

# АГРОЭКОЛОГИЯ

УДК 631.436

С.В. Макарычев,  
С.В. Величина

## ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПАРА НА РЕСУРСЫ ТЕПЛА И ВЛАГИ В ЧЕРНОЗЕМАХ КОЛОЧНОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Повышение урожайности зерновых культур является одной из актуальных агрономических задач. При их возделывании возникают определенные трудности: почвы длительное время находятся под влиянием отрицательных температур, поэтому созревание злаков в отдельные годы затягивается, а хлеба повреждаются заморозками. Как следствие, снижается урожай и ухудшается его качество. В этой связи необходимым условием является создание оптимального для развития растений гидротермического режима, который определяется особенностями системы земледелия. Поэтому нами была предпринята попытка изучить влияние способов обработки почвы на режим тепла и влаги в ее профиле.

Варианты опыта включали в себя следующие технологические приемы обработки пара под зерновые культуры: глубокая осенняя обработка КПП-250 на глубину 25-27 см + гербицид; поверхностная обработка культиватором КПЭ-3,8 на глубину 8-10 см + гербицид.

Под воздействием того или иного способа обработки чернозёма меняется, прежде всего, плотность сложения его пахотного слоя. Результаты наших исследований показывают, что плотность верхнего слоя (10 см) почвы при использовании отмеченных выше способов обработки практически одинакова и составляет 1,03-1,07 г/см<sup>3</sup>. В начальный период вегетации она, как правило, несколько меньше, но в конце июля увеличивается на 0,2-0,3 г/см<sup>3</sup>.

Нижележащие горизонты (10-30 см) почвы при поверхностной обработке уплотнены сильнее, что вполне естественно, поскольку они не разрыхляются культиватором.

Способ обработки оказывает влияние и на формирование режима влажности чернозёма в течение вегетационного периода. Так, под пшеницей при использовании поверхностной

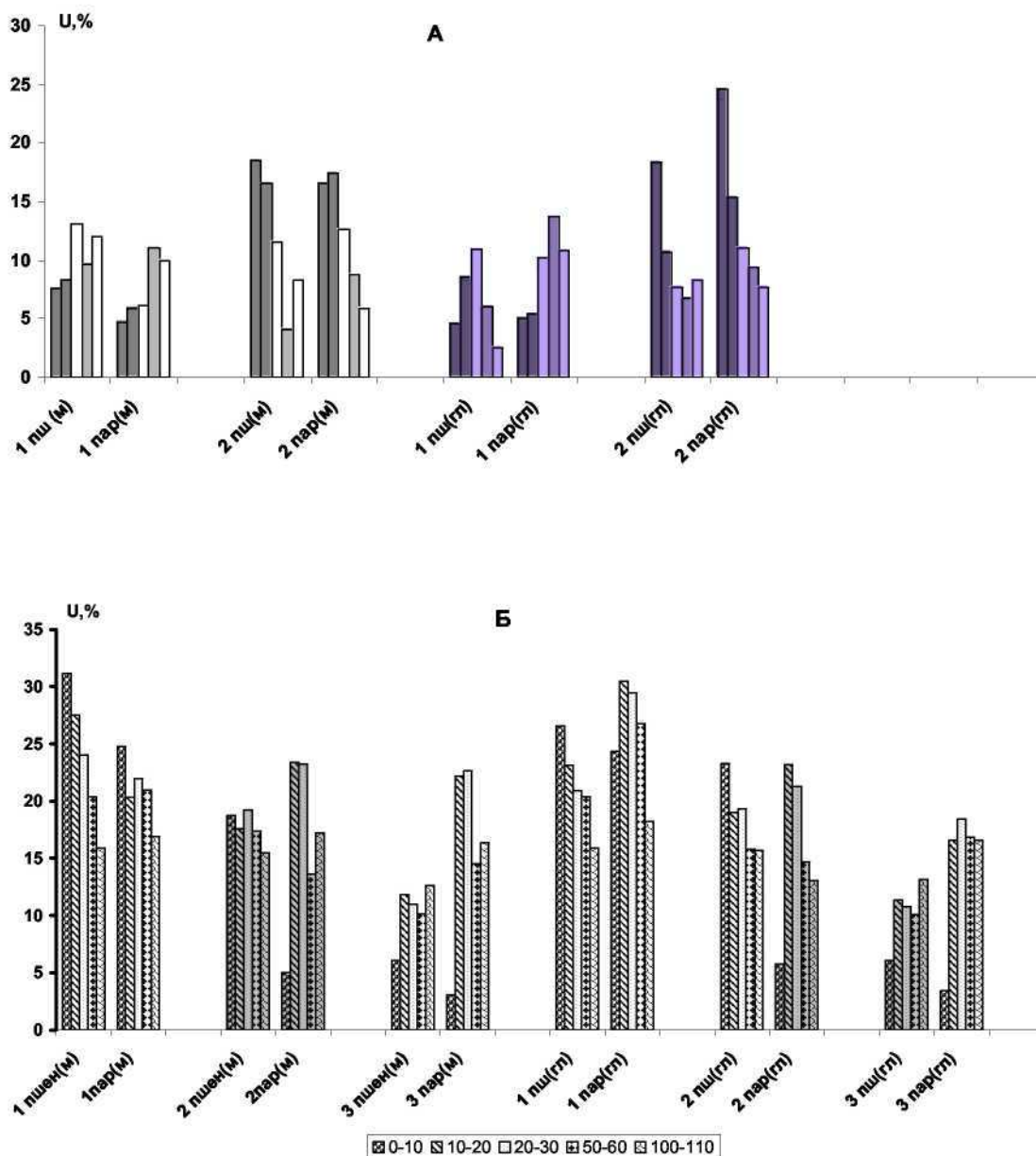
обработки влагосодержание в почве выше, чем при глубокой. В первой декаде июля 2001 г. верхний слой (50 см) почвы содержал соответственно 58,4 и 45,2 мм, а в метровой толще эта разница составляла уже 35,4 мм.

В конце июля различия во влагосодержании при разных способах обработки снижаются, но тем не менее при поверхностной запасы влаги остаются повышенными. Аналогичная тенденция сохранялась и в более влажном 2002 г.

В то же время в паровом поле складывается противоречивая картина. Выпадение осадков в виде дождя приводит к большей концентрации влаги в почвенном профиле по фону глубокой обработки. Так, 2 июля 2001 г. в деятельном слое почвы при этом накоплено 90,2 мм, тогда как при мелкой обработке только 76,2 мм. В более влажном июне 2002 г. запасы почвенной влаги составили уже 189 и 163 мм соответственно. В то же время отсутствие осадков способствовало большему иссушению почвенной толщи по фону глубокой обработки: 23.07.01. и 18.08.02. По-видимому, глубокая обработка способствует большему впитыванию выпадающей в виде дождя влаги и последующей фильтрации её в нижние слои почвенного профиля. Мелкая же обработка такого впитывания не обеспечивает (в пару), и часть влаги теряется в результате поверхностного стока.

Таким образом, поверхностная обработка определяет более благоприятный режим влажности под зерновыми культурами, а глубокая способствует накоплению влаги при выпадении осадков.

Складывающиеся на агрофонах режимы влажности можно проследить на рисунке 1, в котором представлены значения влагосодержания послойно через 10 см. Эти данные также подтверждают отмеченные выше особенности влаго- и теплоаккумуляции.



**Рис. 1. Динамика полевой влажности почвы при разной обработке:**  
 А - 2001 г. (1-2 июля, 2-23 июля); Б - 2002 г. (1-16 июня, 2-15 июля, 3-18 августа)

В таблице 1 представлены результаты определения объёмной теплоёмкости почвы, которые показывают, что по фону поверхностной обработки в слое почвы 30 см под пшеницей этот показатель выше, чем при глубокой обработке. И если в обработанном верхнем 10-сантиметровом слое разница незначительна, то на глубине 10-20 см 2.07.2001 г. она равна 42 и 45% соответственно. В конце июля глубокая обработка обеспечила рост теплоаккумуляции, в то время как при мелкой на тех же глубинах наблюдалось её снижение.

Климатические особенности вегетационного периода 2002 г. внесли свои коррективы. По-

вышенное увлажнение почвы по фону глубокой обработки определило увеличение теплоёмкости на соответствующих глубинах, а малое количество осадков в августе обусловило достаточно низкие значения теплоёмкости на обоих вариантах.

В парующейся почве складывалась иная ситуация. В течение вегетации в 2001 и 2002 гг. количество влаги, накопленной в верхнем 30-сантиметровом слое по глубокой обработке, превышало влагосодержание по сравнению с поверхностной обработкой.

*Динамика теплоемкости почвы в полях зернопарового севооборота (Ср, 10<sup>6</sup> Дж/(м<sup>3</sup> К), 2001-2002 гг.*

h, см	2 июля 2001 г.		23 июля 2001 г.	
	пшеница	пар	пшеница	пар
0-10	<u>0,98</u>	<u>0,99</u>	<u>1,17</u>	<u>1,23</u>
	0,92	0,97	1,08	1,24
10-20	<u>1,42</u>	<u>0,88</u>	<u>1,17</u>	<u>1,23</u>
	1,01	1,15	1,08	1,26
20-30	<u>1,80</u>	<u>1,47</u>	<u>1,58</u>	<u>1,24</u>
	1,24	1,43	1,47	1,54
h, см	16 июня 2002 г.		18 августа 2002 г.	
	пшеница	пар	пшеница	пар
0-10	<u>1,23</u>	<u>1,20</u>	<u>0,96</u>	<u>1,03</u>
	1,30	1,34	0,88	1,00
10-20	<u>1,24</u>	<u>1,20</u>	<u>1,07</u>	<u>1,32</u>
	1,61	1,39	1,02	1,17
20-30	<u>1,42</u>	<u>1,40</u>	<u>1,06</u>	<u>1,48</u>
	1,61	1,54	1,20	1,60

Примечание. Числитель — поверхностная обработка, знаменатель — глубокая обработка.

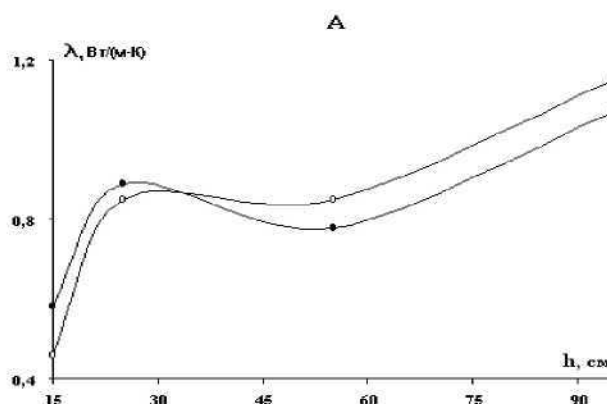
В то же время оптимальное увлажнение чернозёма в пределах НВ-ВРК за весь период наблюдений обеспечивало высокие значения температуропроводности в верхних слоях почвенного профиля. Такая степень влажности позволила реализовать оба механизма теплопередачи: кондуктивный и пародиффузионный.

Под пшеницей мелкая обработка определила повышенную величину температуропроводности, особенно на глубинах 10-30 см. При такой обработке этот почвенный слой сохраняет свою ненарушенную структуру, и капилляры обеспечивают быстрый перенос тепла в почве.

Ненарушенное сложение почвенных агрегатов при глубокой вспашке снижает возможности теплопереноса за счёт диффузии воздуха и паров воды, поскольку капилляры при этом разорваны, и действует только перенос тепла через контакт между твёрдыми частицами. В верхнем 10-сантиметровом слое различия между вариантами несущественны или определяются его влажностью. Аналогичный характер распределения температуропроводности в гумусово-аккумулятивном горизонте чернозёма прослеживается и в парующейся почве.

Изменение теплопроводности чернозёма с глубиной при различных способах обработки для наглядности представлено на рисунке 2. Графики теплопроводности показывают, что в парующейся почве на глубине 15 см теплопроводность по фону мелкой обработки как в июле 2001 г., так и в августе 2002 г. минимальна. Ниже по профилю (25-35 см) на переходе к подплужной подошве распределение теплопроводности меняется и остаётся увеличенным по

фону поверхностной обработки, что зависит от характера увлажнения профиля чернозёма на рассмотренных вариантах.



**Рис. 2. Изменение теплопроводности с глубиной при разной обработке почвы в черном паре 2 июля 2001 г.**

Большой интерес представляет формирование температурного режима в чернозёмах Приобья, поскольку он определяет подвижность почвенного раствора и скорость поступления питательных элементов к корням растений. Оказалось, что в жаркие дни 24 июля 2001 г. и 18 августа 2002 г. разность температур на исследованных вариантах составляла от 4 до 5°С. В прохладные дни и ночью она уменьшалась до 1-2°С. Наибольший интерес для характеристики теплового состояния почвы при различных способах обработки представляет суточная сумма температур на различных глубинах почвенного профиля (табл. 2).

Сумма температур в чистом пару, T°С

h, см	2 июля 2001 г.	23 июля 2001 г.	15 июля 2002 г.	18 августа 2002 г.
0	<u>144,4</u>	<u>165,7</u>	<u>153,7</u>	<u>195,4</u>
	158,8	195,8	164,3	209,2
5	<u>138,1</u>	<u>160,2</u>	<u>142,8</u>	<u>178,7</u>
	149,4	178,8	159,9	196,1
10	<u>130,0</u>	<u>157,8</u>	<u>137,8</u>	<u>169,1</u>
	127,5	174,1	148,9	179,8
15	<u>127,8</u>	<u>148,7</u>	<u>109,6</u>	<u>155,2</u>
	126,0	149,4	112,8	156,6
20	<u>124,3</u>	<u>148,3</u>	<u>111,1</u>	<u>131,8</u>
	126,0	155,2	111,7	131,1

Примечание. Числитель - мелкая обработка, знаменатель - глубокая обработка.

Повышенные температуры парующейся почвы при глубокой обработке определяют более высокие значения суточной суммы температур в пахотном слое чернозёма. Так 2.07.01 г. на глубине 5 см суммарная температура на этом варианте оказалась равной 149°С, а на мелкой обработке - 138°С. Аналогичные различия имели место и в другие сроки как 2001, так и 2002 г.

Таким образом, результаты исследований показали, что теплоаккумуляционные способности чистого пара при глубокой осенней обработке выше, нежели при поверхностной обработке почвы.

В то же время скорость распространения температуры, определяемая коэффициентом температуропроводности, по фону глубокой обработки оказалась гораздо ниже по сравнению с поверхностной. Это обусловлено, как отмечалось выше, разрушением почвенной

структуры сельскохозяйственными орудиями на глубину до 30 см при использовании КПП-250 по сравнению с 10 см при обработке КПЭ-3,8. В результате тепловые потоки в верхнем 20-сантиметровом слое чернозёма в первом случае оказались несколько ниже, чем во втором (табл. 3). Эти различия составили от 8 до 26% на парующихся участках в зависимости от климатических особенностей того или иного вегетационного периода.

В заключение следует отметить, что приёмы минимализации подготовки пара под яровую пшеницу обеспечивают формирование благоприятного гидротермического режима в пахотном слое чернозёма, в определённой степени способствующего повышению урожайности, прибавка которой составила в 2002 г. 0,51 т/га при глубокой и только 0,21 т/га при поверхностной обработках.

Таблица 3

Суточные тепловые потоки (P, Вт/м<sup>2</sup>) в пахотном слое чернозема выщелоченного

Культура	(10-13) <sup>00</sup>	(13-16) <sup>00</sup>	(16-19) <sup>00</sup>	(19-1) <sup>00</sup>	(1-7) <sup>00</sup>	(7-10) <sup>00</sup>	Сумма за сутки
Пар	2-3 июля 2001 г.						
	<u>25,3</u>	<u>34,9</u>	<u>-20,2</u>	<u>-9,80</u>	<u>-2,24</u>	<u>28,24</u>	<u>56,25</u>
	33,2	28,0	-21,0	-9,23	-2,27	23,81	52,51
	24-25 июля 2001 г.						
	<u>91,12</u>	<u>93,19</u>	<u>-14,35</u>	<u>-83,26</u>	<u>-21,89</u>	<u>16,33</u>	<u>81,12</u>
	113,3	66,09	-53,37	-52,12	-29,77	20,63	64,73
	16-17 июня 2002 г.						
	<u>58,8</u>	<u>41,8</u>	<u>-36,1</u>	<u>-42,4</u>	<u>16,4</u>	<u>33,4</u>	<u>71,0</u>
	60,1	18,1	-32,1	-35,9	10,0	44,9	66,3
	15-16 августа 2002 г.						
	<u>141,6</u>	<u>59,9</u>	<u>-3,14</u>	<u>-114,8</u>	<u>-57,3</u>	<u>91,4</u>	<u>117,7</u>
	138,6	50,8	-3,84	-110,3	-78,3	87,9	104,9

Примечание. Числитель - мелкая обработка почвы; знаменатель - глубокая обработка.

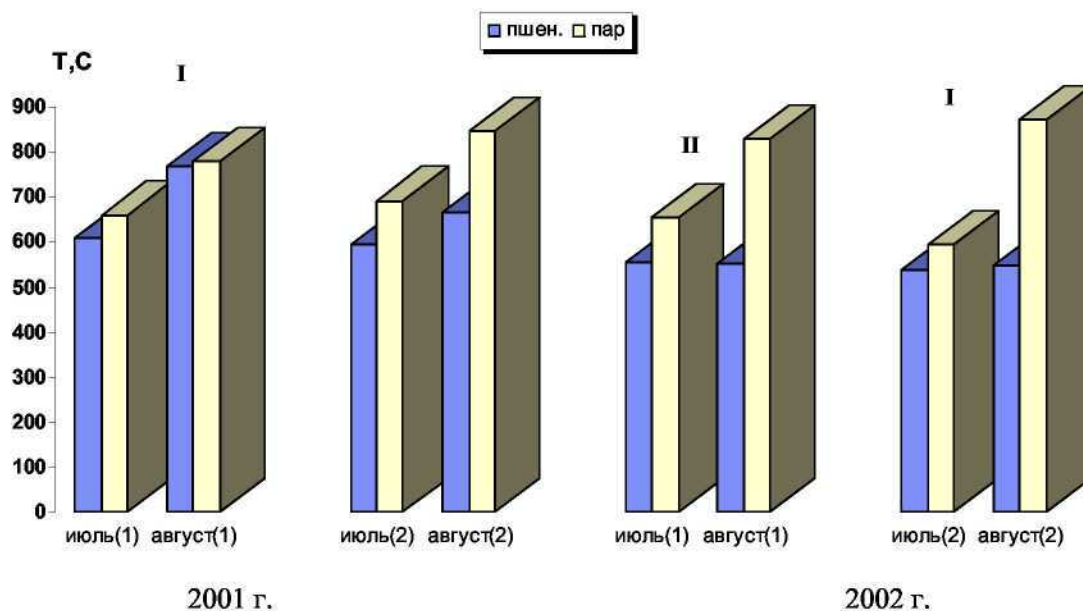


Рис. 3. Сумма суточных температур в почвенном слое 0-20 см при разных обработках: I - поверхностная; II- глубокая



УДК 631.4:631.8:572.1/.4

Е.Г. Пивоварова

### ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ

В настоящее время в науке и практике сформировались две противоположные концепции использования агросистем и управления ими, базирующиеся на традиционной и биологической системах земледелия. Каждая из них имеет свои достоинства и недостатки. Новый тип современного земледелия (адаптивный) предусматривает разумный компромисс между биологическим и традиционным типами земледелия. Для адаптивно-компромиссного земледелия характерно смещение акцентов в сторону оптимизации минерального питания растений. При этом предусматривается создание условий, обеспечивающих максимальное включение питательных элементов в продукционный процесс и адаптацию динамики их поступления к динамике реальных потребностей в них растений. Реализация этой стратегической задачи обеспечивает повышение урожая и его качества, сокращение удельных затрат питательных веществ из удобрений и из почвы и минимальную нагрузку на окружающую среду. Рычагами воздействия на уровень содержа-

ния питательных веществ в почве являются различные агротехнические приемы: внесение удобрений, различные способы обработки почвы, химические мелиорации и т.п. Количественная оценка влияния различных антропогенных воздействий на уровень содержания подвижных питательных веществ позволяет строго нормировать интенсивность этих воздействий, оптимизируя питательный режим сельскохозяйственных растений и сохраняя при этом устойчивость агроэкосистем.

#### Объекты и методы

Для изучения зависимостей содержания подвижных питательных веществ в черноземных почвах от агротехнических параметров мы использовали данные многолетних исследований на стационарных полях совхоза «Барнаульский» и производственных полях хозяйственных севооборотов различных почвенных районов Предалтайской почвенной провинции, объем выборки  $n = 60-280$ .