

Влияние азотных подкормок на баланс гумуса в посевах озимой пшеницы, возделываемой при разных уровнях ранневесеннего запаса минерального азота в почве

В. Б. Воробьев, С. И. Ласточкина, кандидаты с.-х. наук
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 06.03.2018 г.)

В статье приведены результаты изучения влияния уровня ранневесеннего запаса минерального азота в 0–60 см слое дерново-палево-подзолистой легкосуглинистой почвы на баланс гумуса в посевах озимой пшеницы.

Исследованиями выявлено, что азотные подкормки в посевах озимой пшеницы влияют как на вынос азота с отчуждаемой продукцией, так и на приходную и расходную статьи баланса гумуса. При этом расходная статья баланса гумуса в вариантах опыта определена по выносу азота из почвы.

Установлено, что увеличение урожайности зерна озимой пшеницы сопровождается увеличением не только массы ее послеуборочных остатков, но и повышением минерализации гумуса.

Введение

Общеизвестно, что содержание гумуса является одним из самых важных показателей почвенного плодородия. При длительном использовании почв в качестве пашни гумус непрерывно минерализуется, а содержащиеся в нем элементы питания и в первую очередь азот отчуждаются с урожаем. В связи с этим возникает необходимость регулирования количества гумуса в почве и создания условий для обеспечения его бездефицитного баланса [1, 2]. При этом основным источником пополнения в почве гумуса являются органические удобрения. Минеральные удобрения снижают потери гумуса, а при определенных условиях даже могут способствовать поддержанию его количества на исходном уровне, что в первую очередь связано с увеличением массы пожнивных и корневых остатков.

Как известно, баланс гумуса в почве может быть бездефицитным, положительным и отрицательным. Баланс гумуса в почве считается бездефицитным, если его приход (образование) в результате гумификации свежих растительных остатков и органических удобрений полностью уравнивает расход за счет минерализации. Также баланс считается положительным, когда количество вновь образованного гумуса превышает его расход, и отрицательным, если приход гумуса не компенсирует его потери. В свою очередь, отрицательный баланс гумуса необходимо компенсировать внесением органических удобрений (навоза, сидератов, соломы) либо посевом культур, оставляющих после себя большое количество поживно-корневых остатков (многолетние травы, рапс и др.). При этом, чем выше содержание гумуса в почве, тем больше требуется органических удобрений для поддержания его бездефицитного баланса.

К сожалению, в настоящее время нет четкого представления о роли азотных удобрений в формировании баланса гумуса. Для устранения этого недостатка мы изучили, как азотные подкормки в посевах озимой пшеницы, возделываемой при разном уровне ранневесеннего запаса минерального азота в почве, влияют на вынос азота с отчуждаемой с поля продукцией, приходную и расходную статьи баланса гумуса.

Материалы и методы исследований

Для разработки алгоритма определения наиболее оптимальной дозы азотного удобрения, необходимой для

The article presents results of studying the influence of level of early spring mineral nitrogen reserve in the 0–60 cm layer of sward-pale-podzolic light loamy soil on the balance of humus in winter wheat crops.

The research has established that nitrogen fertilizing in winter wheat crops affects both the removal of nitrogen with alienated products and the input and output items of the humus balance. In this case, the output balance of humus in the variants of experiment is determined by the removal of nitrogen from the soil.

It has been established that an increase in the yield of grain of winter wheat is accompanied by an increase not only in the mass of its post harvest residue, but also in the increase in mineralization of humus.

подкормки озимой пшеницы в ранневесенний период, в 2005–2008 гг. нами был проведен полевой опыт по изучению эффективности азотных подкормок в посевах озимой пшеницы при разном уровне ранневесеннего запаса минерального азота в почве.

Схема опыта представлена в таблице 1. Объектом исследований являлась озимая пшеница среднестебельного сорта Капылянка. Этот сорт характеризуется высокой зимостойкостью, скороспелостью, ценностью по хлебо-

Таблица 1 – Схема опыта по изучению эффективности азотных подкормок в посевах озимой пшеницы при разном уровне ранневесеннего запаса минерального азота в почве

Фон, кг/га	Планируемые ранневесенние запасы минерального азота в 0–60 см слое почвы (N _{мин.} + N _{уд.}), кг/га д. в.	Дозы азотного удобрения, кг/га д. в.	
		вторая азотная подкормка	третья азотная подкормка
N ₁₄ P ₆₀ K ₁₂₀	без азотных подкормок	–	–
	*N ₁₂₀	–	–
		N ₃₀	–
	*N ₁₄₀	N ₃₀	–
		N ₃₀	N ₃₀
	*N ₁₆₀	–	–
		N ₃₀	–
	*N ₁₈₀	N ₃₀	–
		N ₃₀	N ₃₀
	*N ₂₀₀	–	–
		N ₃₀	–
		N ₃₀	N ₃₀

Примечание – *Созданы с помощью первой азотной подкормки в ранневесенний период.

пекарным качествам (содержание белка – 13,1 %, клейковины – 28 %), устойчивостью к полеганию и болезням, а также минимальной требовательностью к почвенному плодородию. Средняя урожайность – 66 ц/га, максимальная – 1045,5 ц/га.

Сорт Капылянка районирован в Республике Беларусь в 1995 г. Автор сорта – Коптик И. К. [3, 4, 5]. На момент закладки опыта в структуре посевных площадей по Могилёвской области сорт Капылянка занимал 50–55 %. Норма высева семян озимой пшеницы составила 5 млн всхожих семян на гектар или 250 кг/га. Предшественник – озимый рапс.

В качестве минеральных удобрений в основную заправку осенью на всей площади опытного участка вносили аммонизированный суперфосфат (30 % P₂O₅ и 7 % N) и хлористый калий (60 % K₂O).

Доза азота для ранневесенней подкормки определялась как разность между планируемым уровнем ранневесеннего запаса минерального азота в 0–60 см слое почвы и его фактическим запасом по формуле, предложенной Н. Н. Семененко [6, 7, 8]:

$$N_{уд.} = N_{опт.} - N_{факт.},$$

где N_{уд.} – доза азотного удобрения, кг/га д. в.;

N_{опт.} – оптимальный запас минерального азота в 0–60 см слое почвы, кг/га;

N_{факт.} – фактический запас минерального азота в 0–60 см слое почвы, кг/га.

С помощью первой азотной подкормки в ранневесенний период в посевах озимой пшеницы было создано пять уровней планируемого запаса минерального азота в 0–60 см слое почвы: 120, 140, 160, 180 и 200 кг/га. На этих уровнях азотного питания изучалась эффективность двух (II-й и III-й) азотных подкормок, каждая в дозе азота 30 кг/га д. в. При этом в качестве подкормок использовалась аммиачная селитра (NH₄NO₃). Контролем служил вариант без азотных подкормок (N₁₄P₆₀K₁₂₀).

Ранневесеннюю подкормку озимой пшеницы проводили после окончания поверхностного и внутрипочвенного стока избыточной влаги. В это время растения начали активно вегетировать, а среднесуточная температура воздуха превысила +5 °С. Вторая азотная подкормка проведена в фазе конец кущения – начало трубкования (стеблевания) перед появлением первого узла, а третья – в фазе флагового листа.

Уход за посевами озимой пшеницы включал: опрыскивание посевов гербицидом Легато плюс в норме расхода 0,7 л/га (осенью до всходов), обработку фунгицидом Рекс

Дуо – 0,5 л/га (в фазе флагового листа – колошение). Ретарданты не применялись.

Исследования проведены на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на лессовидном суглинке, подстилаемом мореной с глубины около 1 м. Ее гранулометрический состав и агрохимические показатели представлены в таблице 2 и 3.

В целом почва опытных участков характеризовалась близкой к нейтральной реакцией среды. Индекс окультуренности почвы колебался в пределах 0,65–0,72. Почва содержала от 1,74 до 2,56 % гумуса, 151–181 мг/кг подвижных соединений фосфора и 100–166 мг/кг подвижных соединений обменного калия.

Отбор проб почвы проводили буром диагональным способом послойно в трехкратной повторности: для пахотного слоя почвы – в слое 0–20 см; подпахотного – 20–40 см и отдельно в слое почвы 40–60 см. Результаты определения запасов минерального азота в почве опытного участка представлены в таблице 3.

В целом к началу весенней вегетации растений суммарные запасы минерального азота в 0–60 см слое дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в весенний период в посевах озимой пшеницы составили от 48,3 до 83 кг/га (таблица 4). При этом запас аммонийного азота колебался от 9,31 до 22,1 кг/га. Запасы его нитратной формы оказались в 2–3 раза выше и составили 28,9–85,2 кг/га. В среднем за годы исследований содержание нитратного азота (N – NO₃) в 0–60 см слое почвы составило 74 % от общего запаса минерального азота (NH₄ + NO₃), в то время как содержание аммонийного азота (N – NH₄) – 26 %.

На основании результатов почвенной диагностики рассчитаны дозы для первой ранневесенней (применяемой после перезимовки посевов) азотной подкормки (таблица 5).

Урожайность озимой пшеницы учитывали в фазе полной спелости, пересчитывали на 100%-ную чистоту зерна и приводили к 14%-ной влажности. Масса послеуборочных остатков определялась в 20 см слое почвы с последующей декантацией [9].

Результаты исследований и их обсуждение

В результате обобщения большого количества экспериментального материала учеными Института почвоведения и агрохимии разработаны нормативные показатели для определения потерь гумуса в почве [10]. Они учитывают особенности возделываемых культур, гранулометрический состав почвы и ее гумусовое состояние.

Таблица 2 – Содержание фракций гранулометрических элементов пахотного горизонта почвы опытных участков

Годы	Содержание фракций, %							
	размер фракций, мм						физическая глина (< 0,01)	физический песок (> 0,01)
	1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	< 0,001		
2005–2006	2,17	12,99	64,68	8,04	4,04	8,08	20,16	79,84
2006–2007	3,48	1,58	72,82	14,04	2,02	6,06	22,12	77,88
2007–2008	0,31	14,01	65,28	4,08	8,16	8,16	20,40	79,60

Таблица 3 – Агрохимические показатели и индекс окультуренности почвы опытных участков

Годы	Гумус, %	рН _{KCl}	Подвижные соединения, мг/кг почвы		Индекс окультуренности почвы
			P ₂ O ₅	K ₂ O	
2005–2006	2,44	6,40	160	106	0,69
2006–2007	1,74	6,30	151	166	0,65
2007–2008	2,56	6,45	181	100	0,72

Таблица 4 – Запасы минерального азота в 0–60 см слое почвы в ранневесенний период в посевах озимой пшеницы

Глубина отбора почвенных образцов, см	Запасы минерального азота, кг/га											
	аммонийный (N – NH ₄)				нитратный (N – NO ₃)				всего (NH ₄ + NO ₃)			
	год			сред-нее	год			сред-нее	год			сред-нее
	2006	2007	2008		2006	2007	2008		2006	2007	2008	
0–20	5,6	2,9	4,0	4,2	18,7	22,5	6,30	15,8	24,3	25,4	10,3	20,0
20–40	7,4	3,1	6,2	5,6	20,3	28,6	9,29	19,4	27,7	31,7	15,5	25,0
40–60	9,1	3,3	9,2	7,2	21,9	34,1	13,3	23,1	30,9	37,4	22,5	30,3
0–60	22,1	9,3	19,4	16,9	60,9	85,2	28,9	58,3	82,9	94,5	48,3	75,3

Таблица 5 – Дозы азотных подкормок, внесенных за вегетацию озимой пшеницы

Фон, кг/га	Азотные подкормки, кг/га д. в.												Всего азота в подкормки (в среднем), кг/га д. в.
	2006 г.				2007 г.				2008 г.				
	1*	2	3	всего	1*	2	3	всего	1*	2	3	всего	
N ₁₄ P ₆₀ K ₁₂₀	37			37	25			25	72			72	45
	37	30		67	25	30		55	72	30		102	75
	37	30	30	97	25	30	30	85	72	30	30	132	105
	57			57	45			45	92			92	65
	57	30		87	45	30		75	92	30		122	95
	57	30	30	117	45	30	30	105	92	30	30	152	125
	77			77	65			65	112			112	85
	77	30		107	65	30		95	112	30		142	115
	77	30	30	137	65	30	30	125	112	30	30	172	145
	97			97	85			85	132			132	105
	97	30		127	85	30		115	132	30		162	135
	97	30	30	157	85	30	30	145	132	30	30	192	165
	117			117	105			105	152			152	125
	117	30		147	105	30		135	152	30		182	155
117	30	30	177	105	30	30	165	152	30	30	212	185	

Примечание – *С помощью первой ранневесенней азотной подкормки в начале вегетации растений создавали изучаемые запасы минерального азота в 0–60 см слое почвы.

Разработаны также коэффициенты гумификации различных видов органических удобрений и послеуборочных остатков. С помощью этих показателей в конкретных условиях того или иного сельскохозяйственного предприятия можно достаточно точно рассчитать расходную и приходную статьи баланса гумуса в почве. Это в конечном итоге дает возможность определить оптимальные дозы органических удобрений, обеспечивающие поддержание, а при необходимости и расширенное воспроизводство почвенного плодородия. Однако до настоящего времени все еще не ясно, как дозы азотного удобрения влияют на баланс гумуса в почве, в частности – на ее приходную и расходную статьи.

В наших исследованиях расходная статья баланса гумуса в вариантах опыта определялась по выносу азота из почвы [10]. Для этого, используя данные урожайности зерна и соломы (таблица 6), а также данные о содержании азота в основной и побочной продукции (таблица 7), был рассчитан вынос данного элемента с отчуждаемым с поля урожаем (таблица 8).

Как и следовало ожидать, вынос азота с отчуждаемой с поля продукцией зависел в первую очередь от урожайности озимой пшеницы. В наших исследованиях минимальное значение данного показателя (54,8 кг/га) было отмечено в варианте без азотных подкормок. Максимальное (166,1 кг/га) установлено на делянках с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в почве на уровне 180 кг/га и дополнительными азотными подкормками в фазе конец кущения – начало выхода в трубку и в фазе выход в трубку – начало колошения.

Повышение планируемого ранневесеннего запаса минерального азота в 0–60 см слое до 200 кг/га д. в. вызвало снижение использования азота из удобрений зерном и повысило использование азота соломой, что в первую очередь обусловило уменьшение урожая зерна и увеличение урожая соломы. Вместе с тем следует отметить, что увеличение планируемого ранневесеннего запаса минерального азота в 0–60 см слое до 200 кг/га д. в. значительно увеличило удельный вынос азота.

Таблица 6 – Окупаемость азотных подкормок урожаем озимой пшеницы

Планируемые ранневесенние запасы минерального азота в 0–60 см слое почвы (N _{мин.} + N _{уд.}), кг/га д. в.	Внесено азота в подкормки, кг/га д. в.	Урожайность, т/га							
		зерна				соломы			
		год			среднее	год			среднее
		2006	2007	2008		2006	2007	2008	
Фон (N ₁₄ P ₆₀ K ₁₂₀)	без подкормок	2,55	2,87	3,80	3,07	3,11	4,08	4,21	3,80
N ₁₂₀	45	3,04	3,57	4,63	3,75	3,87	4,96	4,91	4,58
N ₁₂₀ + N ₃₀	75	3,56	4,15	5,68	4,46	4,75	5,77	5,63	5,38
N ₁₂₀ + N ₃₀ + N ₃₀	105	4,07	4,64	6,14	4,95	5,31	6,29	6,16	5,92
N ₁₄₀	65	3,62	4,08	5,17	4,29	4,63	5,76	5,48	5,29
N ₁₄₀ + N ₃₀	95	4,38	4,70	6,33	5,14	6,03	6,86	6,06	6,32
N ₁₄₀ + N ₃₀ + N ₃₀	125	5,03	5,28	7,01	5,77	6,64	7,42	6,56	6,87
N ₁₆₀	85	4,29	4,60	5,90	4,93	5,62	6,56	5,86	6,01
N ₁₆₀ + N ₃₀	115	5,32	5,41	6,60	5,78	6,87	7,56	6,69	7,04
N ₁₆₀ + N ₃₀ + N ₃₀	145	5,90	5,96	7,37	6,41	7,40	8,01	7,40	7,60
N ₁₈₀	105	4,91	5,17	6,48	5,52	6,47	6,98	6,45	6,63
N ₁₈₀ + N ₃₀	135	6,02	5,82	7,43	6,42	7,68	8,05	7,31	7,68
N ₁₈₀ + N ₃₀ + N ₃₀	165	6,44	6,42	8,15	7,00	8,35	8,60	8,00	8,32
N ₂₀₀	125	4,19	4,19	6,02	4,80	7,02	7,43	7,02	7,16
N ₂₀₀ + N ₃₀	155	4,63	4,50	6,39	5,17	8,05	8,69	8,05	8,26
N ₂₀₀ + N ₃₀ + N ₃₀	185	4,86	4,71	6,56	5,38	8,87	9,21	8,70	8,93
HCP ₀₅		0,18	0,17	0,34		0,47	0,41	0,35	

Таблица 7 – Влияние азотного удобрения на содержание азота в биомассе озимой пшеницы, возделываемой при разных планируемых ранневесенних запасах минерального азота в почве (среднее за 2006–2008 гг.)

Планируемые ранневесенние запасы минерального азота в 0–60 см слое почвы (N _{мин.} + N _{уд.}), кг/га д. в.	Внесено азота в подкормки, кг/га д. в.	Содержание общего азота в биомассе озимой пшеницы (% на абсолютно сухое вещество)							
		в зерне				в соломе			
		год			среднее	год			среднее
		2006	2007	2008		2006	2007	2008	
Фон (N ₁₄ P ₆₀ K ₁₂₀)	без подкормок	1,87	1,52	1,50	1,63	0,39	0,40	0,28	0,36
N ₁₂₀	45	1,96	1,63	1,77	1,79	0,41	0,40	0,37	0,39
N ₁₂₀ + N ₃₀	75	2,05	1,78	1,83	1,89	0,44	0,44	0,39	0,42
N ₁₂₀ + N ₃₀ + N ₃₀	105	2,06	1,82	1,92	1,93	0,46	0,46	0,42	0,45
N ₁₄₀	65	2,04	1,79	1,87	1,90	0,44	0,42	0,38	0,41
N ₁₄₀ + N ₃₀	95	2,12	1,84	1,90	1,95	0,49	0,46	0,42	0,46
N ₁₄₀ + N ₃₀ + N ₃₀	125	2,20	1,95	2,04	2,06	0,51	0,49	0,44	0,48
N ₁₆₀	85	2,12	1,82	1,87	1,94	0,47	0,45	0,41	0,44
N ₁₆₀ + N ₃₀	115	2,20	1,88	1,96	2,01	0,51	0,48	0,44	0,47
N ₁₆₀ + N ₃₀ + N ₃₀	145	2,31	1,96	2,05	2,11	0,52	0,51	0,45	0,49
N ₁₈₀	105	2,18	1,86	1,94	1,99	0,50	0,47	0,41	0,46
N ₁₈₀ + N ₃₀	135	2,33	1,90	1,98	2,07	0,55	0,51	0,44	0,50
N ₁₈₀ + N ₃₀ + N ₃₀	165	2,40	1,95	2,05	2,13	0,58	0,55	0,46	0,53
N ₂₀₀	125	2,31	1,87	1,98	2,05	0,55	0,50	0,43	0,49
N ₂₀₀ + N ₃₀	155	2,37	2,05	1,98	2,13	0,59	0,56	0,45	0,53
N ₂₀₀ + N ₃₀ + N ₃₀	185	2,44	2,15	2,06	2,22	0,63	0,58	0,48	0,56
HCP ₀₅		0,17	0,17	0,13		0,04	0,05	0,04	

В целом необходимо отметить наличие тесной корреляционной взаимосвязи между дозой азотного удобрения в посевах озимой пшеницы и удельным выносом азота ($r = 0,92$; $Y = 17,29 + 0,0455X$). При этом увеличении дозы азотного удобрения на каждые 10 кг сопровождалось увеличением удельного выноса азота на 0,455 %.

Для определения расходной статьи баланса гумуса в варианте без внесения азотного удобрения использовалась формула [10]:

$$R = (Y \times N_b \times K_m \times P_{km} \times 20) / 10000,$$

где R – потери гумуса, т/га; Y – урожайность культуры, ц/га; N_b – вынос азота с 1 т основной и соответствующим количеством побочной продукции, кг; P_{km} – поправочный коэффициент на минерализацию гумуса в зависимости от гранулометрического состава почвы; 20 – коэффициент пересчета азота в гумус. В вариантах с применением азотных подкормок в числитель формулы вводился дополнительный поправочный коэффициент 0,5.

Расчеты показывают, что в контрольном варианте в среднем за годы исследований ежегодно минерализовалось 664 кг/га гумуса (таблица 9). На фоне применения азотного удобрения значение данного показателя находилось в пределах от 443 до 1007 кг/га. Оно определялось в первую очередь выносом азота с отчуждаемой с поля продукцией и было максимальным в варианте с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в 0–60 см слое почвы 180 кг/га при дополнительных подкормках в фазе конец кущения – начало выхода в трубку и в фазе выход в трубку – начало колошения.

Вынос азота с основной и побочной продукцией зависит в первую очередь от величины урожая. Именно поэтому между урожаем зерна, с одной стороны, и минерализацией гумуса, с другой, существует тесная корреляционная связь ($r = 0,94$; $Y = 167,6X - 160,6$). Анализ этой связи показывает, что в интервале урожайности от 3,75 до 7,00 т/га увеличение урожая зерна на каждый 1 ц со-

провождается увеличением количества минерализованного гумуса почти на 16,8 кг/га. При схожих условиях представленное уравнение регрессии можно использовать для определения расходной статьи баланса гумуса в посевах озимой пшеницы.

По мере увеличения урожайности зерна увеличивалась не только минерализация гумуса, но и масса послеуборочных остатков, а соответственно приходная статья баланса гумуса. Наименьшим (258 кг/га) этот показатель был в варианте без внесения азотного удобрения и наибольшим (620 кг/га) при уровне азотного питания 180 кг/га с двумя дополнительными азотными подкормками.

Сопоставление приходной и расходной статей показало наличие отрицательного баланса гумуса во всех вариантах опыта. В контрольном варианте баланс гумуса составил –406 кг/га. Азотные удобрения, за исключением варианта с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в 0–60 см слое почвы 200 кг/га при двух дополнительных азотных подкормках (–443 кг/га), снизили темпы дегумификации почвы. Наименьшие потери гумуса (–129 кг/га) отмечены при минимальной дозе азота – 45 кг/га д. в.

По мере увеличения дозы азотного удобрения потери гумуса возрастали. Начиная с 45 кг/га д. в., увеличение дозы азотного удобрения на каждый килограмм действующего вещества сопровождается увеличением отрицательного баланса гумуса в среднем на 2,28 кг/га. Это убедительно подтверждается наличием тесной отрицательной корреляционной связи между балансом гумуса в почве и дозами азотного удобрения, внесенного под озимую пшеницу. Она характеризовалась коэффициентом корреляции –0,98 и подчинялась уравнению регрессии: $Y = -8,16 - 2,28X$.

Разумеется, приведенные данные имеют расчетный характер и требуют уточнения путем проведения длительных стационарных опытов. Тем не менее они однозначно позволяют сделать вывод о том, что азотные

Таблица 8 – Влияние азотных подкормок на вынос азота с урожаем озимой пшеницы, возделываемой при разных уровнях ранневесеннего запаса минерального азота в почве (среднее за 2006–2008 гг.)

Планируемые ранневесенние запасы минерального азота в 0–60 см слое почвы, кг/га	Внесено азота в подкормки, кг/га д. в.	Вынос азота с урожаем, кг/га**			Удельный вынос азота, кг/т
		зерна	соломы	всего	
75 кг/га (N ₁₄ P ₆₀ K ₁₂₀)	без азотных подкормок	43,0	11,8	54,8	17,9
	N ₄₅	57,7	15,4	73,1	19,5
120*	N ₄₅ + N ₃₀	72,5	19,4	91,9	20,6
	N ₄₅ + N ₃₀ + N ₃₀	82,2	22,7	105,1	21,2
140*	N ₆₅	70,1	18,7	88,8	20,7
	N ₆₅ + N ₃₀	86,2	25,0	111,2	21,6
	N ₆₅ + N ₃₀ + N ₃₀	102,2	28,4	130,6	22,6
160*	N ₈₅	82,3	22,7	105,0	21,3
	N ₈₅ + N ₃₀	99,9	28,5	128,4	22,2
	N ₈₅ + N ₃₀ + N ₃₀	115,8	32,0	147,8	23,1
180*	N ₁₀₅	94,5	26,2	120,7	21,9
	N ₁₀₅ + N ₃₀	114,3	33,0	147,3	22,9
	N ₁₀₅ + N ₃₀ + N ₃₀	128,2	37,9	166,1	23,7
200*	N ₁₂₅	84,6	30,2	114,8	23,9
	N ₁₂₅ + N ₃₀	94,7	37,6	132,4	25,6
	N ₁₂₅ + N ₃₀ + N ₃₀	102,7	43,0	145,7	27,1

Примечание – *Созданы с помощью первой азотной подкормки в ранневесенний период;

**рассчитан с учетом стандартной 14 % влажности.

Таблица 9 – Влияние азотных подкормок на баланс гумуса в посевах озимой пшеницы, возделываемой при разных уровнях ранневесеннего запаса минерального азота в почве (среднее за 2006–2008 гг.)

Планируемые ранневесенние запасы минерального азота в 0–60 см слое почвы, кг/га	Внесено азота в подкормки, кг/га д. в.	Вынос азота с основной и побочной продукцией, кг/га	Минерализовалось гумуса, кг/га	Масса растительных остатков, т/га	Образовалось гумуса, кг/га	Баланс гумуса, кг/га
75 кг/га (N ₁₄ P ₆₀ K ₁₂₀)	без азотных подкормок	54,8	664	1,29	258	–406
120*	N ₄₅	73,1	443	1,57	314	–129
	N ₄₅ + N ₃₀	91,9	557	1,97	394	–163
	N ₄₅ + N ₃₀ + N ₃₀	105,1	637	2,2	440	–197
140*	N ₆₅	88,8	538	1,87	374	–164
	N ₆₅ + N ₃₀	111,2	674	2,23	446	–228
	N ₆₅ + N ₃₀ + N ₃₀	130,6	791	2,5	500	–291
160*	N ₈₅	105,0	636	2,16	432	–204
	N ₈₅ + N ₃₀	128,4	778	2,53	506	–272
	N ₈₅ + N ₃₀ + N ₃₀	147,8	896	2,77	554	–342
180*	N ₁₀₅	120,7	731	2,48	496	–235
	N ₁₀₅ + N ₃₀	147,3	893	2,85	570	–323
	N ₁₀₅ + N ₃₀ + N ₃₀	166,1	1007	3,1	620	–387
200*	N ₁₂₅	114,8	696	1,99	398	–298
	N ₁₂₅ + N ₃₀	132,4	802	2,1	420	–382
	N ₁₂₅ + N ₃₀ + N ₃₀	145,7	883	2,2	440	–443

Примечание – *Созданы с помощью первой азотной подкормки в ранневесенний период.

удобрения оказывают существенное влияние на баланс гумуса в почве.

Выводы

1. Величина корневых и пожнивных остатков озимой пшеницы зависит в первую очередь от ее урожайности и достигает своего максимума (3,10 т/га) при планируемом ранневесеннем запасе минерального азота в 0–60 см слое почвы 180 кг/га с двумя дополнительными азотными подкормками в дозе 30 кг/га д. в. Увеличение уровня ранневесеннего запаса минерального азота до 200 кг/га ведет к существенному снижению количества растительных остатков. Доля послеуборочных остатков в биомассе растений в среднем за годы исследований находилась в пределах от 13,3 до 17,0 %. Она оказалась наименьшей (14,3–13,3 %) на делянках с ранневесенним запасом минерального азота в 0–60 см слое почвы 200 кг/га.
2. Чем выше урожайность зерна, тем больше азота отчуждается из почвы с основной и побочной продукцией. Удельный вынос азота зависит от дозы азотного удобрения. При увеличении суммарной дозы азотных подкормок от 45 до 185 кг/га д. в. значение данного показателя в среднем за три года возрастает с 19,5 до 27,1 %. При этом увеличение суммарной дозы азотного удобрения, внесенного в подкормки, на 10 кг/га д. в. сопровождается увеличением удельного выноса азота на 0,46 %.
3. При возделывании озимой пшеницы без применения азотных подкормок на фоне N₁₄P₆₀K₁₂₀, внесенных в основную заправку, баланс гумуса в среднем за три года составил –406 кг/га. При ранневесенней азотной подкормке в дозе 45 кг/га д. в. составил –129 кг/га. По мере увеличения суммарной дозы азотных подкормок

потери гумуса возрастали. Начиная с 45 кг/га д. в., увеличение дозы азотного удобрения на каждый килограмм действующего вещества сопровождается уменьшением баланса гумуса в среднем на 2,28 кг/га.

Литература

1. Лыков, А. М. Органическое вещество и плодородие дерново-подзолистых почв в условиях интенсивного земледелия / А. М. Лыков. – Москва, 1977. – 330 с.
2. Лыков, А. М. Органическое вещество и плодородие почвы / А. М. Лыков // Актуальные проблемы земледелия. – Москва: Колос. – 1984. – С. 34–42.
3. Куликович, С. Н. Об оптимальной сортовой политике и предпочтительных сортах озимой пшеницы для сева / С. Н. Куликович // Земледелие и защита растений. – 2006. – № 5. – С. 11–12.
4. Куликович, С. Н. Технология возделывания озимой мягкой пшеницы / С. Н. Куликович // Беларус. сел. хоз-во. – 2006. – № 9. – С. 46–56.
5. Сороко, В. И. Влияние систем удобрения на накопление элементов питания корневыми и пожнивными остатками многолетних травосмесей на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве / В. И. Сороко, Г. В. Пироговская // Почвоведение и агрохимия. – 2014. – № 2 (53). – С. 143–151.
6. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / под ред. Г. И. Кузнецов [и др.]. – Минск: Оргстрой, 2001. – 432 с.
7. Семеновко, Н. Н. Методические указания по проведению комплексно-растительной диагностики азотного питания зерновых культур в БССР / Н. Н. Семеновко, А. З. Денисова, А. Г. Корзун. – Минск: Ураджай, 1988. – 30 с.
8. Семеновко, Н. Н. Адаптивные системы применения азотных удобрений / Н. Н. Семеновко. – Минск: Бел. изд. Тов-во «Хата», 2004. – С. 24–26.
9. Семеновко, Н. Н. Адаптивные системы применения азотных удобрений / Н. Н. Семеновко. – Минск: Бел. изд. Тов-во «Хата». – 2003. – 164 с.
10. Методика расчета баланса гумуса в земледелии Республики Беларусь / РУП «Институт почвоведения и агрохимии». – Минск, 2007. – 20 с.
11. Muller, H. P. Operative Bemessung der N-Düngung im Wintergetreidebau / H. P. Muller, G. Vielemeyer // Getreidewirtschaft. – 1985. – Bd. 19, № 10. – S. 222–223.
12. Vielemeyer, H. Operative Bemessung der 2 N-Gabe zu Wintergetreide mit dem Nitrat-Schnelltest / H. Vielemeyer, F. Jakob, D. Witter // Feldwirtschaft. – 1985. – T. 26, 3. – S. 109–112.