриного помета	35	41	88
Коэффициент интенсивности действия 1 т куриного помета на содержание доступных элементов питания в почве, мг/кг	1,65	2,39	3,84
Азот текущей нитрификации (N <sub>т</sub> ), кг/га	118	–	–
Окупаемость 1 т удобрения урожаем, т	1,92		

Установленные агрохимические показатели можно использовать при расчете баланса элементов питания в севообороте, установлении доз удобрений различными расчетными методами [6].

**Выводы.** Исследования 2015-2017 гг. в условиях лугово-черноземных почв лесостепи Западной Сибири показали высокую отзывчивость капусты белокочанной на внесение куриного подстильного помета. Наибольшая отдача наблюдалась при внесении 12 т/га – увеличение урожайности составило 23,1 т/га, или 40,5 % к контролю.

При внесении помета в дозах 4-20 т/га содержание нитратного азота в почве увеличивалось с очень низкого в варианте без удобрений, до очень высокого при высоких дозах помета. Содержание подвижного фосфора также увеличивалось значительно, но в меньшей степени, чем нитратного азота. На содержание калия в почве помет оказал меньшее влияние.

Установлено положительное влияние изучаемых удобрений на качество капусты белокочанной: повышались содержание витамина С и сумма сахаров. В исследованиях определены агрохимические нормативные показатели для расчета баланса элементов питания и доз удобрений.

#### Литература

1. Экологические основы применения птичьего помета: рекомендации / В.М. Красницкий и др. – Омск: ЛИТЕРА, 2014. – 44 с.
2. Использование птичьего помета в земледелии Западной Сибири: учеб. пособие / В. М. Красницкий, И.А. Бобренко, А.Г. Шмидт, Н.В. Гоман, В.И. Попова. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2016. – 60 с.
3. Овцов Л.П., Михеев В.А., Лысенко В.П. Опыт безопасного использования органических отходов животноводства и птицеводства. – М.: Росинформагротех, 2006. – 60 с.
4. Подготовка и переработка помета на птицефабриках: научно-практические рекомендации. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2006. – 107 с.
5. Ермохин Ю.И. Применение органических удобрений в Западной Сибири: учеб. пособие / Ю.И. Ермохин, И.А. Бобренко. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2008. – 124 с.
6. Порохонко Т.В. Эффективность применения птичьего помета под капусту белокочанную в условиях лесостепи Западной Сибири // Материалы II Международной конференции «Инновационные разработки молодых учёных – развитию агропромышленного комплекса»: Сборник научных трудов. ГНУ СНИИЖК, Ставрополь, 2013. – Т. 3. – вып. 6. – С. 222-224.
7. Беззубцев А.В., Шмидт А.Г. Использование птичьего помета в земледелии Омской области // Достижение науки и техники АПК. – 2013. – №10. – С. 17-19.
8. Бобренко И.А., Кормин В.П., Гоман Н.В. Эффективность применения органического удобрения на основе куриного помета под капусту белокочанную // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2017. – №4 (28). – С. 13-19.

## EFFICIENCY OF THE APPLICATION OF THE CHICKEN LITTER UNDER THE WHITE CABBAGE ON MEADOW-CHERNOZEM SOIL

I.A. Bobrenko, N.V. Goman, V.P. Kormin, A.G. Shmidt

[bobrenko67@mail.ru](mailto:bobrenko67@mail.ru), 89059432186, [nv.goman@omgau.org](mailto:nv.goman@omgau.org) 8-904-580-10-21, [vp.kormin@omgau.org](mailto:vp.kormin@omgau.org), 89136078329 [agsch@mail.ru](mailto:agsch@mail.ru)  
Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Institutskaia sq. 1, 644008 Omsk, Russia

The purpose of the research is to study the influence of chicken manure on the productivity of cabbage on meadow – chernozem soil. The studies were conducted in the experimental field and in the Department of agricultural chemistry and soil science, FSBEI Omsk state agrarian university in the 2015-2017 period, a variety of cabbage “Gift” was used. The contents in the soil before planting: N-NO<sub>3</sub> – 4.25-8.20, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 122-165, K<sub>2</sub>O – 218-344 mg/kg. Increasing doses of poultry manure affected the productivity of cabbage. Under progressive doses of poultry manure (4-20 t/ha) additional yield was received. The most effective dose was 12 t/ha of poultry manure – the yield of head 80.2 t/ha, an additional yield was 23.1 t/ha or 40.5 %. Application of increased doses (16 and 20 t/ha) did not lead to a significant increase in the yield compared to a dose of 12 t/ha. The application of bird droppings increased the content of nitrate nitrogen in the first period of soil sampling from a very low level on the fertilizer-free variant to a very high one. The content of mobile phosphorus in the soil also increased significantly, but to a lesser extent than nitrate nitrogen. The potassium content in the soil poultry manure had less effect. With an increase in the dose of poultry manure from 0 to 20 t/ha, an increase in the amount of sugars from 5.02 to 5.29%, the content of vitamin C – from 21.6 to 23.7 mg%. The nitrate content during the introduction of increasing doses of poultry manure also increased slightly, but did not exceed the MPC. In the experiment were determined: payback of the introduced organic fertilizers by additional yield, the coefficients of action of fertilizers on the chemical composition of the soil, nitrogen of the current nitrification, the cost of nutrients to create a unit of production, the quantity of nutrients introduced with one ton of organic fertilizers, the coefficients of the use of elements from soil and fertilizers.

Keywords: cabbage, efficiency, fertilizer, litter quality, soil.