

## Литература

1. Булавин Л.А. Агрэкономическая эффективность применения микроэлементов на посевах озимого и ярового рапса // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 4. С. 37–41.
2. Интенсификация технологии возделывания ярового рапса на маслосемена / С.В. Гольцмани [и др.] // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2015. № 1 (17). С. 12–14.
3. The influence of spring barley extracts on pseudomonas putida PCL1760 / R. I. Safin [et al.] // E3S Web of Conferences. 2019. Vol. 91. P. 185–193.
4. Modern Biological Products and Growth Stimulators in the Technology of Cultivation of Sunflower for Oilseeds / R. M. Nizamov [et al.] // International journal of advanced biotechnology and research. 2019. Т. 10. № 1. P. 341-347.
5. Файзрахманов Д. И., Сафиоллин Ф. Н., Низамов Р. М. 62 полезных совета по технологии возделывания масличных культур. Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2013. 68 с.
6. Plant bioregulators for sustainable agriculture: integrating redox signaling as a possible unifying mechanism / A. K. Srivastava [et al.] // Advances in Agronomy. 2016. Т. 137. P. 237-278.
7. Organic farming, soil health, and food quality: considering possible links / J. R. Reeve [et al.] // Advances in Agronomy. 2016. Т. 137. P. 319-367.
8. Рапс и сурепица / Д. Шпаар [и др.]. М.: ИД ООО «DLV Агродело», 2007. 320 с.
9. Frauen M. Auch beim Raps sind die Hybriden im Kommen. Ernährungsdienst, 2005. pp. 8-13.
10. Гареев Р.Г. Избранные труды. Казань: Изд-во «ФЭН» Академии наук РТ, 2005. 360 с.
11. Сафиоллин Ф.Н. Рапс в лесостепи Поволжья. Казань: Изд-во Казанского гос. ун-та, 2008. 406 с.

**THE YIELD STRUCTURE OF SPRING RAPE WHEN APPLYING IZAGRI FERTILIZER IN PEDO-CLIMATIC CONDITION OF REPUBLIC OF TATARSTAN**

**I. I. Gabbasov**, Postgraduate student

**R. M. Nizamov**, Dr. Agr. Sci., Associate Professor

Kazan State Agrarian University

65, K. Marx St., Kazan, 420015, Republic of Tatarstan

E-mail: nizamovr@mail.ru

**ABSTRACT**

The study on the effectiveness of the use of fertilizers and new strains of biological products in the crops of spring rape Ratnik variety was carried out in the Republic of Tatarstan in 2015-2017 on gray forest medium-loamy soil. The soil of the experimental site is characterized by low humus content by Tyurin (3.5...3.7 %), increased availability of mobile phosphorus by Kirsanov (145...155 mg/kg), average availability of exchangeable potassium (108...120 mg/kg), phsol. – 5.8. The aim of the research is to evaluate effects of pre-sowing seed treatment, foliar application, liquid fertilizers Isagri and pre-sowing treatment of new strains of biological preparations on structure and yield of spring rape to soil and climatic conditions of the Republic of Tatarstan. According to the results of studies, the effectiveness of pre-sowing treatment of spring rape seeds with Isagri Force (2 l/ha) and its combination with the treatment of plants with the studied fertilizers for vegetation was revealed. Thus, in the variant without seed treatment the number of productive branches amounted to 3.0 units, as against 3.5 pcs in the variant with pre-sowing seed treatment. The best variant of the experiment with the largest number of productive pods were variants with spraying on vegetation fertilizers Isagri Twisted (57 and 61 pcs/plant) and Isagri Phosphorus (57 and 58 pcs/plant). In the complex application of mineral fertilizers and fertilizers Isagri large pods of spring rape formed, filled with large seeds with a mass of 3.5-3.7 g at the control of only 3.2 g/1000 pieces. The maximum yield of oil seeds of spring rape was obtained by processing plants with fertilizers Isagri Vita and ISA-Gris Phosphorus –2.62 and 2.50 t/ha,

respectively, an increase to the control of 0.62 and 0.50 t/ha, or 31 and 25 %, respectively. Pre-sowing treatment of seeds with new strains of biopreparations had a positive effect on the yield structure of spring rape: the number of pods increases from 47 on the control to 5 pcs/plant on the variant RECB-50 B (2.0 l/t); the number of seeds will thaw from 11 to 15 pcs in the pod; the weight of 1000 seeds increases to 0.36 g. As a result, a high biological yield of 3.04 t/ha on the variant RECB-50 B (2.0 l/t). Also, the yield under the action of RECB-50 B (2 l/t of seeds) increases to 1.70 t/ha, which is higher than the control by 25 percent.

*Key words: spring rape, biological products, fertilizers, yield, yield structure.*

#### References

1. Bulavin L. A. Agroekonomicheskaya effektivnost' primeneniya mikroelementov na posevakh ozimogo i yarovogo raps (Agroeconomic efficiency of application of microelements on crops of winter and spring rape), Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii, 2012, No. 4, pp. 37–41.
2. Intensifikatsiya tekhnologii vozdeleyvaniya yarovogo rapsa na maslosemena (Intensification of technology of cultivation of spring rape on oil seeds), S.V. Gol'tsmani [i dr.], Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2015, No. 1 (17), pp. 12–14.
3. The influence of spring barley extracts on pseudomonas putida PCL1760, R. I. Safin [et al.], E3S Web of Conferences, 2019, Vol. 91, pp. 185–193.
4. Modern Biological Products and Growth Stimulators in the Technology of Cultivation of Sunflower for Oilseeds, R. M. Nizamov [et al.], International journal of advanced biotechnology and research, 2019, T. 10, No. 1, pp. 341-347.
5. Faizrakhmanov D. I., Safiollin F. N., Nizamov R. M. 62 poleznykh soveta po tekhnologii vozdeleyvaniya maslichnykh kul'tur (62 useful tips on the technology of cultivation of oilseeds), Kazan', Izd-vo Kazanskogo GAU, 2013, 68 p.
6. Plant bioregulators for sustainable agriculture: integrating redox signaling as a possible unifying mechanism, A. K. Srivastava [et al.], Advances in Agronomy, 2016, T. 137, pp. 237-278.
7. Organic farming, soil health, and food quality: considering possible links, J. R. Reeve [et al.], Advances in Agronomy, 2016, T. 137, pp. 319-367.
8. Raps i surepitsa (Rape and rape), D. Shpaar [i dr.], M., ID OOO «DLV Agrodelo», 2007, 320 p.
9. Frauen M. Auch beim Raps sind die Hybriden im Kommen, Ernährungsdienst, 2005, pp. 8-13.
10. Gareev R.G. Izbrannye trudy (Selected works), Kazan', Izd-vo «Fen» Akademii nauk RT, 2005, 360 p.
11. Safiollin F.N. Raps v lesostepi Povolzh'ya (Rapeseed in the forest-steppe of the Volga region), Kazan', Izd-vo Kazanskogo gos. un-ta, 2008, 406 p.

УДК 631.582: 631.452

## БАЛАНС ГУМУСА В ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТАХ

**Н. Н. Зезин**, д-р с.-х. наук; **П. А. Постников**, канд. с.-х. наук;  
**М. А. Намятов**, канд. с.-х. наук,  
Уральский НИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН,  
ул. Белинского, д.112-а, Екатеринбург, Россия, а/я 269, 620142  
E-mail: [nikitazezin@yandex.ru](mailto:nikitazezin@yandex.ru)

*Аннотация.* В Уральском НИИСХ в 2007-2015 гг. на тёмно-серой почве в двух ротациях полевых севооборотов изучена эффективность воздействия приёмов биологизации на баланс гумуса. Исследования проведены в пятипольных севооборотах на трёх фонах питания: естественный (без удобрений), минеральный и органоминеральный. Обобщение данных по Сверд-

ловской области показало, что при небольшом объёме внесения навоза и компостов сложился отрицательный баланс гумуса в пределах от 0,4 до 0,43 т/га. Среднегодовое поступление сухой массы пожнивно-корневых остатков в почву в пределах 3,4-5,2 т/га обеспечило компенсацию дефицита гумуса на 60-95 %, наибольший достигнут в зернотравяных севооборотах, минимальный – в зернопаротравяном севообороте с чистым паром. Суммарное поступление сухой растительной массы с остатками и запашкой сидератов, соломы на органоминеральном фоне варьировало от 5,75 до 6,18 т/га, максимум – в зернопаросидеральном и в зернотравяном севооборотах. В зернопаротравяном севообороте с чистым паром полное возмещение разложения гумусовых веществ возможно при внесении навоза из расчёта 10 т/га севооборотной площади. Сочетание сидератов с соломой один или два раза за ротацию севооборота обеспечило бездефицитный баланс гумуса. Наличие в севообороте двух полей клевера позволяет полностью компенсировать потери гумуса от его минерализации. В условиях Среднего Урала для устойчивого повышения содержания органического вещества в структуре биологизированных севооборотов многолетние бобовые травы должны занимать не менее 20-40 %. В севооборотах без многолетних трав для достижения бездефицитного баланса гумуса необходимо наличие сидерального пара (запашка рапса) и применение соломы в качестве удобрения не менее двух раз за ротацию.

*Ключевые слова: севооборот, фон питания, навоз, удобрения, сидерат, солома, бобовые травы, гумус.*

**Введение.** В условиях недостаточного применения минеральных и органических удобрений большая часть урожая сельскохозяйственных культур формируется за счёт мобилизации естественного плодородия, что ведет к отрицательному балансу питательных веществ и гумуса. Гумус в почве является не только источником элементов питания, но и поставляет энергию для полезной почвенной микрофлоры, которая во многом определяет процессы минерализации, поступающей свежей органической массы в почву [1-3].

Ввиду ограниченности применения традиционных органических удобрений ежегодный дефицит гумуса на пахотных землях по Свердловской области в среднем составляет около 0,42 т/га [4], по отдельным регионам России – от 0,25 до 1,5 т/га [1]. Очевидно, что проблема поддержания баланса гумуса на пашне в современной земледелии остаётся одной из самых актуальных. Баланс гумуса можно целенаправленно регулировать структурой посевных площадей, в первую очередь, увеличением доли многолетних бобовых трав, внесением растительной массы в виде сидератов, сокращением доли чистых паров и включением в схемы севооборотов промежуточных культур [5-8].

Все агротехнические и биологические мероприятия должны осуществляться через освоение плодосменных севооборотов [2]. Рациональное использование биоресурсов в севообо-

ротах позволяет поддерживать достаточно высокий уровень продуктивности пашни и обеспечивать сохранение плодородия пахотных земель, в т.ч. достижение положительного баланса гумуса [9, 10].

В последние годы из-за резкого снижения поголовья скота в Свердловской области применение органических удобрений не превышает 1,5-1,7 т/га [4], что не даёт возможности компенсировать потери гумусовых веществ при минерализации органического вещества. Поэтому в хозяйствах основным источником пополнения органического вещества являются корневые и пожнивные остатки, количество которых зависит от почвенно-климатических условий, вида культур и уровня агротехники. За счёт растительных остатков должно компенсироваться не менее 55-60 % минерализованного гумуса. При этом существенно возрастает роль многолетних трав, которые оставляют в почве наибольшее количество растительной массы.

Расчёты баланса органического вещества показали, что в почвах Свердловской области резко увеличился дефицит гумуса. Если в 1990 году потери органической массы составили около 210 кг/га, то в последние годы, в связи с недостаточным внесением местных органических удобрений (в среднем не более 1,5 т на гектар посева), они варьировали на уровне 402-432 кг/га (табл. 1).

Таблица 1

Динамика баланса гумуса в почве пахотных угодий Свердловской области, кг/га

Показатель	Годы				
	1990	2001-2005	2006-2010	2011-2013	2014-2017
Минерализация	953	720	682	737	840
Поступление, всего	743	288	280	323	410
в т.ч. за счёт орган. удобрений	300	75	66	87	40
за счёт раст. остатков	443	213	214	236	370
Баланс, ± кг/га	-210	-432	-402	-414	-430

С увеличением роста продуктивности культур в Свердловской области возросла минерализация органического вещества, при этом из-за невысокого объема применения минеральных удобрений (22-25 кг/га посева), большая часть урожая формируется за счет мобилизации почвенных запасов без адекватной компенсации потерь гумусовых веществ за счет применения органических удобрений.

В сложившихся экономических условиях, когда использование подстилочного навоза и компостов в хозяйствах заметно ограничено, солома – это наиболее доступный и дешёвый источник гумусовых веществ, так как по поступлению органического вещества 1 т соломы приравнивается 3,5 тоннам перепревшего навоза (компоста). В 2010-2017 гг. на 50-70 % уборочной площади зерновых культур в области солома заделывалась на удобрение.

К сожалению, сидераты (зелёное удобрение) пока не нашли широкого распространения в хозяйствах области, хотя полевые опыты Уральского НИИСХ убедительно доказывают их эффективность. Сидеральные удобрения очень эффективны и экономически выгодны, прежде всего, на удалённых полях сельхозпредприятий [5].

Для прогноза баланса гумуса в длительных опытах, наряду с данными агрохимического обследования перед закладкой и окончанием ротации севооборота, часто применяют расчетные методы [11], что позволяет судить о сопоставимости полученных расчетов.

В современной земледелии основными регулируемыми низкочастотными факторами поддержания бездефицитного баланса гумуса являются структура посевных площадей, уровень продуктивности основных полевых культур, применение сидератов и соломы в качестве удобрения.

В условиях разомкнутости системы поступления органического вещества в почву (поле-ферма-поле) основной приходной частью баланса гумуса являются пожнивные и корневые остатки, оставляемые при возделывании сельскохозяйственных культур [1, 2, 12-14].

*Цель наших исследований – выявить воздействие биологических факторов в севооборотах на баланс гумуса тёмно-серой лесной почвы.*

**Методика.** Исследования выполнены в Уральском научно-исследовательском институте сельского хозяйства – филиале ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования по направлению 142 Программы ФНИ государственных академий наук по теме № 0772-2018-0004 «Совершенствование систем земледелия и севооборотов в направлении биологизации, сохранения и повышения почвенного плодородия».

Двухфакторный стационарный опыт проводится на тёмно-серой лесной тяжелосуглинистой почве: усредненное содержание гумуса – 4,62-4,76 %, Нл.г. – 150-166 мг, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 220-238, K<sub>2</sub>O – 83-108 мг/кг почвы.

Фактор А. Севооборот.

Зернопаротравяной:

1. Пар чистый
2. Озимая рожь
3. Ячмень + клевер
4. Клевер 1 г. п.
5. Пшеница

Зернопаросидеральный:

1. Сидеральный пар (рапс)
2. Пшеница
3. Овес
4. Горох
5. Ячмень

Зернотравяные с насыщением мн. травами 20-40 %:

- |                                    |                    |
|------------------------------------|--------------------|
| 1. Однолетние травы, поукосно рапс | 1. Ячмень + клевер |
| 2. Ячмень + клевер                 | 2. Клевер 1 г. п.  |
| 3. Клевер 1 г. п.                  | 3. Клевер 2 г. п.  |
| 4. Пшеница                         | 4. Пшеница         |
| 5. Овес                            | 5. Овес            |

Севообороты на местности развернуты в пространстве и во времени.

Фактор Б. Фон питания:

1. Контроль (без удобрений);
2. Минеральный – с применением умеренных доз минеральных удобрений из расчета на 1 га севооборотной площади  $N_{30}P_{30}K_{36}$ . В качестве удобрения использовали азотно-фосфорно-калийное – с содержанием основных элементов по 15 %;

3. Органоминеральный – на фоне минеральных удобрений  $N_{24}P_{24}K_{30}$  вносился подстилочный навоз в дозе 50 т/га (зернопаротравяной); заплата зеленой массы рапса осуществлялась в паровом поле (в среднем около 22,3 т/га), а также после уборки зерновых культур запахивались солома ячменя, пшеницы и гороха (в среднем около 1,2-2,0 т на 1 га пашни). В зернотравяных севооборотах на зелёное удобрение использовался второй укос многолетних трав.

**Результаты.** Многолетние исследования показали, что наименьшее поступление сухой

биомассы с растительными остатками в почву отмечено в севообороте с чистым паром на всех фонах питания (табл. 2). В зернопаросидеральном севообороте, несмотря на отсутствие многолетних трав, за счет заправки рапса на фоне применения одних минеральных туков поступление органической массы в среднем увеличивалось на 15,2 % по отношению к последнему. Аналогичная тенденция выявлена на органоминеральном фоне питания, где применялись сидераты и солома.

Из всех выращиваемых культур в севооборотах максимальная масса пожнивных и корневых остатков остаётся после клевера, в среднем за годы исследований накапливалось, в зависимости от фона питания, от 6,0 до 7,5 т сухой массы. Благодаря многолетним травам в зернотравяных севооборотах накопление растительных остатков превышало зернопаросидеральный на 5-31 %. Наибольшая разница между севооборотами выявлена в контрольном варианте.

Таблица 2

Среднегодовое поступление сухой растительной массы в почву с пожнивно-корневыми остатками и органическими удобрениями, 2007-2015 гг.

Севооборот	Фон питания	Поступление органической массы, т/га		
		с пожнивно-корневыми остатками	с органическими удобрениями	всего
Зернопаротравяной	1	3,41	–	3,41
	2	4,00	–	4,00
	3	4,01	2,0	6,01
Зернопаросидеральный (без многолетних трав)	1	3,41	0,52	3,93
	2	4,60	0,80	5,40
	3	4,53	1,65	6,18
Зернотравяной (многолетние бобовые травы 20 %)	1	4,14	–	4,14
	2	4,86	–	4,86
	3	4,96	1,20	6,16
Зернотравяной (многолетние бобовые травы 40 %)	1	4,46	–	4,46
	2	4,79	–	4,79
	3	5,18	0,57	5,75

В изучаемых севооборотах поступление сухой биомассы с удобрениями и пожнивно-корневыми остатками за ротацию на органоминеральном фоне варьировало в пределах

5,75-6,18 т на 1 га пашни. По мнению других исследователей [15], такого количества сухой биомассы достаточно для компенсации потерь гумуса от его минерализации. Полученные

данные наглядно свидетельствуют, что в севооборотах даже без многолетних трав, за счёт применения сидератов и соломы, возможно накопление растительных остатков на уровне навозной системы удобрения.

В соответствии с методическими указаниями ВНИИОУ [11], были проведены расчёты по расходу и приходу гумусовых веществ в изучаемых севооборотах. Минимальная сред-

негодовая минерализация выявлена в зерно-травяном с насыщением многолетними травами 40 % и зернопаросидеральном севооборотах, максимальная – в зернопаротравяном. (табл. 3). Включение в схемы севооборотов сидерального или занятого пара позволило уменьшить убыль от минерализации органического вещества на естественном фоне плодородия на 13,6-15,1 %.

Таблица 3

Среднегодовой баланс гумуса в севооборотах, кг/га (2007-2015 гг.)

Севооборот	Фон питания	Минерализация гумуса	Поступление гумуса, в т.ч.		Баланс гумуса, + -
			с органическими удобрениями	с пожнивно-корневыми остатками	
Зернопаротравяной	1	1102	-	624	-478
	2	1112	-	692	-420
	3	1193	500	706	+13
Зернопаросидеральный (без многолетних трав)	1	952	88	508	-356
	2	974	157	660	-157
	3	888	332	654	+98
Зернотравяной (многолетние бобовые травы 20 %)	1	1002	-	715	-287
	2	974	-	831	-143
	3	1027	206	714	-107
Зернотравяной (многолетние бобовые травы 40 %)	1	936	-	825	-111
	2	869	-	886	+17
	3	925	56	954	+85

Наблюдения показали, что максимальное накопление гумуса отмечено в зернопаротравяном севообороте при внесении навоза в дозе 50 т/га. Запашка нетрадиционных органических удобрений (сидераты, солома) на органоминеральном фоне питания в севооборотах способствовала увеличению накопления гумусовых веществ в пахотном слое на уровне 206-332 кг/га. Максимальное поступление гумуса с пожнивно-корневыми остатками выявлено в зернотравяных севооборотах, его приход на удобренных фонах питания за ротацию в среднем составил 714-954 кг/га. Запашка поукосного рапса и наличие двух полей с клевером существенно увеличило поступление растительных остатков в почву. В зернопаросидеральном севообороте при отсутствии многолетних трав новообразование гумуса снизилось в 1,4-1,7 раза, то есть компенсация расхода гумусовых веществ должна покрываться за счёт применения соломы на удобрение.

Балансовые расчёты показали, что в контрольном варианте (без применения удобрений) сложился отрицательный баланс органического вещества, наименьший расход гумусовых веществ выявлен в севообороте с двумя полями клевера, что подтвердило исследования других авторов [6, 7]. На минеральном фоне питания в севооборотах с чистым и сидеральным парами дефицит органического вещества достигал в среднем за год 157-420 кг/га. Запахивание зеленой массы рапса в зернопаросидеральном севообороте оказалось недостаточным для поддержания бездефицитного баланса гумуса.

На органоминеральном фоне питания в полевых севооборотах, за исключением зерно-травяного с насыщением многолетними бобовыми травами 20 %, сложился положительный баланс гумуса. В среднем на 1 га севооборотной площади дополнительно поступало гумусовых веществ около 13-98 кг/га. Полное возмещение расхода гумуса от его минерализа-

ции обеспечила навозная система удобрения из расчета 10 т на 1 га севооборотной площади. Запахивание зеленой массы рапса не менее 20 т на сидерат и внесение соломы 2 раза за ротацию севооборота из расчета не менее 2,0 т на один га пашни также позволяет нивелировать потери гумуса от его минерализации при возделывании культур.

Ввиду того, что в зернотравяном (многолетние травы 20 %) севообороте во второй ротации запахивались на сидерат только поукосный рапс и отава клевера, сложился отрицательный баланс гумуса в среднем по двум ротациям. Добавление соломы пшеницы в качестве удобрения в третьей ротации севооборота обеспечило бездефицитный баланс гумуса [9].

**Выводы.** Обобщение данных по второй и третьей ротациям биологизированных се-

вооборотов показало, что систематическое применение органических удобрений (навоз), сидератов, соломы вместе с пожнивнокорневыми остатками способствовало поступлению сухой биомассы в почву в среднем на 1 га севооборотной площади в пределах от 5,75 до 6,18 т. Такого количества достаточно для достижения бездефицитного баланса гумуса.

В условиях Среднего Урала для устойчивого повышения содержания органического вещества в структуре биологизированных севооборотов многолетние бобовые травы должны занимать не менее 30-40 %. В севооборотах без многолетних трав для достижения бездефицитного баланса гумуса необходимо наличие сидерального пара (запашка рапса) и применение соломы в качестве удобрения не менее двух раз за ротацию.

#### Литература

1. Лыков А. М., Еськов А. И., Новиков М. Н. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья. М.: РАСХН, 2004. 630 с.
2. Лошаков В. Г. Севооборот и плодородие почвы. М.: Изд-во ВНИИА, 2012. 512 с.
3. Лошаков В. Г. Зелёные удобрения в земледелии России (к 150-летию со дня рождения Д. Н. Прянишникова). М.: Изд-во ВНИИА, 2015. 300 с.
4. Тошев В. В. Результаты мониторинга плодородия почв Свердловской области // Достижения науки и техники АПК. 2017. № 8. С.16-22.
5. Повышение эффективности использования пашни в условиях Зауралья и Среднего Урала / В. А. Телегин [и др.]. Куртамыш: ООО «Куртамышская типография», 2016. С. 135-177.
6. Шрамко Н. В., Вихорева Г. В. Роль бобовых трав в изменении гумисированности дерново-подзолистых почв Верхневолжья // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 3 (19). С. 125-132.
7. Зеленев А. В., Семиченко Е.В. Биологизация полевых севооборотов в Нижнем Поволжье // Агропромышленные технологии Центральной России. 2017. Вып. 1. № 3. С. 61-69.
8. Семиченко Е. В. Баланс гумуса, элементов питания и продуктивность биологизированных севооборотов Нижнего Поволжья // Пермский аграрный вестник. 2018. № 2 (22). С. 89-94.
9. Постников П. А., Попова В. В., Васина О. В. Сохранение плодородия тёмно-серой почвы при использовании биологических факторов в севооборотах // АПК России. 2016. № 73/5. С. 943-947.
10. Современное кормопроизводство Урала / Н. Н. Зезин [и др.]. Екатеринбург: Юника, 2018. 265 с.
11. Лозановская И. Н., Орлов Д. С., Попов П. Д. Теория и практика использования органических удобрений. М.: Агропромиздат, 1987. 96 с.
12. Asmus F., Gorlitz H., Ahsorge H. Organish Dungung Lui Versorgung des Boden mit organisher Substaur // Feldwirtschaft. 1981. Bd. 22. № 3. S. 124-126.
13. Janzen R. A., Shtgkewich C. F. Coh the Boon Stabilisation of Reidual Cand N in Soil // Can. J. Soil Sci. 1988. V. 68. № 4. P. 733-745.
14. Vesterdal L., Pitter E., Gundersem P. Change in soil organic Carbon folloving afforestation of former arableland // Forest Ecol. Mang. 2002. V.169. P. 137-147.
15. Котлярова О. Г., Свиридов А. К., Сыромятников Ю. Д. Биологическое обоснование чередования культур в севооборотах Центрально-Чернозёмной зоны // Доклады РАСХН. 2008. № 8. С. 32-35.

---

**BALANCE OF HUMUS IN FIELD CROP ROTATIONS**

**N. N. Zezin**, Dr. Agr. Sci.;

**P. A. Postnikov**, Cand. Agr. Sci.;

**M. A. Namyatov**, Cand. Agr. Sci.,

Ural Scientific and Research Institute of Agriculture

112a, Belinskogo St., Yekaterinburg, 620142, Russia

E-mail: [nikitazezin@yandex.ru](mailto:nikitazezin@yandex.ru)

**ABSTRACT**

In 2007-2015, efficiency of biologization methods on a balance of humus was studied in the Ural Scientific and Research Institute of Agriculture on dark gray soil in two crop rotations. The research was carried out in five-course rotation with three kinds of nutrition: natural (without fertilizers), mineral, and organo-mineral. It is presented in summarized data of the Sverdlovsk Oblast that a negative balance of humus in the range of 0.4-0.43 t/ha was formed with the small volume of manure and compost. Average annual income of dry stubble and root residues to the soil within 3.4-5.2 t/ha compensated humus deficit by 60-95 %. The highest result was achieved in grain-grass crop rotations. The minimum result was received in grain-fallow-grass crop rotation with complete fallow. The total income of dry plants with residues, plowdown green manure and straw varied from 5.75 to 6.18 t/ha on organo-mineral ground. The maximum income was noted in grain-fallow-green manured and grain-grass crop rotations. In grain-fallow-grass crop rotation with complete fallow, the full recovery of humus decomposition is possible when 10 tons of manure applied per hectare of crop rotation area. Combination of green manure with straw once or twice per rotation provided a sufficient balance of humus. Two fields of clover in crop rotation allows complete compensating losses of humus from its mineralization. In the conditions of the Middle Ural, perennial leguminous grasses should occupy at least 20-40 % for sustainable increase in organic substances in the structure of biologized crop rotations. In crop rotations without perennial grasses, green manured fallow and use of straw as a fertilizer at least twice per rotation is essential for a deficit-less balance of humus.

*Key words: crop rotation, nutrition ground, manure, green manure, straw, leguminous grasses, humus.*

**Reference**

1. Lykov A.M., Yes'kov A.I., Novikov M.N. Organicheskoye veshchestvo pakhotnykh pochv Nechernozem'ya (Organic substance of arable soils of the Non-Chernozem area), M., RASKHN, 2004, 630 p.
2. Loshakov V.G. Sevooborot i plodorodiye pochvy (Crop rotation and soil fertility), M., Izd-vo VNIIA, 2012, 512 p.
3. Loshakov V.G. Zelonyye udobreniya v zemledelii Rossii (k 150-letiyu so dnya rozhdeniya D.N. Pryanishnikova) (Green manure in agriculture of Russia), M., Izd-vo VNIIA, 2015, 300 p.
4. Toshchev V.V. Rezul'taty monitoringa plodorodiya pochv Sverdlovskoy oblasti (Results of soil fertility monitoring in the Sverdlovsk Oblast), Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2017, No. 8, pp. 16-22.
5. Povysheniye effektivnosti ispol'zovaniya pashni v usloviyakh Zaural'ya i Srednego Urala (Improvement of arable land efficiency in the conditions of the Zauralie and the Middle Ural), B.A. Telegin [i dr.], Kurtamysh, OOO «Kurtamyshskaya tipografiya», 2016, pp.135-177.
6. Shramko N.V., Vikhoreva G.V. Rol' bobovykh trav v izmenenii gumirovannosti dernovo-podzolistykh pochv Verkhnevolzh'ya (Role of leguminous grasses in humus change in sod-podzolic soils of the Upper Volga ), Zernobobovyye i krupyanyye kul'tury, 2016, No. 3 (19), pp. 125-132.
7. Zelenev A.V., Semichenko Ye.V. Biologizatsiya polevykh sevooborotov v Nizhnem Povolzh'ye (Biologization of field crop rotations in the Lower Volga), Agropromyshlennyye tekhnologii Tsentral'noy Rossii, 2017, Vyp. 1, No. 3, pp. 61-69.