

УДК 631.871.24:631.417:631.51

**СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ  
В РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКАХ АГРОФИТОЦЕНОЗА  
И ИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ  
ПРИ РАЗНЫХ СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**

**Л. И. ПУПОНИН, Л. В. ЗАХАРЕНКО, К. Б. КАРЛБАЕВ**

(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

**Приводятся данные о содержании азота, фосфора и калия в пожнивно-корневых остатках культурного и сорного компонентов агрофитоценоза при разных по интенсивности системах механической обработки почвы. Показана положительная роль пожнивно-корневых остатков сорных растений в формировании общего биоэнергетического потенциала полевых агрофитоценозов.**

Характер и интенсивность протекающих в агроэкосистеме процессов энерго- и массообмена тесно связаны с запасами энергии, аккумулированной в таких функционально значимых органических компонентах почвы, как гумус, микробная масса и поступающие в почву растительные остатки культурных и сорных растений.

В отечественной и зарубежной научной литературе экспериментальные данные о влиянии разных систем механической обработки на био-

энергетический потенциал органического вещества почвы практически отсутствуют. Вместе с тем современный уровень развития научного земледелия требует создания целостной концепции энерго- и массообмена в полевых агрофитоценозах, направленной на оптимизацию потоков вещества и энергии при производстве продукции растениеводства.

Целью наших исследований было определение содержания азота, фосфора и калия в пожнивных и корневых

остатках сельскохозяйственных культур и сорных растений и их энергетического потенциала при разных по интенсивности и характеру воздействия на почву системах ее механической обработки. В связи с этим ставились следующие задачи:

— определить сухую массу пожнивных и корневых остатков сельскохозяйственных культур и сорных растений при разных системах обработки почвы;

— установить содержание элементов минерального питания в растительных остатках;

— рассчитать поступление N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O в почву с поживно-корневыми остатками культурных и сорных растений при разных системах обработки почвы;

— определить энергосодержание поживно-корневых остатков культурного и сорного компонентов агрофитоценоза при разных системах обработки почвы.

### Методика

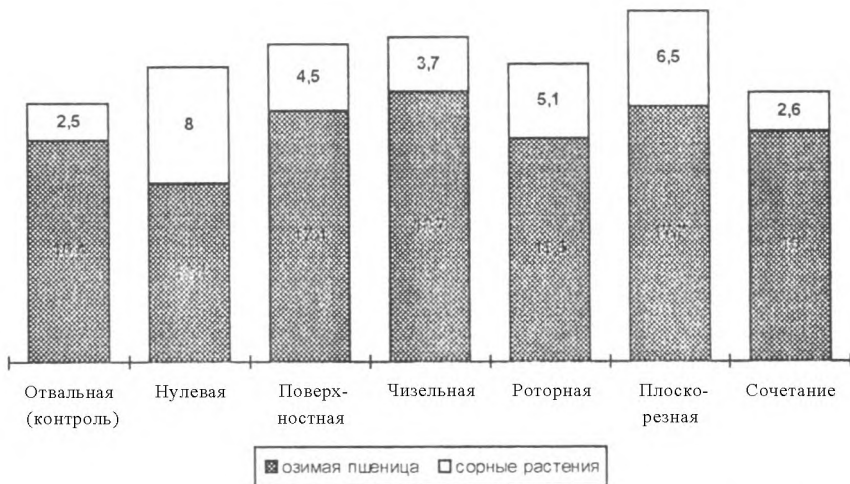
Исследования проводили в 1998—1999 гг. на экспериментальной базе МСХА (учхоз «Михайловское» Подольского района Московской области) в стационарных полевых многофакторных опытах. Программы и методики научных исследований и схемы

экспериментов подробно описаны в опубликованных ранее работах [3, 4].

### Результаты

Одним из важных научных положений при разработке практических рекомендаций по совершенствованию систем механической обработки почвы является исследование их биоэнергетической эффективности. В этой связи большое практическое значение имеет определение количества и качества растительных остатков культурного и сорного компонентов агрофитоценоза, поступающих в почву при разных системах ее обработки.

В результате наших исследований установлено, что наибольшее количество поживно-корневых остатков озимой пшеницы поступает в почву при системах чизельной (18,7 ц/га), плоскорезной (17,7) и поверхностной обработках (17,4) (рисунок). По количеству растительных остатков сорных растений преимущественное положение занимали системы нулевой (8,0 ц/га), плоскорезной (6,5) и роторной (5,1) обработки почвы. При нулевой системе обработки в 1999 г. доля растительных остатков сорняков составила 39% общего их количества, при плоскорезной — 27%, а при отвальной — 14%.



**Действие разных систем обработки почвы на количество пожнивно-корневых остатков озимой пшеницы и сорных растений в ее посевах, ц сухой массы на 1 га, 1999 г.**

Таким образом, при минимализации механической обработки поступление органического вещества в почву в виде растительных остатков заметно возрастает. При этом пожнивно-корневые остатки сорных растений, прежде всего преобладающих в агроценозах малолетних видов, являются, по нашему мнению, немаловажным источником повышения содержания органического вещества в почве.

Результаты исследований свидетельствуют, что по содержанию элементов питания в пожнивно-корневых остатках полевых культур изучаемые системы обработки мало различались между собой

(табл. 1). Содержание азота в пожнивных остатках культур в среднем за 2 года составило 1,25%, фосфора — 0,66, калия — 2,87%. При этом отмечена тенденция к уменьшению уровня азота и калия в пожнивных остатках культур при нулевой системе обработки почвы. Характерно, что данная тенденция наблюдалась и при анализе содержания азота и калия в корневых остатках озимой пшеницы и однолетних трав.

Установлено, что при всех системах обработки почвы в растительных остатках сорняков, особенно в корневых, содержится значительно больше калия, чем в растительных остатках полевых

Т а б л и ц а 1

**Содержание элементов питания и пожнивно-корневых остатках полевых культур (числитель) и сорных растений (знаменатель) при разных системах обработки почвы (% сухого вещества, среднее за 1998—1999 гг.)**

Система обработки почвы	Пожнивные			Корневые		
	N	P	K	N	P	K
Отвальная (контроль)	<u>1,27</u>	<u>0,65</u>	<u>2,86</u>	<u>0,71</u>	<u>0,39</u>	<u>1,38</u>
	1,44	0,38	3,33	0,71	0,36	2,78
Нулевая	<u>1,14</u>	<u>0,69</u>	<u>2,86</u>	<u>0,57</u>	<u>0,32</u>	<u>1,34</u>
	1,51	0,36	3,38	0,88	0,34	2,67
Поверхностная	<u>1,21</u>	<u>0,67</u>	<u>2,86</u>	<u>0,76</u>	<u>0,33</u>	<u>1,37</u>
	1,38	0,38	3,44	0,63	0,34	2,73
Чизельная	<u>1,31</u>	<u>0,62</u>	<u>2,89</u>	<u>0,82</u>	<u>0,37</u>	<u>1,50</u>
	1,30	0,41	3,43	0,46	0,34	2,67
Роторная	<u>1,29</u>	<u>0,61</u>	<u>3,01</u>	<u>0,74</u>	<u>0,38</u>	<u>1,38</u>
	1,29	0,40	3,55	0,50	0,37	2,93
Плоскорезная	<u>1,28</u>	<u>0,64</u>	<u>2,84</u>	<u>0,80</u>	<u>0,37</u>	<u>1,48</u>
	1,27	0,37	3,48	0,65	0,37	2,64
Сочетание отвальной и нулевой	<u>1,22</u>	<u>0,67</u>	<u>2,92</u>	<u>0,77</u>	<u>0,36</u>	<u>1,45</u>
	1,27	0,65	2,86	0,71	0,39	1,38

культур (табл. 1). Наиболее высокое содержание азота в пожнивных растительных остатках полевых культур отмечено при системах чизельной (1,31%), роторной (1,29) и плоскорезной обработки почвы (1,28%).

Интересно отметить, что содержание азота в пожнивных растительных остатках сорняков при системах нулевой, поверхностной, отвальной и сочетании отвальной и нулевой обработки почвы было значительно выше (на 13—24%), чем в пожнивных остатках культурных расте-

ний. Следовательно, при минимализации механической обработки почвы пожнивные растительные остатки сорняков являются важным источником поступления азота в почву.

Надземная масса сорных растений аккумулирует значительное количество элементов минерального питания, особенно при системах минимальной обработки почвы. Так, в посевах вико-овсяной смеси при нулевой системе обработки почвы суммарное содержание N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O в надземной массе сор-

Т а б л и ц а 2

**Содержание питательных веществ в надземной массе сорных растений в посевах полевых культур при разных системах обработки почвы (кг/га)**

Система обработки почвы	Вико-овсяная смесь, 1998 г.				Озимая пшеница, 1999 г.			
	N	РА	КО	всего	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	всего
Отвальная (конт- роль)	12,3	4,2	17,5	34,0	4,5	1,5	6,6	12,6
Нулевая	26,9	8,7	39,0	74,6	13,2	4,6	19,4	37,2
Поверхностная	20,2	6,6	29,3	56,1	8,6	2,9	12,6	24,1
Чизельная	12,6	4,2	18,3	35,1	6,8	2,3	9,9	19,0
Роторная	16,9	5,7	24,7	47,3	9,2	3,1	13,4	25,7
Плоскорезная	25,8	8,7	37,6	72,1	11,2	3,8	16,4	31,4
Сочетание отваль- ной и нулевой	10,7	3,5	15,5	29,7	4,5	1,5	6,6	12,6

няков составило 74,6 кг/га, что в 2,2 раза больше, чем при традиционной системе отвальной обработки почвы (табл. 2). В посевах озимой пшеницы данный показатель при системе поверхностной обработки почвы составил 24,1 кг/га, плоскорезной — 31,4 кг/га, роторной — 25,7 кг/га, что соответственно в 1,9; 2,5 и 2,0 раза больше, чем при отвальной.

В литературе [1, 2] одной из основных причин снижения урожайности полевых культур от конкурентного воздействия сорного компонента агрофитоценоза указывается вынос ими питательных веществ из почвы и ухудшение условий питания культурных растений. Не оспаривая этот очевидный

факт, вместе с тем, по нашему мнению, при интегральной оценке вредности сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур необходимо принимать во внимание и определенное положительное значение сорняков, растительные остатки которых играют заметную роль в пополнении запасов органического вещества и элементов питания в почве.

Как известно, послеуборочные растительные остатки сельскохозяйственных культур являются одним из основных источников поступления органического вещества в почву. Полученные нами экспериментальные данные свидетельствуют, что после уборки вико-овсяной смеси при системе отвальной обра-

ботки в почву в расчете на 1 га поступает 46,5 ц сухого вещества растительных остатков, в том числе 13,8 ц пожнивных и 32,7 ц корневых, при системе чизельной обработки — соответственно 51,6 ц/га, 13,7 и 37,9 ц/га. При этом с растительными остат-

ками в почву поступает при системе отвальной обработки 192,2 кг питательных веществ на 1 га, в том числе 85,5 кг с пожнивными и 106,7 кг с корневыми, а при системе чизельной обработки — соответственно 216,5 кг/га, 84,9 и 131,6 кг/га (табл. 3).

**Т а б л и ц а 3**

**Поступление питательных веществ в почву с растительными остатками вико-овсяной смеси при разных системах обработки (кг/га)**

Система обработки почвы	Пожнивные				Корневые			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	всего	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	всего
Отвальная (конт-роль)	17,5	20,6	47,4	85,5	23,2	29,3	54,2	106,7
Нулевая	15,3	21,3	43,9	80,5	18,7	24,1	52,7	95,5
Поверхностная	14,6	18,6	41,5	74,7	22,7	22,7	49,2	94,6
Чизельная	17,9	19,5	47,5	84,9	31,1	32,3	68,2	131,6
Роторная	15,9	17,3	44,4	77,6	21,5	25,4	51,7	98,6
Плоскорезная	16,6	20,6	44,3	81,5	23,0	24,5	51,1	98,6
Сочетание отвальной и нулевой	17,9	22,7	51,5	92,1	26,4	28,4	59,7	114,5

Таким образом, заметный вклад в формирование существенно-энергетических потоков в полевых агрофитоценозах вносят поступающие в почву растительные остатки сельскохозяйственных культур.

Для синтеза целостной системы энергообмена в агроценозах необходимы изучение отдельных энергетических потоков, выявление характера функциональных связей между ними. При зна-

чительном многообразии энергетических потоков важное значение приобретает изучение вклада поступающих в почву растительных остатков полевых культур в общий энергобаланс системы почва — сельскохозяйственное растение.

Установлено, что растительные остатки полевых культур являются весьма важным источником энергии, во многом определяющим характер и интенсивность про-

текающих в почве биоэнергетических процессов. Наибольшее энергосодержание растительных остатков вико-овсяной смеси отмечено при системе чизельной обработки почвы — 5860 МДж/га (табл. 4). При других изучаемых системах обработки энергосодержание растительных остатков бобово-злаковой смеси также было высоким (4320—5420 МДж/га). Сле-

дует отметить, что с корневыми остатками поступает больше энергии, чем с пожнивными. Так, при системе отвальной обработки почвы энергосодержание пожвневных растительных остатков составило 2170 МДж/га, а корневых — 2830 МДж/га. Аналогичная закономерность отмечена и при других системах механической обработки почвы.

**Т а б л и ц а 4**

**Энергосодержание пожнивно-корневых остатков вико-овсяной смеси и сорных растений при разных системах обработки почвы (хл)<sup>1</sup> МДж/га)**

Система обработки почвы	Вико-овсяная смесь			Сорные растения		
	пожнив-ные	корне-вые	всего	пожнив-ные	корне-вые	всего
Отвальная (конт-роль)	2,17	2,83	5,0	0,29	0,47	0,76
Нулевая	1,96	2,36	4,32	0,66	1,16	1,82
Поверхностная	1,85	2,66	4,51	0,47	0,66	1,13
Чизельная	2,19	3,67	5,86	0,28	0,35	0,63
Роторная	1,97	2,62	4,59	0,38	0,54	0,92
Плоскорезная	2,07	2,73	4,80	0,57	0,86	1,43
Сочетание отвальной и нулевой	2,27	3,15	5,42	0,25	0,40	0,65

Экспериментальные данные свидетельствуют, что растительные остатки озимой пшеницы менее калорийны, чем бобово-злаковой смеси. Энергосодержание растительных остатков озимой пшеницы при системе чизельной обработки почвы составило 2320 МДж/га, что

в 2,5 раза меньше, чем вико-овсяной смеси (табл. 5).

В мировом земледелии в последние годы происходит изменение стратегии борьбы с сорняками — от уничтожения к управлению их популяциями.

В этой связи возникает необходимость более детально-

Т а б л и ц а 5

**Энергосодержание пожнивно-корпусных остатком озимой  
пшеницы и сорных растений при разных системах обработки  
почвы ( $\times 10^2$  МДж/га)**

Система обра- ботки почвы	Озимая пшеница			Сорные растения		
	пожнив- ные	корне- вые	всего	пожнив- ные	корне- вые	всего
Отвальная (конт- роль)	8,0	9,8	17,8	1,3	1,7	3,0
Нулевая	4,7	8,8	13,5	5,1	5,1	10,2
Поверхностная	9,2	10,9	20,1	2,2	3,0	5,2
Чизельная	10,4	12,8	23,2	1,7	1,9	3,6
Роторная	11,1	11,7	22,8	2,0	2,9	4,9
Плоскорезная	9,8	11,4	21,2	3,6	4,0	7,6
Сочетание отваль- ной и нулевой	10,0	11,8	21,8	1,4	1,7	3,1

го изучения возможной положительной роли сорных растений, прежде всего в формировании и развитии эколого-энергетических взаимоотношений в агрофитоценозе. В современной отечественной и зарубежной литературе практически отсутствуют экспериментальные данные о положительной роли сорного компонента в энергобалансе агрофитоценозов.

Выполненные нами исследования свидетельствуют, что в растительных остатках сорных растений содержится значительное количество энергии. Так, при нулевой системе обработки почвы энергосодержание растительных остатков сорняков в посевах вико-овсяной

смеси составило 1820 МДж/га (в том числе пожнивных — 660 МДж/га и корневых — 1160 МДж/га), при поверхностной — 1130 МДж/га (470 и 660), при плоскорезной — 1430 МДж/га (570 и 860), при отвальной — 760 МДж/га (290 и 470) (см. табл. 4).

Следовательно, при увеличении интенсивности механической обработки почвы энергосодержание растительных остатков сорняков заметно уменьшается. Наиболее высокий энергетический потенциал растительных остатков сорняков установлен при системе нулевой обработки почвы.

Данная тенденция была четко выражена и при анализе энергосодержания рас-



тительных остатков сорняков в посевах озимой пшеницы (табл. 5). Для менее интенсивных систем обработки почвы (нулевая и поверхностная) характерно более высокое содержание растительных остатков сорняков (соответственно 1020 и 520 МДж/га). Причем независимо от уровня интенсивности обработки почвы энергосодержание корневых остатков сорных растений было выше, чем пожнивных.

Совершенствование системы механической обработки дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в сторону ее минимализации на

основе совмещения предпосевной обработки почвы и посева комбинированным агрегатом КА-3,6 не приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур по сравнению с традиционной для земледелия Нечерноземной зоны многооперационной системой отвальной обработки, или обеспечивает тенденцию к увеличению ее уровня (табл. 6).

В зернотравяном севообороте наиболее высокая урожайность вико-овсяной смеси получена при системе чизельной обработки почвы — 253,8 ц/га, что на 33 ц/га выше, чем при отвальной

**Т а б л и ц а 6**

**Действие разных систем обработки почвы на урожайность сельскохозяйственных культур (ц/га)**

Система обработки почвы	Вико-овсяная смесь, 1998 г.		Озимая пшеница, 1999 г.	
	зернотравяной севооборот	плодо-сменный севооборот	зернотравяной севооборот	плодо-сменный севооборот
Отвальная (контроль)	220,9	220,6	25,1	25,3
Нулевая	225,6	197,9	17,5	21,1
Поверхностная	199,9	201,1	28,2	28,5
Чизельная	253,8	219,9	29,3	30,5
Роторная	203,1	202,5	23,6	27,9
Плоскорезная	199,9	200,1	28,6	26,5
Сочетание отвальной и нулевой	237,5	231,8	24,2	27,6
НСР <sub>05</sub> по фактору:				
«обработка почвы»		22,5		6,04
«севооборот»		9,0		1,60

обработке. В плодосменном севообороте различия в урожайности между системами обработки почвы были незначительны и находились в пределах значения НСР<sub>05</sub>.

Урожайность озимой пшеницы в обоих севооборотах при системах минимальной обработки почвы была выше (системы поверхностной, чизельной, плоскорезной обработки почв) или на уровне системы отвальной обработки почвы (кроме системы нулевой обработки в зернотравном севообороте).

### Выводы

1. При минимализации механической обработки почвы количество поступающих в почву растительных остатков сельскохозяйственных культур и сорных растений возрастает по сравнению с их уровнем при традиционной в Нечерноземной зоне системе отвальной обработки.

2. Содержание элементов питания в пожнивно-корневых остатках полевых культур при всех системах обработки было практически одинаковым. В среднем за 2 года содержание азота в пожнивных остатках культур составило 1,25%, фосфора — 0,66%, калия — 2,87%.

3. При всех системах обработки почвы в растительных остатках сорняков, особенно корневых, содержалось зна-

чительно больше калия, чем в растительных остатках полевых культур. Содержание азота в пожнивных остатках сорных растений при системах нулевой и поверхностной обработки было на 20% выше, чем в пожнивных остатках озимой пшеницы и вико-овсяной смеси.

4. Наиболее высокое энергосодержание растительных остатков вико-овсяной смеси и озимой пшеницы отмечено при системе чизельной обработки почвы (соответственно 5860 и 2320 МДж/га).

5. При минимализации механической обработки почвы энергосодержание пожнивно-корневых остатков сорняков заметно возрастает. Независимо от уровня интенсивности обработки почвы энергосодержание корневых остатков сорняков было выше, чем пожнивных.

6. Совершенствование обработки дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в сторону ее минимализации путем замены традиционных приемов отвальной обработки безотвальными и совмещения предпосевной обработки почвы и посева озимой пшеницы и вико-овсяной смеси комбинированным агрегатом КА-3,6 обеспечивает урожайность не ниже уровня при многооперационной системе отвальной обработки или способствует ее увеличению.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Груздев Г. С.* Проблемы борьбы с сорняками на современном этапе. — Актуальные вопросы борьбы с сорными растениями. М.: 1993, с. 3—15. — 2. *Захаренко В. А.* Гербициды. М.: Агропромиздат, 1990. — 3. *Пупонин А. И., Захаренко А. В., Дебердеев К. Ш.*

Влияние разных систем обработки почвы, гербицидов и удобрений на засоренность посевов и урожайность полевых культур. — Изв. ТСХА, 1988, вып. 5, с. 77—85. — 4. *Пупонин А. И., Захаренко А. В.* Энергетическая оценка элементов системы земледелия. — Изв. ТСХА, 1999, вып. 2, с. 77—85.

*Статья поступила  
12 мая 2000 г.*

## SUMMARY

Data are presented about the content of nitrogen, phosphorus and potassium in crop-root residues of cultural and weedy components of agrophytocenosis with systems of mechanical soil treatment of different intensiveness. Positive effect of crop-root residues of weed plants in formation of total bioenergetic potential of field agrophytocenoses is shown.