

УДК 631.55: 631.445.24: 631.459.2

Н.Н. ЦЫБУЛЬКА, И.И. ЖУКОВА

## НАКОПЛЕНИЕ ЗЕРНОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ ПОЖНИВНЫХ И КОРНЕВЫХ ОСТАТКОВ НА ПОЧВАХ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ СМЫТОСТИ

### ВВЕДЕНИЕ

В естественных фитоценозах величины ежегодно создаваемого растениями и отчуждаемого в опад органического вещества тождественны, так же, как количество и состав потребляемых из почвы на построение годичной продукции и возвращаемых с опадом в почву биогенных элементов. Поэтому плодородие почвы, обуславливая уровень биологической продуктивности, является в то же время следствием последней. В агрофитоценозах значительная часть продуцируемого органического вещества отчуждается для хозяйственных нужд и вследствие этого количество мортмассы, ежегодно поступающей в почву, существенно снижается. Уменьшение поступления мортмассы приводит к снижению количества ежегодно образующегося гумуса. Причинами уменьшения запасов гумуса в почвах агроценозов является не только сокращение в них растительных остатков, но также усиление процессов минерализации и эрозии [1, 2].

На пахотных землях, где большая часть урожая полевых культур отчуждается для хозяйственных нужд, основным естественным источником пополнения органического вещества являются надземные (пожнивные, поукосные) и корневые остатки растений. Поэтому на дерново-подзолистых почвах с низким содержанием гумуса состав и чередование сельскохозяйственных культур в севооборотах должны строиться с учетом количества органического вещества, остающегося после их уборки.

Масса послеуборочных растительных остатков зависит от вида культур, почвенно-климатических условий, уровня агротехники и величины урожая. Так, по данным ряда авторов [3-5] меньше пожнивных и корневых остатков поступает в почву, занятую пропашными, – 12-25 ц/га, яровыми зерновыми культурами и однолетними травами – 22-33, озимыми зерновыми культурами – 30-45 ц/га, тогда как под многолетними бобовыми травами остается 60-80 ц/га органических остатков.

В Беларуси П.И. Никончиком [6] установлено, что наибольшая масса пожнивных остатков после клеверо-тимофеечной смеси, клевера, люцерны и кормового люпина (11,9-16,8 ц/га). Значительное количество их остается в почве после зерновых культур (7,06-9,99 ц/га), меньше – после пропашных и зернобобовых культур за исключением люпина (1,81-6,21 ц/га). Масса корней наибольшая у люцерны, клеверо-тимофеечной смеси и клевера (37,5-46,1 ц/га), несколько ниже у зерновых культур и кукурузы (17,8-20,0 ц/га) и наименьшая у пропашных корнеплодных культур и картофеля (4,41-7,35 ц/га).

По обобщенным данным немецких ученых клеверо-злаковая смесь оставляет в почве и на ее поверхности 60 ц/га растительной массы (100%), зерновые – 24 (40%), картофель – 6 (10%), озимые промежуточные культуры – 20 (33%) и пожнивные – 10 ц/га (16,7%).

Количество поступающих в почву послеуборочных остатков обуславливается продуктивностью сельскохозяйственных культур и поэтому соотношение между

растительными остатками и основной продукцией находится в большой зависимости от общего уровня урожайности.

В научной литературе недостаточно данных о накоплении полевыми культурами послеуборочных остатков на почвах, подверженных процессам эрозии. В связи с этим, теоретический и практический интерес представляют результаты изучения накопления отдельными сельскохозяйственными культурами общей биомассы, надземной и корневой ее части, отчуждаемой с урожаем и остающейся в почве после уборки на почвах разной степени эродированности.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили на дерново-подзолистых, сформированных на песчаниковых суглинках, почвах. На водораздельной равнине опытного участка расположена неэродированная почва, в верхней части склонов – слабо- (склон северной экспозиции) и среднесмытые (склон южной экспозиции), в средней части – средне- (склон северной экспозиции) и сильносмытые почвы (склон южной экспозиции). Склон южной экспозиции 7-9° крутизны, выпуклый, склон северной экспозиции – 6-7°, прямой.

Полевые опыты проводили в плодосменном, зернотравяном и травяно-зерновом севооборотах. Повторность в опыте четырехкратная. Учет надземной и подземной биомассы проводили в фазу полного созревания культур. Надземную и корневую массу, отчуждаемую с урожаем при уборке и остающуюся на поле в виде послеуборочных остатков и возвращающуюся в почву, учитывали раздельно. Размер учетных площадок на посевах зерновых культур был равен 1 м<sup>2</sup>. Надземная часть озимых зерновых срезалась на высоте 18 см, яровых – 15 см от поверхности почвы. Учет биомассы корневой системы проводили путем отмывания корней струей воды из монолитных образцов почвы в слоях 0-15 и 15-30 см [7, 8].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При изучении биологической продуктивности агроценозов следует принимать во внимание, что измеряется не общая (истинная), а чистая продукция, так как для определения истинной сезонной или годичной продукции растительного покрова требуются наблюдения за динамикой ее в течение всего вегетационного периода. Поэтому при определении чистой продукции принимается к сведению, что часть растительной массы в процессе вегетации может отмирать и, следовательно, учет ее, проведенный в конце вегетационного периода (при уборке культур), дает несколько заниженную величину.

У зерновых культур отчуждаемыми частями являются зерно и солома, а остающимися в почве после уборки – стерня и корни. Анализ результатов исследований свидетельствует о том, что общая величина и соотношение массы отчуждаемой части и поступающей в почву (растительные остатки) определяются биологическими особенностями озимых и яровых зерновых культур, а также зависят от почвенно-экологических условий их возделывания.

Изучение накопления зерновыми культурами растительных остатков показало, что, во-первых, количество их в абсолютных величинах находится в прямой зависимости от общей продуктивности посевов, во-вторых, степень смытости (эродированности) почвы и экспозиция склона, на которой выращивается культура, оказывают косвенное влияние на массу послеуборочных остатков, а именно, через изменение урожайности.

Озимая рожь в зависимости от уровня урожайности основной продукции (зерно) оставляет после себя следующее количество пожнивных и корневых остатков:

при урожайности 20-30 ц/га – 25,9-38,3 ц/га абсолютно сухого вещества; при урожайности 31-40 – 39,3-45,2; при урожайности 41-50 – 45,6-56,8; при урожайности 51-60 ц/га – 53,4-58,5 ц/га абсолютно сухого вещества (табл. 1).

Преобладающую долю в составе растительных остатков занимают корни – в среднем 72-73% с колебаниями от 69 до 79%. Удельный вес стерневых остатков составляет 27-28%.

Отношение послеуборочных остатков к основной продукции (зерно) озимой ржи снижается по мере увеличения урожайности. Данный показатель изменяется в пределах 1,22-1,50 при уровнях урожайности 20-30 ц/га зерна, 1,14-1,21 – при уровнях 31-40 ц/га и 1,05-1,12 – при уровнях урожайности 41-50 ц/га зерна.

После яровых зерновых культур (пшеница, ячмень, овес) по сравнению с озимыми при одинаковой продуктивности посевов поступает в почву меньшее количество послеуборочных остатков. Наблюдается снижение массы, как стерни, так и корней, что обусловлено биологическими особенностями этой группы культур.

Таблица 1

## Накопление послеуборочных остатков озимой рожью

Степень смытости почвы	Урожайность, ц/га зерна	Послеуборочные остатки, ц/га абсолютно сухого вещества		Отношение послеуборочных остатков к урожаю зерна
		всего	в т.ч. корни	
<b>Склон южной экспозиции</b>				
Несмытая	20,1	25,95	18,02	1,29
	25,4	38,32	27,59	1,50
	33,5	40,38	29,21	1,21
	41,1	45,62	33,14	1,11
	43,2	47,1	34,25	1,09
	45,5	53,82	39,17	1,18
Слабосмытая	23,3	28,43	19,67	1,22
	26,7	39,63	28,53	1,48
	33,8	40,63	30,23	1,20
	37,8	43,4	31,47	1,15
	40,5	45,21	32,84	1,12
	49,5	56,80	41,49	1,15
Сильносмытая	16,9	32,04	22,92	1,89
	21,5	27,07	18,76	1,26
	38,3	43,7	31,7	1,14
	46,7	49,51	36,06	1,06
	52,0	59,57	42,82	1,14
	59,7	58,50	42,80	0,98
Намытая	29,7	41,53	29,97	1,40
	37,3	43,04	31,21	1,15
	47,5	50,06	36,47	1,05
	47,5	55,29	40,30	1,16
	52,4	53,42	38,99	1,02
<b>Склон северной экспозиции</b>				
Несмытая	31,8	39,28	28,38	1,24
Слабосмытая	29,0	37,34	26,93	1,29
Среднесмытая	27,0	35,95	25,89	1,33

Примечание. Количество опытов на южном склоне – 4 года, на северном склоне – 1 год

Таблица 2

Накопление послеуборочных остатков яровым ячменем

Количество опытов, лет	Несмытая почва				Слабосмытая почва				Сильносмытая почва				Намытая почва				
	1*	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
6	9,8	17,28	12,35	1,76	13,3	19,83	13,71	1,49	9,5	16,48	12,16	1,73	13,8	21,42	15,10	1,55	
	14,3	21,89	15,42	1,53	15,9	23,54	16,52	1,48	18,2	25,89	18,09	1,42	23,5	27,94	19,59	1,19	
	15,2	22,79	16,02	1,51	18,6	26,38	18,42	1,42	20,7	26,8	18,66	1,29	27,0	29,43	20,80	1,09	
	26,5	29,23	20,64	1,10	22,4	27,54	19,23	1,23	22,8	27,67	19,37	1,21	32,0	31,54	22,53	0,99	
	30,7	30,99	22,08	1,01	26,4	29,18	20,61	1,10	28,6	30,11	21,36	1,05	32,5	31,41	22,70	0,97	
	35,2	32,87	23,62	0,93	29,7	30,6	21,76	1,03	35,2	32,89	23,63	0,93	34,7	32,69	23,47	0,94	
	36,5	33,44	24,08	0,92	31,5	31,33	22,36	0,99	38,2	34,16	24,67	0,89	43,6	36,46	26,54	0,84	
	37,5	34,71	-	0,92	36,6	33,47	24,11	0,91	39,4	34,66	25,08	0,88	46,4	37,78	27,47	0,81	
	40,1	34,96	25,32	0,87	38,3	34,22	24,72	0,89	42,5	35,95	26,13	0,85	48,3	38,42	28,14	0,80	
	42,6	36,0	26,17	0,85	39,2	34,58	25,01	0,88	43,4	36,38	26,48	0,84	60,0	43,34	32,16	0,72	
	42,8	36,1	26,25	0,84	41,2	35,65	-	0,87	44,1	36,59	26,69	0,83	61,0	43,73	32,52	0,72	
	46,0	37,45	27,35	0,81	44,2	36,69	26,73	0,83	45,5	37,25	-	0,82					
46,4	37,77	27,48	0,81	46,1	37,48	27,38	0,81	49,9	39,07	28,67	0,78						
47,0	38,10	27,70	0,81	46,3	37,74	27,44	0,81	50,3	39,27	28,84	0,78						
<b>Склон южной экспозиции</b>																	
4	27,7	31,38	22,70	1,13	31,5	31,33	22,36	0,99	30,3	30,83	21,95	1,02	28,4	30,03	21,29	1,06	
	31,6	31,37	22,39	0,99	34,9	32,77	23,53	0,94	31,5	31,33	22,36	0,99	35,1	32,85	23,60	0,94	
	32,6	31,8	22,74	0,98	35,7	33,13	23,82	0,93	34,1	32,43	23,25	0,95	36,5	33,44	24,08	0,92	
	48,8	38,61	28,31	0,79	41,1	35,62	25,66	0,87	40,4	35,00	25,37	0,87	40,5	35,01	25,44	0,86	
	<b>Склон северной экспозиции</b>																

\*Примечание. 1 – урожайность ц/га зерна; 2 – послеуборочные остатки, ц/га сухого вещества; 3 – корни – ц/га сухого вещества; 4 – отношение послеуборочных остатков к урожаю основной продукции.

Могилевский госуниверситет имени А.А. Кулешова

Яровой ячмень накапливает при урожайности зерна 20-30 ц/га от 26,8 до 31,3 ц/га абсолютно сухого вещества растительных остатков, а при урожайности 40-50 ц/га – от 35,0 до 39,2 ц/га (табл. 2). Основной удельный вес в составе послеуборочных остатков у ячменя аналогично с озимой рожью занимают корни – 70-72%. Такой показатель как отношение послеуборочных остатков к основной продукции для ячменя ниже, чем для озимой ржи: Он снижается с увеличением продуктивности и колеблется от 1,30-1,02 при урожайности 20-30 ц/га до 0,87-0,78 – при урожайности 40-50 ц/га.

Из яровых зерновых культур пшеница и овес по сравнению с ячменем при одинаковом уровне продуктивности посевов характеризуются несколько более высоким накоплением растительных остатков (табл. 3). Яровая пшеница оставляет после себя больше на 1,2-3,0, овес – на 2,2-3,2 ц/га абсолютно сухого вещества пожнивных и корневых остатков. В составе растительных остатков пшеницы и овса корни занимают 70-73%, на долю стерни приходится 27-30%.

Таблица 3

**Накопление послеуборочных остатков  
яровой пшеницей и овсом**

Степень смывости почвы	Урожайность, ц/га зерна	Послеуборочные остатки, ц/га абсолютно сухого вещества		Отношение послеуборочных остатков к урожаю зерна
		всего	в т. ч. корни	
<b>Яровая пшеница</b>				
Несмытая	26,1	32,25	23,12	1,24
Слабосмытая	24,6	30,87	22,08	1,25
Сильносмытая	21,1	27,95	19,68	1,32
Намытая	24,5	30,88	22,02	1,26
<b>Овес</b>				
Несмытая	24,6	30,65	22,23	1,25
	31,1	33,7	24,45	1,08
	36,3	36,18	26,25	1,00
	37,8	36,91	26,78	0,98
	38,5	37,23	27,01	0,97
Слабосмытая	38,6	37,24	27,0	0,96
	19,6	26,36	18,56	1,34
	25,5	31,05	22,5	1,22
	33,9	35,02	25,4	1,03
	35,2	35,65	25,87	1,01
Сильносмытая	36,7	36,34	26,37	0,99
	39,1	37,5	27,2	0,96
	11,0	16,81	11,2	1,47
	29,5	32,95	23,90	1,12
	37,5	36,76	26,66	0,98
Намытая	37,5	36,75	26,66	0,98
	37,6	36,77	26,69	0,98
	37,6	36,78	26,69	0,98
Намытая	22,9	29,82	21,63	1,30
	40,6	38,23	27,74	0,94
	41,4	38,56	27,98	0,93
	52,0	43,6	31,65	0,84

*Примечание.* Количество опытов: овес – 2 года, яровая пшеница – 1 год.

Показатели отношения послеуборочных остатков к основной продукции (зерно) у пшеницы и овса несколько ниже, чем у ячменя и составляют при урожайности 20-25 ц/га 1,33-1,22, при урожайности 30-35 ц/га – 1,11-1,01 и при урожайности 40-45 ц/га – 0,96-0,90.

Корреляционно-регрессионный анализ полученных экспериментальных данных показал, что между продуктивностью возделываемых культур и количеством оставляемых ими в почве послеуборочных остатков существует тесная связь. Для озимой ржи коэффициент корреляции ( $R$ ) составил 0,954, коэффициент детерминации ( $R^2$ ) – 0,90937. Зависимость описывается уравнением регрессии  $y = 0,79185x + 14,35524$  (рис. 1). Еще более тесная корреляция между изучаемыми показателями установлена на яровых зерновых культурах (рис. 2 и 3): для ячменя  $R = 0,986$ ,  $R^2 = 0,98328$ , уравнение регрессии  $y = 0,45195x + 16,86466$ ; для яровой пшеницы и овса  $R=0,970$ ,  $R^2=0,94034$ , уравнение регрессии  $y = 0,56739x + 15,60569$ .

Корреляционно-регрессионный анализ данных позволил определить количественные показатели накопления послеуборочных пожнивных и корневых остатков в почве при разных уровнях урожайности зерновых культур – от 20 до 70 ц/га зерна (табл. 4). Полученные данные рекомендуются использовать в качестве нормативных показателей для определения или прогнозирования баланса органического вещества и элементов минерального питания в почвах, при оптимизации структуры посевов и севооборотов, разработке рекомендаций по повышению почвенного плодородия и регулированию круговорота питательных веществ в различных почвенно-экологических условиях землепользования.

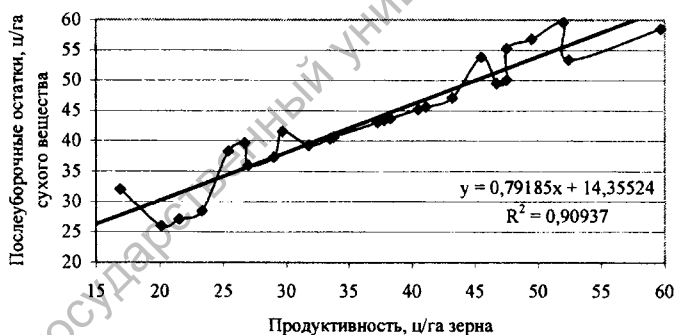


Рис. 1. Зависимость накопления послеуборочных остатков от урожайности зерна озимой ржи



Рис. 2. Зависимость накопления послеуборочных остатков от урожайности зерна ярового ячменя

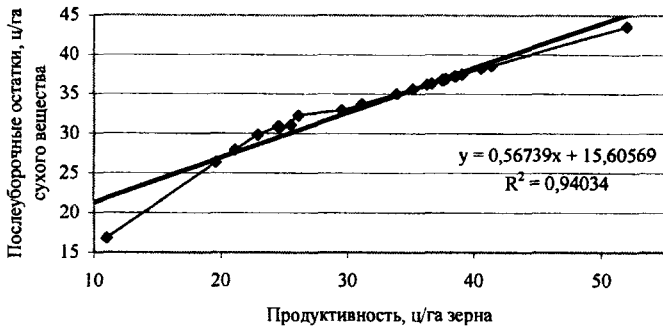


Рис. 3. Зависимость накопления послеборочных остатков от урожайности зерна яровой пшеницы и овса

Таблица 4

Количество послеборочных остатков и их отношение к урожаю основной продукции (зерно) зерновых культур в зависимости от уровня продуктивности

Урожайность, ц/га зерна	Озимая рожь		Яровой ячмень		Яровая пшеница, овес	
	1*	2	1	2	1	2
20	30,2	1,51	25,9	1,30	27,0	1,35
21	31,0	1,48	26,4	1,26	27,5	1,31
22	31,8	1,44	26,8	1,22	28,1	1,28
23	32,6	1,42	27,3	1,19	28,7	1,25
24	33,4	1,39	27,7	1,15	29,2	1,22
25	34,2	1,37	28,2	1,13	29,8	1,19
26	34,9	1,34	28,6	1,10	30,4	1,17
27	35,7	1,32	29,1	1,08	30,9	1,15
28	36,5	1,30	29,5	1,05	31,5	1,12
29	37,3	1,29	30,0	1,03	32,1	1,11
30	38,1	1,27	30,4	1,01	32,6	1,09
31	38,9	1,25	30,9	1,00	33,2	1,07
32	39,7	1,24	31,3	0,98	33,8	1,06
33	40,5	1,23	31,8	0,96	34,3	1,04
34	41,3	1,21	32,2	0,95	34,9	1,03
35	42,1	1,20	32,7	0,93	35,5	1,01
36	42,9	1,19	33,1	0,92	36,0	1,00
37	43,7	1,18	33,6	0,91	36,6	0,99
38	44,4	1,17	34,0	0,90	37,2	0,98
39	45,2	1,16	34,5	0,88	37,7	0,97
40	46,0	1,15	34,9	0,87	38,3	0,96
41	46,8	1,14	35,4	0,86	38,9	0,95
42	47,6	1,13	35,8	0,85	39,4	0,94
43	48,4	1,13	36,3	0,84	40,0	0,93
44	49,2	1,12	36,8	0,84	40,6	0,92
45	50,0	1,11	37,2	0,83	41,1	0,91
46	50,8	1,10	37,7	0,82	41,7	0,91
47	51,6	1,10	38,1	0,81	42,3	0,90
48	52,4	1,09	38,6	0,80	42,8	0,89
49	53,2	1,08	39,0	0,80	43,4	0,89
50	53,9	1,08	39,5	0,79	44,0	0,88
60	61,9	1,03	44,0	0,73	49,6	0,83
61	62,7	1,03	44,4	0,73	50,2	0,82
62	63,4	1,02	44,9	0,72	50,8	0,82
63	64,2	1,02	45,3	0,72	51,4	0,82
64	65,0	1,02	45,8	0,72	51,9	0,81
65	65,8	1,01	46,2	0,71	52,5	0,81

Окончание табл. 4

Урожайность, ц/га зерна	Озимая рожь		Яровой ячмень		Яровая пшеница, овес	
	1*	2	1	2	1	2
66	66,6	1,01	46,7	0,71	53,1	0,80
67	67,4	1,01	47,1	0,70	53,6	0,80
68	68,2	1,00	47,6	0,70	54,2	0,80
69	69,0	1,00	48,0	0,70	54,8	0,79
70	69,8	1,00	48,5	0,69	55,3	0,79

\*Примечание. 1 – послеуборочные остатки в ц/га абсолютно сухого вещества; 2 – отношение послеуборочных остатков к урожаю зерна.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Кирюшин В.И., Лебедев И.Н.** Изменение содержания гумуса черноземов Сибири и Казахстана под влиянием сельскохозяйственного использования // Доклады ВАСХНИЛ. 1984. – № 5. – С. 4-7.
2. **Титлянова А.А., Тухомирова Н.А., Шадохина Н.Г.** Продукционный процесс в агроценозах. – Новосибирск: Наука СО, 1984. – С. 215-226.
3. **Лыков А.М.** Воспроизводство плодородия почв в Нечерноземной зоне. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 142 с.
4. **Лыков А.М.** Гумус и плодородие почвы. – М.: Московский рабочий, 1985. – 192 с.
5. Рекомендации для исследования баланса и трансформации органического вещества при сельскохозяйственном использовании и интенсивном окультуривании почв. – М., 1984. – 96 с.
6. **Никончик П.И.** Интенсивное использование пашни. – Мн.: Ураджай, 1995. – 192 с.
7. Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах. – М.: Мысль, 1978. – 194 с.
8. Методические рекомендации по изучению показателей плодородия почв, баланса гумуса и питательных веществ в длительных опытах. – М., 1987. – 79 с.

## SUMMARY

The results of the study concerning the general biomass accumulated by grain crops (winter rye, spring barley, spring wheat, oat) are submitted in the article.

It has been found out that the quantity of vegetative residue is directly dependent on the general efficiency of crops. Under the condition of crops efficiency equal to 40-50 cwt/ha. the mentioned quantity of vegetative residue is as follow: winter rye – 46,0-53,9 cwt/ha., barley – 34,9-39,5 cwt/ha., spring wheat and oat – 38,3-44,0 cwt/ha. of dry substance.

The degree of soil erosion and the layout of a slope where the crops are cultivated being are indirect influence on the weight of vegetative residue through changing crops efficiency, a prevailing formed by roots which constitute about 70-73% (with fluctuations from 69 up to 79%).