

## Influence of spring soft wheat, peas and rape cultivation technology on soil water regime and crop yield

V.I. Belyaev<sup>1\*</sup>, T. Meinel<sup>2</sup>, K. Grunevald<sup>3</sup>, L.V. Sokolova<sup>1</sup>, V.N. Kuznetsov<sup>1</sup>, A.V. Matsyura<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Altai State Agrarian University

Prospect Krasnoarmejskij 98, Barnaul, Russian Federation,

Corresponding author E-mail: [prof-Belyaev@yandex.ru](mailto:prof-Belyaev@yandex.ru), [l.v.sokol@mail.ru](mailto:l.v.sokol@mail.ru), [kusnezow2508@gmail.com](mailto:kusnezow2508@gmail.com)

<sup>2</sup>LLD "Amazone Kazakhstan", Republic of Kazakhstan, Tel.: +7 7172 326295

<sup>3</sup>Amazonen-Werke, Rippachtalstraße 10, 04249, Leipzig, Sachsen, Germany.

E-mail: [LarsChristian.Grunwald@bbg-leipzig.de](mailto:LarsChristian.Grunwald@bbg-leipzig.de) Tel.: +49 341 614274683

<sup>4</sup>Altai State University, Lenin St. 61, 656049, Barnaul, Russian Federation, E-mail: [amatsyura@gmail.com](mailto:amatsyura@gmail.com)

Received 09.02.2018. Accepted 10.03.2018

We performed field research with the purpose of increasing the efficiency of the technology of spring soft wheat, pea and rape cultivation in the GPR "Timiryazevsky" in the Mamontovsky District of the Altai Territory within the framework of the international research project "Kulunda" in 2013-2016. The technological process of crop cultivation in the rotation of wheat-pea-wheat-rape was chosen as an object of research. The subject of the study was the interrelation of technology of cultivation of crops, water regime of soil and yield. Variable factors in the experiment for each culture were the methods of autumn soil cultivation, pre-sowing treatment and sowing aggregates. As a result of the analysis of the data obtained, a tendency has been found to reduce the specific consumption of moisture with a decrease in the intensity of autumn soil cultivation, as well as variants of agricultural technologies with a maximum crop yield of the studied crops has been found.

**Key words:** cultivation technology; soil tillage; sowing machine; water soil regime; yield; soft spring wheat; peas; rape

## Влияние технологии возделывания яровой мягкой пшеницы, гороха и рапса на водный режим почвы и урожайность

В.И. Беляев<sup>1\*</sup>, Т. Майнель<sup>2</sup>, Л.Х. Грюнвальд<sup>3</sup>, Л.В. Соколова<sup>1</sup>, В.Н. Кузнецов<sup>1</sup>, А.В. Мацюра<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Алтайский государственный аграрный университет

E-mail: [prof-Belyaev@yandex.ru](mailto:prof-Belyaev@yandex.ru), [l.v.sokol@mail.ru](mailto:l.v.sokol@mail.ru), [kusnezow2508@gmail.com](mailto:kusnezow2508@gmail.com)

<sup>2</sup>ТОО «Amazone Kazakhstan», Казахстан, Тел.: +7 7172 326295

<sup>3</sup>Amazonen-Werke, Rippachtalstraße 10, 04249, Leipzig, Sachsen, Германия.

E-mail: [LarsChristian.Grunwald@bbg-leipzig.de](mailto:LarsChristian.Grunwald@bbg-leipzig.de) Тел.: +49 341 614274683

<sup>4</sup>Алтайский государственный университет

Ленина, 61, 656049, Барнаул, E-mail: [amatsyura@gmail.com](mailto:amatsyura@gmail.com)

С целью повышения эффективности технологии возделывания яровой мягкой пшеницы, гороха и рапса в ГПР «Тимирязевский» Мамонтовского района Алтайского края в рамках международного научно-исследовательского проекта «Кулунда» в 2013-2016 гг. было осуществлено проведение полевого опыта. В качестве объекта исследования выбран технологический процесс возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте пшеница-горох-пшеница-рапс. Предметом исследования являлась взаимосвязь технологии возделывания культур, водного режима почвы и урожайности. Варьируемыми факторами в опытах по каждой культуре являлись приемы осенней обработки почвы, предпосевной обработки и посевные агрегаты. В результате анализа полученных данных выявлена тенденция снижения удельного расхода влаги с уменьшением интенсивности осенней обработки почвы, выявлены варианты агротехнологий с максимальной урожайностью исследуемых культур.

**Ключевые слова:** технология возделывания; обработка почвы; посевной агрегат; водный режим почв; урожайность; яровая мягкая пшеница; горох; рапс

## Введение

В современной земледелии осенняя обработка почвы является агроприемом, определяющим все необходимые виды последующих полевых работ в технологии, а также систему машин и сельскохозяйственных орудий для возделывания полевых культур.

Воздействие механической обработки на почву и окружающую среду имеет существенную значимость, при этом, чем выше ее интенсивность, тем больше влияние на экологическое состояние среды (Belyaev et al., 2017a). В степных районах одними из главных проблем сбережения почв является защита от эрозии и дефляции, а также регулирование водного баланса. Наряду с этим должны решаться проблемы повышения эффективности обработки, включая энергосбережение, снижение затратности и экономию трудовых ресурсов (Belyaev et al., 2014a).

Представления о роли способов основной обработки почвы по мере развития земледелия менялись. Так, ещё в 1870-1890 гг. появилась идея создания мощного культурного пахотного слоя посредством глубокой вспашки (Timirjazev, 1948; Sovetov, 1950; Kostychev, 1951).

Противоположное направление развивалось на основе минимализации обработки (Ovsinskij, 2004; Tulajkov, 1963. Еще Н.М. Тулайков (Tulajkov, 1963) указывал, что мелкая обработка почвы на юго-востоке страны способствует лучшему сбережению влаги и улучшению доступности питательных веществ. Однако она приводила к сильному засорению полей. Вследствие этих и других причин в 1938 г. она была запрещена.

В конце 50-х годов прошлого столетия для почв сухих степей северного Казахстана и Западной Сибири А.И. Бараевым и другими учёными ВНИИ зернового хозяйства была разработана и предложена производству принципиально новая система земледелия. Она базируется на плоскорезной обработке почвы до глубины 18 см с сохранением стерни и зерновых севооборотах с чистым паром (Bagaev, 1988). Указанными работами было положено начало разработке и широкому применению почвозащитных энергосберегающих технологий земледелия страны.

Минимализация основной обработки почвы на Алтае изучалась ещё в конце 70-х годов прошлого столетия. В опытах В.И. Столярова (Stoljarov, 1978), В.Е. Мусохранова (Musohranov, Judakov, 1981) глубина плоскорезной обработки на 14-16 см и 25-27 см по урожайности не имели различий. Однако в дальнейшем многолетние исследования показали, что уменьшение глубины обработки с 25-27 до 12-14 см снижает урожайность зерновых культур на 3,0-4,2 ц/га, а без основной обработки (поверхностная до 8 см) – до 5,1 ц/га (Judakov, 1992). Снижение урожайности зерновых культур связано не только с ухудшением водного режима почвы, но и с усилением засорённости посевов, а также с ухудшением питания растений азотом.

Последующее совершенствование технологий минимальных обработок почвы проводилось в комплексе с использованием эффективных средств интенсификации в земледелии (гербициды, минеральные удобрения). Было установлено, что наиболее эффективным приёмом основной обработки в засушливых условиях являются глубокая безотвальная обработка, а на фоне высокого увлажнения почвы (кулисы, лесные полосы, снегозадержание) – отвальная и чередование отвальной и безотвальной. Минимальные обработки на экстенсивном уровне земледелия снижали урожайность пшеницы на 2,5-3,5 ц/га. Применение химических средств (минеральные удобрения, гербициды) позволяло выровнять урожайность пшеницы по минимальным обработкам до уровня глубоких (после хороших предшественников) и повысить продуктивность сельскохозяйственных культур до 30-35% (Belyaev, Volnov, 2010).

По мнению ряда авторов (Beljaev et al., 2014b; Illiger et al., 2014; Bischoff et al., 2016; Belyaev, et al., 2016; Belyaev et al., 2017b), самой острой проблемой современного земледелия является проблема сбережения почв. Отсюда общий подход к решению всего многообразия задач земледелия состоит в рассмотрении их с позиций приоритета расширенного воспроизводства почвенного плодородия и экологизации. Однако следует подчеркнуть, что данная проблема не может рассматриваться как самостоятельная, без учета экономических факторов, во многом определяющих направления развития агроприемов обработки почвы и совершенствование агротехнологий возделывания полевых культур.

**Цель исследования** – повышение эффективности технологии возделывания яровой мягкой пшеницы, гороха и рапса в ГПР «Тимирязевский» Мамонтовского района Алтайского края.

## Материалы и методы исследований

В качестве объекта исследования выбран технологический процесс возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте пшеница-горох-пшеница-рапс. Опыт реализован в ГПР «Тимирязевский» Мамонтовского района Алтайского края в рамках международного научно-исследовательского проекта «Кулунда» (2011-2016 гг., Frühauf et al., 2015). Предметом исследования являлась взаимосвязь технологии возделывания культур, водного режима почвы и урожайности. Варьируемыми факторами в опытах по каждой культуре являлись приемы осенней обработки почвы, предпосевной обработки и посевные агрегаты. Сравнимые варианты технологий возделывания культур приведены в табл. 1.

Сравнивались 6 следующих вариантов технологий возделывания культур:

1. Без осенней и предпосевной обработки почвы, посев Condor.
2. Осенняя обработка почвы БДМ-4х4 (на глубину 8-10 см), предпосевная обработка БДМ-4х4 (на глубину 6-8 см), посев Condor.
3. Без осенней обработки почвы, предпосевная обработка АПК-7,2 (на глубину 8-10 см), посев СЗП-3,6А.

4. Осенняя обработка почвы БДМ-4х4 (на глубину 8-10 см), предпосевная обработка АПК-7,2 (на глубину 8-10 см), посев СЗП-3,6А.

5. Осенняя обработка почвы АПК-7,2 (на глубину 12-14 см), предпосевная обработка АПК-7,2 (на глубину 8-10 см), посев СЗП-3,6А.

6. Осенняя обработка почвы ПГ-3-5 (на глубину 20-22 см), предпосевная обработка АПК-7,2 (на глубину 8-10 см), посев СЗП-3,6А.

Использованные посевные машины и комплексы показаны на рис. 1. Для обработки почвы использованы орудия, представленные на рис. 2.

**Таблица 1.** Сравнимые варианты технологий возделывания культур

Севооборот, культура	Делянка				Осенняя обработка	Факторы	
	A	B	C	D		Предпосевная обработка	Посевной агрегат
А. Рапс	A1	B1	C1	D1	-	-	Condor
	A2	B2	C2	D2	БДМ-4х4	БДМ-4х4	Condor
Б. Пшеница	A3	B3	C3	D3	-	АПК-7,2	СЗП-3,6А
С. Горох	A4	B4	C4	D4	БДМ-4х4	АПК-7,2	СЗП-3,6А
Д. Пшеница	A5	B5	C5	D5	АПК-7,2	АПК-7,2	СЗП-3,6А
	A6	B6	C6	D6	ПГ-3-5	АПК-7,2	СЗП-3,6А



а)



б)

**Рисунок 1.** Посевной комплекс Condor (а) и сеялки СЗП -3,6А (б)



а)



б)

**Рисунок 2.** Плоскорез ПГ-3-5 (а) и дискатор БДМ-4х4 (б)

Возделывание культур осуществлялось в севообороте: яровая пшеница - горох - яровая пшеница - яровой рапс. Всего 4 блока по 6 вариантов.

На делянках высевался раннеспелый сорт яровой пшеницы Алтайская-70. Норма высева Condor - 130 кг/га, СЗП-3,6А - 175 кг/га. Доза внесения удобрений - 100 кг/га аммиачной селитры в физическом весе на посевах Condor и 80 кг/га на посевах СЗП-3,6А. Сорт гороха Аксайский 55. Норма высева Condor и СЗП-3,6А - 200 кг/га. Доза внесения удобрений - 100 кг/га на посевах Condor и 80 кг/га на посевах СЗП-3,6А (аммиачная селитра в физическом весе). Сорт рапса Сидальго. Норма высева Condor - 4,5 кг/га, СЗП-3,6А - 15 кг/га. Доза внесения удобрений - 100 кг/га и 80 кг/га аммиачной селитры соответственно. Посев культур выполнялся в агротехнические сроки. Полевой опыт проводился в течение четырех лет по аналогичной схеме, изменялось только чередование культур в соответствии с севооборотом. В весенний период (конец апреля), в середине июня и при уборке (конец августа) на опытных делянках определялась влажность почвы по слоям до одного метра и общие запасы влаги в метровом слое (прибором НН-2).

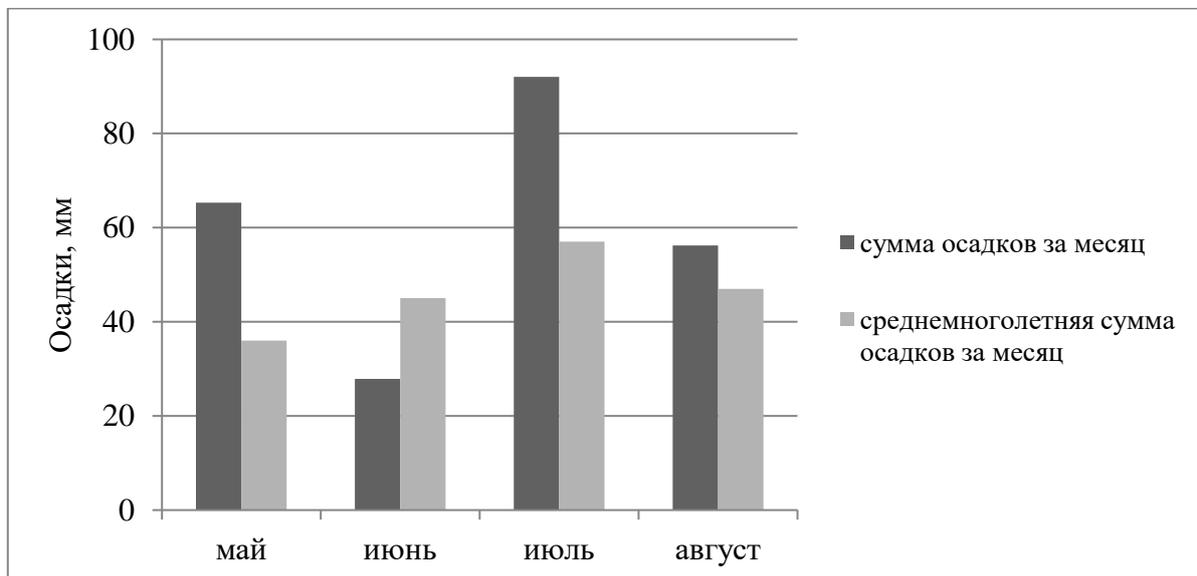
## Результаты исследований и их обсуждение

Средние данные метеорологических условий 2013-2016 гг. представлены в таблице 2 и на рисунке 3. Отклонения температуры от среднемноголетних значений в среднем не превышали 0,3 °С, тогда как среднее количество осадков

было намного выше среднемноголетней нормы во все месяцы вегетации, кроме июня. Среднее количество осадков вегетации составило 241,5 мм, это было на 30% выше среднемноголетней нормы.

**Таблица 2.** Температура воздуха и осадки 2013-2016 гг., метеостанция с. Мамонтово.

Месяц	Температура воздуха, °С						Осадки, мм					
	1 декада	2 декада	3 декада	средняя за месяц	среднемноголетняя за месяц	отклонение от среднемноголетней	1 декада	2 декада	3 декада	сумма за месяц	среднемноголетняя сумма за месяц	% от среднемноголетней
Май	11,6	11,0	12,7	11,8	12,3	-0,5	13,8	30,0	21,5	65,3	36,0	181,5
Июнь	15,5	18,8	20,4	18,2	18,1	0,1	8,3	17,0	2,7	27,9	45,0	62,0
Июль	18,9	21,1	19,9	20,0	20,1	-0,1	34,5	12,5	45,0	92,0	57,0	161,4
Август	18,9	18,7	16,3	17,9	17,3	0,6	24,8	10,5	21,0	56,3	47,0	119,7



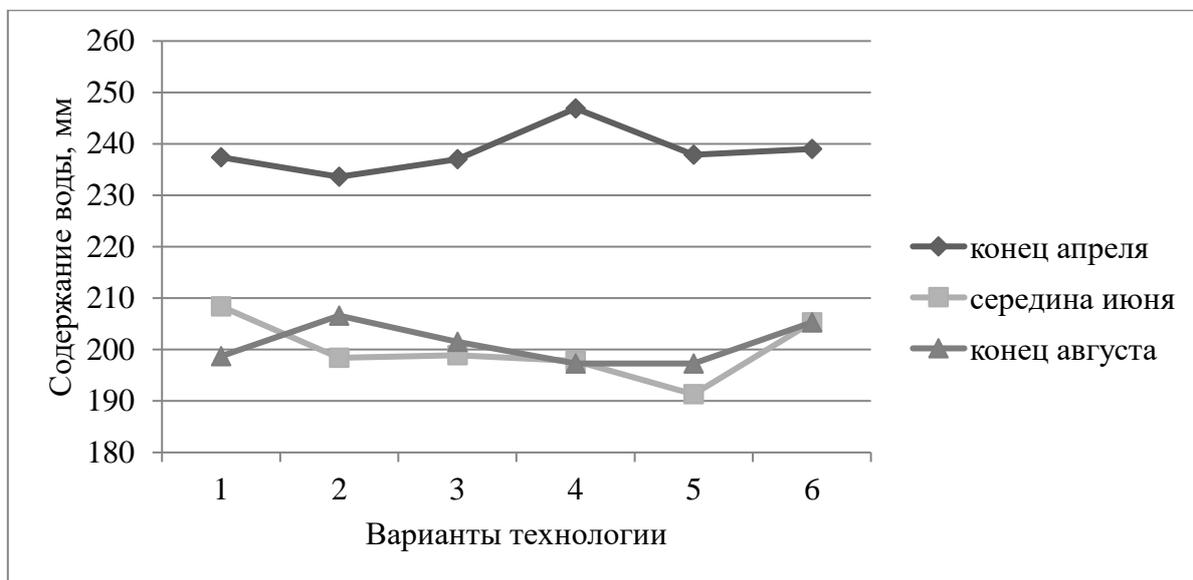
**Рисунок 3.** Осадки вегетации, мм, метеостанция с. Мамонтово, 2013-2016 гг.

Данные общих запасов влаги в метровом слое почвы по вариантам технологий и возделываемым культурам за наблюдаемые периоды вегетации приведены в табл. 3 и на рис. 4.

**Таблица 3.** Средние значения запасов влаги в метровом слое почвы по вариантам технологий и ее расход за вегетацию, мм, 2013-2016 гг.

Вариант технологии	Содержание воды в почве в слое 0-100 см, мм					
	конец апреля	середина июня	W <sub>1</sub>	конец августа	W <sub>2</sub>	W <sub>0</sub>
1	237,4	208,4	28,9	198,7	9,7	38,6
2	233,6	198,4	35,3	206,6	-8,2	27,1
3	237,0	198,9	38,2	201,5	-2,6	35,6
4	246,9	197,8	49,1	197,3	0,5	49,6
5	237,9	191,3	46,6	197,3	-6,0	40,6
6	239,0	205,3	33,7	205,3	0,0	33,7

W<sub>1</sub> – расход влаги из метрового слоя почвы за период конец апреля-середина июня, мм; W<sub>2</sub> – расход влаги из метрового слоя почвы за период середина июня-конец августа, мм; W<sub>0</sub> – расход влаги из метрового слоя почвы за период конец апреля-конец августа, мм;



**Рисунок 4.** Содержание воды в почве в слое 0-100 см в зависимости от технологии возделывания культур, мм, 2013-2016 гг.

За четырехлетний период наблюдений минимальные общие запасы влаги в метровом слое почвы в весенний период (233,6 мм) наблюдались у технологии с осенней обработкой почвы – БДМ-4х4, предпосевная обработка – БДМ-4х4, посев Condor, а максимальные (246,9 мм) – технология с осенней обработкой почвы БДМ-4х4, предпосевная обработка АПК-7,2, посев СЗП-3,6А. У остальных технологий запасы влаги в метровом слое находились в пределах 237,0 – 239,0 мм. Различия низко значимы.

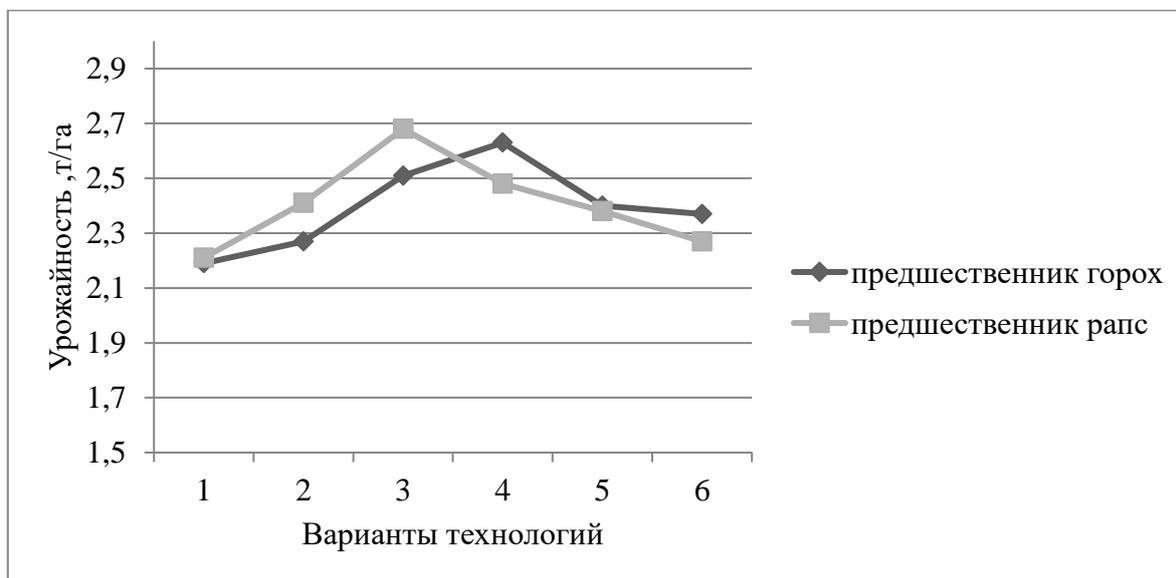
По итогам замеров запасов влаги в середине июня установлено, что наименьший её расход (28,9 мм) получен по технологии без осенней и предпосевной обработки, посев Condor, а наибольший расход (49,1 мм) по технологии с осенней обработкой почвы БДМ-4х4 (8-10 см), предпосевная обработка АПК-7,2 (8-10 см) и посевом СЗП-3,6А.

Проведенные в конце августа замеры содержания влаги в метровом слое указывают, что за период вегетации минимальный расход влаги из метрового слоя (27,1 мм) зафиксирован по технологии без осенней обработки почвы, предпосевная обработка АПК-7,2, посев СЗП-3,6А, а максимальный (49,6 мм) – по технологии с осенней обработкой почвы – БДМ-4х4, предпосевная обработка АПК-7,2 и посевом СЗП-3,6А.

Результаты определения физической урожайности возделываемых культур по вариантам агротехнологий приведены в табл. 4 и на рис. 5.

**Таблица 4.** Урожайность культур, средняя масса зерна и расход влаги на единицу массы зерна по вариантам агротехнологий за 2013-2016 гг.

Вариант технологии	Урожайность, т/га				Средняя масса зерна, т/га	Расход влаги на единицу массы зерна, мм/т
	горох по пшенице	рапс по пшенице	пшеница по гороху	пшеница по рапсу		
1	1,51	1,59	2,19	2,21	1,87	21
2	1,41	1,80	2,27	2,41	1,97	14
3	1,32	1,68	2,51	2,68	2,05	17
4	1,40	1,77	2,63	2,48	2,07	24
5	1,34	1,63	2,40	2,38	1,94	21
6	1,40	1,60	2,37	2,27	1,91	18
среднее	1,40	1,68	2,39	2,40	1,97	19



**Рисунок 5.** Урожайность яровой мягкой пшеницы в зависимости от предшественника, т/га, 2013-2016 гг.

Анализ полученных результатов показывает, что максимальная урожайность пшеницы была получена на 3 и 4 вариантах технологии, т.е. с предпосевной обработкой АПК-7,2 (на глубину 8-10 см) и посевом СЗП-3,6А. По гороху урожайность составила 2,51 т/га на 3 варианте и 2,63 т/га на 4 варианте, по рапсу – 2,68 и 2,48 т/га соответственно. При этом отсутствие осенней обработки почвы (3 вариант) оказало положительное влияние при возделывании пшеницы по рапсу. Средняя урожайность пшеницы и по гороху, и по рапсу была практически одинаковой – 2,39 и 2,40 т/га соответственно.

Максимальная урожайность гороха была получена в 1 варианте без осенней и предпосевной обработки почвы, посев Condor, и составляла 1,51 т/га.

Самая высокая урожайность рапса была на 2 и 4 вариантах (1,80 и 1,77 т/га соответственно), т.е. с осенней обработкой почвы БДМ-4х4 (на глубину 8-10 см), предпосевной обработкой БДМ-4х4 (на глубину 6-8 см) либо АПК-7,2 (на глубину 8-10 см) и посевом Condor либо СЗП-3,6А.

Максимальные значения средней массы зерна с 1 га получены на 3 и 4 вариантах (2,05 и 2,07 т/га соответственно).

Наименьший расход влаги из метрового слоя на единицу урожая зафиксирован во 2 варианте технологии с осенней обработкой почвы и предпосевной обработкой БДМ-4х4, посев Condor (14 мм/т). Максимальный расход влаги наблюдался в 4 варианте технологии с осенней обработкой почвы БДМ-4х4, предпосевной обработкой АПК-7,2 и посевом СЗП-3,6А (24 мм/т). По остальным вариантам технологий изменения находились в пределах 17...21 мм/т.

## Выводы

Приемы осенней обработки почвы оказывают низко значимое влияние на влагозапасы в метровом слое почвы в весенний период, однако за период вегетации минимальный расход влаги из метрового слоя (27,1 мм) зафиксирован по технологии без осенней обработки почвы, предпосевная обработка АПК-7,2, посев СЗП-3,6А, а максимальный (49,6 мм) – по технологии с осенней обработкой почвы – БДМ-4х4, предпосевной обработкой АПК-7,2 и посевом СЗП-3,6А.

Максимальная урожайность пшеницы была получена по рапсу на 3 варианте (2,68 т/га), по гороху на 4 варианте технологии (2,63 т/га), т.е. с предпосевной обработкой АПК-7,2 (на глубину 8-10 см) и посевом СЗП-3,6А. Средняя урожайность пшеницы и по гороху, и по рапсу была практически одинаковой – 2,39 и 2,40 т/га соответственно.

Максимальная урожайность гороха была получена в 1 варианте без осенней и предпосевной обработки почвы, посев Condor, и составляла 1,51 т/га. Самая высокая урожайность рапса была на 2 и 4 вариантах (1,80 и 1,77 т/га соответственно).

Расход влаги из метрового слоя почвы на единицу урожая за годы исследований был низким и изменялся в пределах 14-24 мм/т, что обусловлено значительным количеством осадков за вегетацию (особенно вторую половину), превышающем средний многолетний уровень. Выявлена тенденция снижения удельного расхода влаги с уменьшением интенсивности осенней обработки почвы.

## References

- Baraev, A.I. (1988) Izbrannye trudy. Pochvozashhitnoye zemledelie. Moscow. Agropromizdat (in Russian).  
 Belyaev, V.I., Kudrjavcev, A.E., Volnov, V.V (2014a). Agrojekologicheskie aspekty plodorodija pahotnyh pochv suhoj stepi Altaja. Proceed. Conf. Eologicheskie i jekonomicheskie strategii ustojchivogo zemlepol'zovanija v stepjah Evrazii v uslovijah global'nogo izmenenija klimata. Barnaul: Altai State University Press (in Russian).

- Belyaev, V.I., Volnov, V.V. (2010). Resursosberegajushhie tehnologii vzdelyvaniya zernovyh kul'tur v Altajskom krae. Barnaul, Altai State Agrarian University Press (in Russian).
- Belyaev, V., Bovarova, M., Prishhepov, A., Meinel, T., Bugaj, Ju., Kovaleva, I., Kozhanov, N., Kazardzhjan, M., Fruhauf, M. (2014b). Jekonomicheskie, jekologicheskie, tehnologicheskie faktory i rezul'taty dejatel'nosti sel'skhozajstvennyh predpriyatij v uslovijah Kulundinskoj stepi. Barnaul, Altai State University Press (in Russian).
- Belyaev, V.I., Rudev, N.V., Maynel, T., Kozhanov, S.A., Sokolova, L.V., Matsyura, A.V. (2017a). Effect of sowing aggregates for direct sowing, sowing seeding rates and doses of mineral fertilizers on spring wheat yield in the dry steppe of Altai Krai. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2017, 7(4), 145–150, doi: [10.15421/2017\\_107](https://doi.org/10.15421/2017_107) (in Russian).
- Belyaev, V.I., Vol'nov, V.V., Rudev, N.V., Sokolova, L.V. (2016). Otsenka effektivnosti razlichnykh tipov vysevayushchikh soshnikov pri pryamom poseve yarovoy pshenitsy v usloviyakh stepnoy zony. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 8(142), 143-148 (in Russian).
- Belyaev, V.I., Volnov, V.V., Sokolova, L.V., Kuznecov, V.N., Matsyura, A.V. (2017b). Effect of sowing techniques on the agroecological parameters of cereal crops. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(2), 130–136 doi: [10.15421/2017\\_30](https://doi.org/10.15421/2017_30) (in Russian).
- Bischoff, N., Mikutta, R., Shibistova, O., Puzanov, A., Reichert, E. et al. (2016). Land-use change under different climatic conditions: Consequences for organic matter and microbial communities in Siberian steppe soils. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 235, 253-264. doi: [10.1016/j.agee.2016.10.022](https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.10.022)
- Fruhauf, M., Kazarjan, M., Meinel, T., Illiger, P., Schmidt, G., Stephan, E. (2015). Kulunda. How to prevent the next «Global Dust Bowl»? In: *Steppes of Northern Eurasia: Proceed. VII International Symposium*. Orenburg.
- Illiger, P., Fruhauf, M., Schmidt, G., Meinel, T., Belyaev, V. et al. (2014). Ecosystem conversion and its effects for carbon sink function in West-Siberian Kulunda Steppe. Accounting and valuation of ecosystem services (ES) – Experience, especially in Germany and Russia (pp. 301-320). In: *Digest of scientific papers*. Grunevald K., Bastian O., Drozdov A. and Grabovsky V. (Eds.). Bonn, Bad Godesberg.
- Judakov, V.A. (1992). Osennjaja obrabotka pochvy kak faktor ustojchivogo zernovogo hozjajstva // *Problemy ustojchivosti zemledelija v Altajskom krae*. Novosibirsk (in Russian).
- Kostychev, P.A. (1951). *Izbrannye trudy*. Moscow. USSR Academy of Sciences Press (in Russian).
- Musohranov, V.E., Judakov, V.A. (1981). Tehnologicheskie osnovy zashhity pochv ot jerozii (pp. 23-30). In: *Zashhita pochv Sibiri ot jerozii i defljacii*. Novosibirsk (in Russian).
- Ovsinskij, I.E. (2004). *Novaja sistema zemledelija*. Reprint of 1899 Edition. Novosibirsk: AGRO-SIBIR (in Russian).
- Sovetov, A.V. (1950). *Izbrannye sochinenija*. Moscow. Sel'hozgis (in Russian).
- Stoljarov, V.I. (1978). *Protivojerozionnaja i agroproizvodstvennaja jeffektivnost' priemov osennej obrabotki pochv sklonovyh zemel' Altajskogo Priob'ja*. Thesis of Doctoral Dissertation. Tselinograd (in Russian).
- Timirjazev, K.A. (1948). *Izbrannye sochinenija*. Moscow. Sel'hozgis (in Russian).
- Tulajkov, N.M. (1963). *Kritika travopol'noj sistemy zemledelija*. Moscow. Izdatelstvo selhoz. literatury (in Russian).

---

**Citation:**

Belyaev, V.I., Meinel, T., Grunewald, H., Sokolova, L.V., Kuznetsov, V.N., Matsyura, A.V. (2018). Influence of spring soft wheat, peas and rape cultivation technology on soil water regime and crop yield. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 873–879.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0. License

---