

**ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ
БИОЛОГИЗИРОВАННЫМ ПОМЕТОМ КУР НА СОДЕРЖАНИЕ NPK И НИТРАТОВ
В ЗЕРНЕ И МАСЛОСЕМЕНАХ СОРТОВ ЗЕРНОФУРАЖНЫХ КУЛЬТУР И РАПСА
В УСЛОВИЯХ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ**

**Impact of introduction of chicken droppings into sod-podzolic soil on NPK and nitrate
content in feed crop grains and rapeseed oil in Upper Volga Region**

Щукин Н. Н., кандидат сельскохозяйственных наук,
Окорков В. В., доктор сельскохозяйственных наук,
Окоркова Л. А., старший научный сотрудник,
Верхневолжский федеральный аграрный научный центр

Аннотация

В Ярославской области на дерново-подзолистой почве в 2021г. проводились исследования по влиянию действия и последствий биологизированного куриного помета (БКП, помет) в дозе 120 т/га на содержание NPK и нитратов в зерне сортов зернофуражных культур (пшеницы и тритикале яровых, ячменя, пленчатого и голозерного овса, гороха посевного) и маслосеменах рапса. По сравнению с контролем (без удобрений) действие и последствие БКП способствовали повышению содержания азота, фосфора и калия, чем изменяли соотношение NPK в зерне: от 3,4:1,7:1 - в контроле до 4,1:1,9:1 – по действию помета и 5,3:2,4:1 – по его последствию. От действия к последствию помета снижалось содержание в зерне калия. Содержание сырого протеина (СП) в пшенице повышалось под влиянием действия (до 16,4%), но особенно - последствия БКП (до 18,9%). Содержанием СП выделялся рапс (22,2%) по действию помета, а также горох посевной (20,8-21,9%) и овес голозерный (19,4-19,5%) – по его последствию. Высоким содержанием СП по действию помета характеризовались сорта пшеницы Любава (19,8%) и Ладья (18,6%), по его последствию - горох Немчиновский-100 (21,9%), овес голозерный Азиль (19,5%), яровая пшеница Злата (18,9%) и Виталия (18,8%). Пониженным содержанием СП отличались тритикале, ячмень и пленчатый овес. Среди них выделились сорта с более высокой концентрацией сырого белка: тритикале Норманн (16,3%), ячмень Лаурикка (16,7%) и Надежный (16,1%), овес пленчатый Яков (16,4%). Содержание нитратов в пшенице без удобрений составило 23,3 мг/кг, в зерне культур по сортам по действию и последствию БКП варьировало в пределах 18,5-53,5, что в 6-16 раз ниже ПДК для зернофуража (300 мг/кг), а в маслосеменах рапса – 460 мг/кг при ПДК для комбикормов 500 мг/кг.

Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, зернофураж, азот, фосфор, калий, нитраты, помет.

Summary

In the Yaroslavl region on sod-podzolic soil in 2021. studies were conducted on the effect of the action and consequences of biologized chicken droppings (OPF, droppings) at a dose of 120 t/ha on the content of NPK and nitrates in grain varieties of grain crops (wheat and triticale of spring, barley, film and holozero oats, sown peas) and rapeseed oil seeds. Compared to the control (without fertilizers), the action and aftereffect of the OPF contributed to an increase in nitrogen, phosphorus and potassium content, which changed the ratio of NPK in the grain: from 3.4: 1.7: 1 in the control to 4.1: 1.9: 1 in the effect of the litter and 5.3: 2.4: 1 in its aftereffect. From the action to the effect of the litter, the content of potassium in the grain decreased. The content of crude protein (SP) in wheat increased under the influence of the action (up to 16.4%), but especially - the consequences of the OPF (up to 18.9%). The content of JV was rape (22.2%) by the effect of litter, as well as sown peas (20.8-21.9%) and holozero oats (19.4-19.5%) - by its subsequent effect. The high content of JV by the effect of the litter was characterized by wheat varieties Lyubava (19.8%) and Ladya (18.6%), according to its subsequent effect - peas Nemchinovsky-100 (21.9%), golozerny oats Azil (19.5%), spring wheat Zlata (18.9%) and Vitaly (18.8%). Triticale, barley and film oats were distinguished by a reduced content of SP. Among them, varieties with a higher concentration of raw protein stood out: triticale Normann (16.3%), Lauricca barley (16.7%) and Reliable (16.1%), Iakov oats (16.4%). The content of nitrates in wheat without fertilizers was 23.3 mg/kg, in the grain of crops in terms of the action and aftereffect of the OPF ranged from 18.5-53.5, which is 6-16 times lower than the MAC for grain fodder (300 mg/kg), and in rapeseed oilseeds - 460 mg/kg at the MAC for mixed feed 500 mg/kg.

Key words: sod-podzolic soil, granifurage, nitrogen, phosphorus, potassium, nitrates, droppings.

Азот, фосфор и калий относятся к основным макроэлементам питания растений, в составе соединений поглощаются ими из почвы и во многом определяют величину урожая сельскохозяйственных культур и питательную ценность кормов для животных и птицы [1].

Соли азотной кислоты (нитраты натрия, калия, аммония, кальция и другие) в почве – нитраты - основной источник поступления в растения усвояемого азота, необходимого для синтеза аминокислот и белков. В форме NO_3^- они присутствуют в разном количестве во всех растительных кормах.

Применением органических и минеральных удобрений в земледелии пополняют и балансируют недостаток минеральных питательных веществ в почве для получения высоких запланированных урожаев сельскохозяйственных культур на различных почвах, особенно на малоплодородных [2].

Наукой и практикой ведения сельскохозяйственного производства убедительно доказаны высокие удобрительные свойства птичьего помета. Применение отходов птицеводства в качестве органических удобрений открывает широкие перспективы в решении не только проблем земледелия, но и экологии [3].

Дозы использования помета в земледелии на среднесуглинистых дерново-подзолистых почвах целесообразно рассчитывать в зависимости от цели его применения: 20-30 т/га - для увеличения урожая, 50-100 т/га - для повышения плодородия почвы, выше 100 т/га - для утилизации [4].

При этом дозы птичьего помета на светло-серых лесных и дерново-подзолистых почвах легкого гранулометрического состава не должны превышать 50 т/га помета 70% влажности (при внесении под кормовые культуры) или 200 т/га помета 95% влажности (при подкормке природных кормовых угодий и сеяных травостоев). В случае использования более высоких доз птичьего помета возможно избыточное накопление нитратов, фосфатов и калия в кормах [5].

Одним из основных лимитирующих факторов применения органических удобрений является концентрация в них азотсодержащих соединений. В рекомендациях ВНИПТИОУ [6] и исследованиях Дабаховой Е.В. [5] разовая доза азота при внесении с органическими удобрениями в дерново-подзолистую почву не должна превышать 200 кг/га. По мнению Окоркова В.В. (2017, 2018), не наблюдается накопления нитратов выше ПДК в серых лесных почвах и в выращиваемой на них продукции при внесении около 500-600 кг/га [3,7].

В длительно удобряемых КП дерново-подзолистых почвах содержание подвижных форм P_2O_5 , как правило, выше 500 мг/кг; K_2O - больше 250 мг/кг; органического вещества - больше 2%; в пределах 12-15 мг-экв/100 г почвы - сумма поглощенных оснований при $\text{pH}_{\text{КС1}}$ 5,5-6,0. Такие почвы характеризуются высокими показателями плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур, рентабельностью производства [4,8].

В настоящих исследованиях рассматривается влияние действия и последствия внесения в малоплодородную дерново-подзолистую почву биологизированного ферментами пробиотиков свежего бесподстилочного помета кур в дозе 120 т/га на содержание питательных веществ (NPK, сырого протеина и нитратов) в зерне и маслосеменах урожая зернофуражных культур и рапса в зависимости от их видовых и сортовых особенностей.

Условия, материалы и методы. Опыты проводились в 2021 г. в Ярославской области на дерново-слабоподзолистой почве легкосуглинистого гранулометрического состава пахотного горизонта и среднесуглинистого - подпахотного.

Биологизацию куриного помета клеточного содержания осуществляли включением в ежедневный рацион кормления кур пробиотиков.

Для изучения действия помета в 2021 г. свежий БКП в дозе 120 т/га вносили осенью 2020 г. под вспашку зяби (на 19-22 см), которую одновременно подняли на участках 2-го года последствия помета (внесен весной 2019 г. в той же дозе). Исследования проводили и в контроле (без удобрений).

Опыты 1-2 (сорта пшеницы и тритикале яровых, ячменя) заложили на 2-х фонах удобрения почвы (по действию и последствию БКП), опыт 3-4 (сорта пленчатого и

голозерного овса, гороха) - по 2-му году его последствий, а опыт 5 (гибриды рапса) – по действию помета. Контрольные делянки засевали яровой пшеницей сорта Злата. Сортовой и видовой состав опытов отражен в таблицах 2 и 3.

Норма высева всхожих семян зерновых культур на 1 га – 5,0 млн, зернобобовых – 1,4 млн и рапса – 0,8 млн. Повторность опытов – 3-кратная, размер делянок – 120 м², размещение – систематическое.

Почва без внесения органики (контроль) обладала характерными для слабокультуренной почвы агрохимическими и агрофизическими свойствами. Под действием внесения 120 т/га БКП в сравнении с неудобренной почвой в слое 0-40 см в начале вегетации отмечено улучшение реакции среды от сильно- до слабокислой, повышение содержания подвижного фосфора от низкого до среднего и обменного калия – от среднего до высокого, увеличение запасов нитратного азота с 10,9 до 211,3 кг/га. На фоне 2-го года последствий помета (внесено 120 т/га в 2019 г.) агрохимические показатели почвы отличались нейтральной кислотностью (рН_{KCl}), средним содержанием P₂O₅, высоким - K₂O и средними запасами нитратного азота - 83,4 кг/га.

Вегетация растений в 2021 г. характеризовалась контрастными погодными условиями - повышенной температурой воздуха (в среднем на 2,1⁰C выше нормы) и недостатком осадков в критические фазы развития растений - кущение, трубкование и молочная спелость зерна (в июне-июле их выпало 53% от нормы). Осадки, выпавшие после засухи (в августе – 177 мм или 2,4 нормы), были неэффективными для возделываемых культур и лишь затрудняли уборку.

В опытах возделывались сорта зернофуражных культур и рапса селекции Верхневолжского ФАНЦ, ФИЦ «Немчиновка», НПЦ «НАН Беларуси по земледелию» и западноевропейских оригинаторов.

При разработке мероприятий по обработке почвы, подготовке семян к севу и уходу за растениями в опытах руководствовались технологиями возделывания зерновых и зернобобовых культур и рапса, разработанных производителями семян для агроценозов на дерново-подзолистых почвах Верхневолжья. Схемы химической защиты изучаемых культур разработаны совместно с АО «Фирма «Август».

Анализы по определению содержания NPK и нитратов в зерне и маслосеменах рапса проводились в лаборатории отдела экологии и агрохимии Верхневолжского ФАНЦ.

Учеты, наблюдения и статистическая обработка данных выполняли по следующим методикам и программам: «Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур», 1971; «Методика полевого опыта», Доспехов Б.А., 1985; STAT VIUA и EXCEL.

Результаты и обсуждение. Показатели содержания NPK в зерне и вынос их с урожаем изменялись в зависимости от видовых и сортовых особенностей зернофуражных культур и рапса, величины их урожайности под влиянием действия и последствий помета на агрохимические свойства почвы.

В опытах условно создавались три уровня плодородия почвы: контроль (малоплодородный), по действию помета (нитратонасыщенный - с избыточным накоплением нитратного азота при слабокислой почвенной среде) и на фоне его последствий (благоприятный - с более оптимальным соотношением NPK в почве и нейтральной реакцией среды). Поэтому различия в почвенном плодородии позволили полнее изучить видовые и генотипические приоритеты почвенного плодородия для возделываемых сортов культур и их хозяйственно-полезные признаки.

Таблица 1

Содержание NPK в 1 кг СВ зерна и маслосемян, их вынос урожаем культур по действию и на 2-й год последствия БКП в 2021 г.

Внесение БКП	Культура	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
		в 1 кг СВ, %	вынос, кг/га	в 1 кг СВ, %	вынос, кг/га	в 1 кг СВ, %	вынос, кг/га
Контроль	пшеница	2,02	16,4	1,02	8,3	0,60	4,9
Действие БКП	пшеница	2,49-3,16	36,6-70,8	1,07-1,28	16,5-27,0	0,48-0,64	8,7-14,0
	тритикале	2,44-2,66	55,6-57,3	1,21-1,22	25,5-28,4	0,74	15,5-17,4
	ячмень	2,18-2,57	39,0-46,8	0,92-1,28	16,5-23,7	0,53-0,76	9,4-14,1
	рапс	3,55	99,0	2,62	73,1	1,16	32,4
2-й год последствия БКП	пшеница	2,36-3,03	37,6-68,9	0,84-1,39	16,2-30,7	0,48-0,57	9,0-12,9
	тритикале	2,26-2,60	51,8-65,8	1,12-1,15	25,7-29,1	0,65-0,68	15,6-16,5
	ячмень	2,51-2,67	38,1-44,1	0,96-1,32	15,8-20,4	0,48-0,65	7,4-10,1
	овес плен.	2,58-2,63	45,2-51,6	1,15-1,24	21,7-22,5	0,50-0,54	9,5-9,8
	овес гол.	3,10-3,12	55,5-59,3	1,05-1,39	20,0-24,9	0,55-0,57	10,2-10,5
	горох	3,33-3,51	43,8-47,4	1,34-1,47	18,1-19,9	1,34-1,54	17,2-20,8

Среди изучаемых культур по действию помета самым высоким содержанием NPK (3,55; 2,62; 1,16%) и выносом минеральных веществ с урожаем (99,0; 73,1; 32,4 кг/га) характеризовался яровой рапс (табл. 1).

По сравнению с зерновыми культурами маслосемена рапса по действию помета содержали в 1,12-1,63 раза больше общего азота, в 2,05-2,85 раза – P₂O₅, в 1,53-2,42 раза – K₂O. При этом на неудобренном фоне (контроль) в зерне пшеницы отмечены наименьшие показатели содержания азота – 2,02% и фосфора – 1,02%.

По последствию БКП наибольшим содержанием азота отличались горох посевной (3,33-3,51%) и голозерный овес (3,10-3,12%). В горохе содержалось примерно в 2-3 раза больше калия (1,34-1,54%), чем в зерновых культурах (0,48-0,68%).

Содержание NPK в зерне - не только видовая, но и генотипическая особенность сортов культур, характеризующая их отзывчивость на изменение плодородия почвы.

Выращивание пшеницы Злата без удобрений по сравнению с посевом на фоне действия и последствия БКП показало значительное повышение в удобренных вариантах содержания в зерне азота (с 2,02 до 2,63 и 3,03%), фосфора (с 1,02 до 1,24 и 1,35%) и калия (с 0,60 до 0,64%, табл. 2). При этом изменялось соотношение NPK в зерне, которое в контрольном образце составляло 3,4:1,7:1, по действию помета – 4,1:1,9:1, а по его последствию – 5,3:2,4:1. Из этого следует, что при возделывании пшеницы Злата на фоне последствия помета создавались более благоприятные условия для производства зернофуража с наиболее оптимальным соотношением NPK.

В данном примере замечено снижение содержания азота в зерне с увеличением накопления нитратного азота в почве, запасы которого составляли 83,4 кг/га – по последствию помета и 211,3 кг/га - по его действию. Подобная зависимость наблюдалась и у других сортов пшеницы и тритикале, например, РИМА (с 2,81 до 2,47%), Эстер (с 2,96 до 2,67%) и Норманн (с 2,60 до 2,44%), а также относилась ко всем сортам ячменя.

У некоторых сортов зерновых культур наблюдалась обратная реакция - повышение содержания азота в зерне с увеличением (в 2,5 раза) накопления нитратного азота в почве под влиянием действия помета относительно его последствия. Так, в зерне пшеницы сорта Любава по последствию БКП содержалось меньше (2,77%) общего азота, чем по его действию (3,16%), что также характерно для сортов яровой пшеницы Сударыня, Каменка, Ладья и тритикале - Россияка. Это может свидетельствовать о возможностях интенсивного развития указанных сортов на более нитратонасыщенном фоне плодородия почвы.

Общим для всех сортов культур являлось повышение содержания в зерне калия под влиянием действия помета относительно его последствия в связи с более высоким

содержанием К₂О в почве: в слое 0-40 см по действию помета 17,6-21,7 мг/100г, а на фоне его последействия - 12,6-14,4 мг/100 г.

Таблица 2

Содержание НРК в 1 кг СВ зерна и маслосемян культур по сортам под влиянием действия и на 2-й год последействия внесения в почву 120 т/га БКП в 2021г.

№	Сорт	Действие БКП, %			2-й год последействия БКП, %		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
пшеница яровая							
1	<i>Злата - контроль</i>	2,02	1,02	0,60	2,02	1,02	0,60
2	Злата	2,63	1,24	0,64	3,03	1,35	0,57
3	Любава	3,16	1,16	0,53	2,77	1,14	0,50
4	Эстер	2,67	1,14	0,60	2,96	1,39	0,57
5	Рима	2,47	1,15	0,57	2,81	1,22	0,55
6	Лиза	2,49	1,12	0,59	2,83	1,22	0,51
7	Сударыня	2,86	1,07	0,53	2,59	1,21	0,49
8	Каменка	2,68	1,11	0,48	2,52	0,90	0,48
9	Ладья	2,98	1,28	0,61	2,36	0,84	0,53
10	Виталия	2,69	1,12	0,58	3,01	1,32	0,50
11	Тризо	2,69	1,17	0,62	2,69	1,11	0,50
12	Каликсо	2,57	1,11	0,63	2,68	1,16	0,52
тритикале яровое							
1	Норманн	2,44	1,21	0,74	2,60	1,15	0,65
2	Россика	2,66	1,22	0,74	2,26	1,12	0,68
ячмень яровой							
1	Московский-86	2,50	1,14	0,56	2,52	1,26	0,52
2	Яромир	2,51	1,28	0,76	2,56	1,24	0,65
3	Надежный	2,18	0,92	0,53	2,58	1,15	0,49
4	Златояр	2,39	1,22	0,58	2,51	1,32	0,48
5	Лаурика	2,57	1,22	0,65	2,67	0,96	0,61
овес пленчатый							
1	Яков	-	-	-	2,63	1,15	0,50
2	Залп	-	-	-	2,58	1,24	0,54
овес голозерный							
3	Немчиновский-61	-	-	-	3,10	1,39	0,57
4	Азиль	-	-	-	3,12	1,05	0,55
горох посевной							
1	Немчиновский-50	-	-	-	3,42	1,47	1,34
2	Немчиновский-100	-	-	-	3,51	1,34	1,54
3	Рокет	-	-	-	3,33	1,41	1,37
рапс яровой							
1	Траппер	3,55	2,62	1,16	-	-	-

Содержание азота определяет белковую составляющую зерна. Белок в кормах, установленный расчетным путем, называется сырым протеином (или сырым белком), поскольку вместе с азотом белка в общий азот входит и азот небелковых соединений.

Более наглядно зависимость содержания сырого протеина от плодородия почвы (аналогично динамике по азоту) наблюдалась на примере его изменения в зерне пшеницы Злата. Так, наименьшее содержание протеина отмечено в варианте без удобрений (12,6 %), которое повышалось под влиянием действия (до 16,4 %), но особенно - последействия БКП (до 18,9 %, табл. 3).

Высоким содержанием сырого протеина выделялись рапс (22,2%), горох посевной (20,8-21,9 %) и овес голозерный (19,4-19,5 %).

Содержание сырого протеина в зернофуражных культурах зависело от генотипической отзывчивости их сортов на уровень накопления нитратного азота в почве. По действию БКП

более высоким содержанием протеина характеризовались сорта пшеницы Любава (19,8%) и Ладья (18,6%), по его последствию - горох Немчиновский-100 (21,9%), овес голозерный Азиль (19,5%), яровая пшеница Злата (18,9%) и Виталия (18,8%).

Пониженным содержанием сырого протеина в зерне отличались тритикале, ячмень и пленчатый овес. Среди них выделялись сорта с более высокой концентрацией белка: тритикале Норманн (16,3%), ячмень Лаурикка (16,7%) и Надежный (16,1%), овес пленчатый Яков (16,4%).

На фоне последствия помета в голозерном овсе содержалось 19,4-19,5% сырого протеина, а в пленчатом - на 3,1-3,4% меньше (16,1-16,4%).

Более высокая питательность (по сырому белку) голозерного овса по сравнению с пленчатым связана с биологией овса. Необрущенное зерно пленчатых сортов на 18-48% состоит из цветковых пленок, биохимический состав которых (включает до 36% клетчатки, 30-35% пентозанов, 10-15% лигнина и лишь 1,1-3,2% белков) и снижает содержание сырого протеина и других питательных веществ в зернофураже культуры [9].

Таблица 3

Содержание сырого протеина (СП) и нитратов (NO₃) в 1 кг СВ зерна и маслосемян культур по сортам под влиянием действия и 2-го года последствия внесения в почву 120 т/га БКП в 2021 г.

№	Сорт	Действие БКП		2-й год последствия БКП	
		СП, %	нитраты, мг/кг	СП, %	нитраты, мг/кг
пшеница яровая					
1	<i>Злата – контроль</i>	<i>12,6</i>	<i>23,3</i>	<i>12,6</i>	<i>23,3</i>
2	Злата	16,4	20,3	18,9	50,5
3	Любава	19,8	32,8	17,3	33,3
4	Эстер	16,7	31,5	18,5	26,0
5	Рима	15,4	18,8	17,6	27,8
6	Лиза	15,6	27,3	17,7	53,5
7	Сударыня	17,9	45,0	16,2	34,3
8	Каменка	16,8	27,3	15,8	25,5
9	Ладья	18,6	42,0	14,8	32,8
10	Виталия	16,8	22,0	18,8	24,8
11	Тризо	16,8	27,3	16,8	29,8
12	Каликсо	16,1	36,5	16,8	25,5
тритикале яровое					
1	Норманн	15,3	19,8	16,3	32,8
2	Россика	16,6	18,5	14,1	24,8
ячмень					
1	Московский-86	15,6	37,5	15,8	38,8
2	Яромир	15,7	48,8	16,0	50,5
3	Надежный	13,6	43,3	16,1	41,0
4	Златояр	14,9	38,8	15,7	39,3
5	Лаурикка	16,1	41,0	16,7	44,8
овес пленчатый					
1	Яков	-	-	16,4	24,3
2	Залп	-	-	16,1	24,3
овес голозерный					
3	Немчиновский-61	-	-	19,4	28,5
4	Азиль	-	-	19,5	35,8
горох посевной					
1	Немчиновский-50	-	-	21,4	35,8
2	Немчиновский-100	-	-	21,9	41,0
3	Рокет	-	-	20,8	31,0
рапс яровой					
1	Траппер	22,2	460,0	-	-

В определении влияния погодных условий на биохимический состав и урожайность изучаемых культур отметим обратную их зависимость, т.е. при более высокой температуре воздуха и недостатке влаги в период вегетации растения на высоком агрофоне формируют урожай зерна ниже расчетного, но с более высоким качеством.

Подобная зависимость наблюдалась в 2021 (табл. 4). Урожайность зернофуражных культур на удобренных пометом фонах и высоком уровне агротехники в засушливых условиях вегетации изменялась в невысоких пределах (1,33-2,53 т/га), в которых генотипические особенности интенсивных сортов проявились слабо, но зерно характеризовалось высоким (относительно нормативных показателей и контроля) содержанием сырого протеина (13,6-21,9%), а также P₂O₅ (0,84-1,47%). В этих условиях повышение качества зернофуража (по сырому протеину) не компенсирует недобор урожая культур и производственных затрат, что является одним из факторов рискованности земледелия.

Таблица 4

Урожайность и сбор белка с 1 га, содержание сырого протеина и нитратов (NO₃) в 1 кг СВ зерна и маслосемян культур под влиянием действия и на 2-й год последействия БКП в 2021 г.

Вариант	Культура	Урожайность, т/га	Сырой протеин		Нитраты в 1 кг СВ, мг
			в 1 кг СВ, %	сбор с 1 га, кг	
Контроль	пшеница	0,81	12,6	102,5	23,3
Действие 120 т/га БКП	пшеница	1,47-2,26	15,4-19,8	228,8-442,5	18,8-45,0
	тритикале	2,09-2,35	15,3-16,6	347,5-358,1	18,5-19,8
	ячмень	1,67-1,85	13,6-16,1	243,8-292,5	37,5-48,8
	рапс	2,79	22,2	619,4	460,0
2-й год последействия 120 т/га БКП	пшеница	1,33-2,29	14,8-18,9	235,0-430,6	24,8-53,5
	тритикале	2,26-2,53	14,1-16,3	323,8-411,3	24,8-32,8
	ячмень	1,49-1,67	15,7-16,7	238,1-275,6	38,8-50,5
	овес пленчатый	1,75-1,96	16,1-16,4	282,5-322,5	24,3
	овес голозерный	1,79-1,90	19,4-19,5	346,9-370,6	28,5-35,8
	горох	1,28-1,35	20,8-21,9	273,8-296,3	35,8-41,0

В исследованиях определялось содержание нитратов в зерне и маслосеменах сортов изучаемых культур по действию и последействию БКП в сравнении с вариантом без удобрений.

Согласно ПДК нитратов в кормах и в основных видах сырья для комбикормов (утв. ГВИ 18.02.89) допустимое их содержание в зернофураже составляет 300 мг/кг, а в комбикормах – 500 мг/кг.

Содержание нитратов в зерне пшеницы без удобрений составило 23,3 мг/кг, а в зерне культур по сортам по действию и последействию БКП варьировало в пределах 18,5-53,5 мг/кг, или почти в 6-16 раз было ниже ПДК.

Рапс одна из нитратолюбивых культур в Нечерноземье. Для кормления кур используются в основном продукты экструзии маслосемян рапса (жмыхи, шроты, масло) и редко – в сыром виде до 5% рационов. В результате гидротермической обработки при экструдировании рапса происходит термолиз части нитратов и нитритов. Поэтому в отношении маслосемян рапса применима норма ПДК нитратов для комбикормов – 500 мг/кг. В опыте показатель содержания нитратов в рапсе на фоне действия помета являлся высоким – 460 мг/кг, но допустимым.

Таким образом, действие и последействие внесения БКП в малоплодородную дерново-подзолистую почву не приводит к накоплению нитратов в зерне и маслосеменах рапса выше ПДК.

Заключение. Показатели содержания НРК в зерне и маслосеменах, вынос их урожаем зависят от видовых и сортовых особенностей фуражных культур, величины их урожайности под влиянием действия и последействия помета на агрохимические свойства почвы. Поэтому содержание НРК в зерне характеризует отзывчивость сортов культур на изменение плодородия почвы.

По сравнению с неудобренной почвой действие и последствие БКП повышают содержание общего азота - N и P₂O₅, а также K₂O – по действию помета, что изменяло их соотношение в зерне (от 3,4:1,7:1 - в контроле до 4,1:1,9:1 - по действию помета и до 5,3:2,4:1 - по его последствию). От действия к последствию помета содержание калия в зерне, как правило, снижается. На фоне последствия помета создаются условия для производства зернофуража с более оптимальным соотношением NPK.

Содержание сырого протеина в зерне зависит от плодородия почвы и повышается под влиянием действия (до 16,4%) и, особенно, последствия БКП (до 18,9%). Высоким содержанием сырого протеина характеризуются маслосемена рапса (22,2%) по действию помета, а также зерно гороха посевного (20,8-21,9%) и овса голозерного (19,4-19,5%) – по его последствию.

Содержание сырого протеина в зернофуражных культурах зависит от генотипической отзывчивости их сортов на уровень накопления нитратного азота в почве. По действию БКП выделялись сорта пшеницы Любава (19,8%) и Ладья (18,6%), по его последствию - горох Немчиновский-100 (21,9%), овес голозерный Азиль (19,5%), яровая пшеница Злата (18,9%) и Виталия (18,8%).

Пониженным содержанием протеина отличались тритикале, ячмень и пленчатый овес. Среди них более высоким содержанием сырого белка выделялись сорта: яровое тритикале Норманн (16,3%), ячмень Лаурикка (16,7%) и Надежный (16,1%), овес пленчатый Яков (16,4%).

Действие и последствие внесения 120 т/га помета в малоплодородную дерново-подзолистую почву повышает содержание минеральных питательных веществ (NPK) и сырого протеина и не способствует накоплению нитратов в зерне зернофуражных культур и маслосеменах рапса выше ПДК.

Генотипические и видовые особенности сортов культур, их реакцию на плодородие почвы необходимо учитывать при разработке севооборотов в земледелии и составлении кормовых рационов.

Библиографический список

1. Косолапов В.М., Чуйков В.А., Худякова Х.К., Косолапова В.Г. Минеральные элементы в кормах и методы их анализа // ООО «Угрешская типография». М., 2019. – 272 с.
2. Окорков В.В., Шукин Н.Н. Действие и последствие куриного помета на запасы минерального азота в дерново-подзолистой почве и их взаимосвязь с урожайностью зерновых культур // Агрэкологические проблемы почвоведения и земледелия. Сборник докладов XVI международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». ФГБНУ «Курский ФАНЦ». Курск, 2021. С. 324-329.
3. Окорков В.В. Усовершенствованные приемы управления продуктивностью культур в севообороте и плодородием на серых лесных почвах Верхневолжья // ФГБНУ «Владимирский НИИСХ». Суздаль, 2018. – 148 с.
4. Седых В.А., Савич В.И., Поветкина Н.Л. Оценка влияния птичьего помета на состояние почв, воздушной и водной среды // Агрехимический вестник. М., 2013, №1. С. 33-36.
5. Дабахова Е.В. Научное обоснование использования органических удобрений промышленного птицеводства в агроэкосистеме // Автореф. докт. с.-х. наук. М., 2005. - 43 с.
6. Справочная книга по производству и применению органических удобрений// ВНИПТИОУ. Владимир, 2011. - 496 с.
7. Окорков В.В., Фенова О.А., Окоркова Л.А. Приемы комплексного использования средств химизации в севообороте на серых лесных почвах Верхневолжья в агротехнологиях различной интенсивности//ФГБНУ «Владимирский НИИСХ». Суздаль, 2017. – 176 с.
8. Седых В.А., Савич В.И., Поветкина Н.Л. Оценка влияния птичьего помета на состояние почв, воздушной и водной среды // Агрехимический вестник. М., 2013, №1. С. 33-36.
9. Welch, R. W., Hayward, M. V., Jones, D. I. H. The composition of oat husk and its variation due to genetic and other factors. J. Sci. of Food and Agriculture. 1983, Vol. 34, No. 5. P. 417-426.