



Scientific quarterly journal ISSN 1429-7264

Agricultural Engineering

2014: 4(152):151-163

Homepage: <http://ir.ptir.org>



DOI: <http://dx.medra.org/10.14654/ir.2014.152.090>

CHARACTERISTIC AND EFFICIENCY OF OPERATION OF THE UNIT FOR NON-PLOUGH SOIL CULTIVATION AND THE CULTIVATION AND SOWING UNIT IN CONDITIONS OF THE EASTERN EUROPEAN PART OF RUSSIA

Ludmiła Kozłowa^a, Egenija Noskova^a, Fjodor Popov^a, Sergej Demšin^a,
Dimitrij Čeremisinov^a, Edmund Kamiński^{b*}, Elżbieta Żebrowska^c

^aScientific and Research Institute of Agriculture of North-East in Kirow, Russia

^bInstitute of Technology and Life Sciences, Masovian Research Centre in Kludzienko

^cDoctoral Studies at the Institute of Technology and Life Sciences in Falenty

*Contact details: Kludzienko, 05-825 Grodzisk Mazowiecki, e-mail: e.kaminski@itep.edu.pl

ARTICLE INFO

Article history:

Received: February 2014

Received in the revised form:

April 2014

Accepted: May 2014

Keywords:

farm machine
cultivation tool
cultivator
subsoiler
sowing machine

ABSTRACT

The article contains technical description of the tool and the unit used for basic and pre-sowing soil cultivation and sowing: a combined unit for basic non-plough soil cultivation and the cultivation and sowing unit. Results of the research on the efficiency of their use in the soil and climatic conditions of the north and eastern European part of Russia were presented. The analysis of the agrophysical properties of soil showed that the relative moisture of soil in the 0-10 cm layer did not depend on the manner of the basic and pre-sowing cultivation, but in the 0-20 cm layer the decrease of the soil moisture by 0.9-1.4% was reported after the use of KBM -4,2 cultivator and after cultivation with APPN-2,1 (LSD05=0.63) unit. All the tested units ensured optimal density of the cultivated layer of the sod podzol soil within 1.1-1.3 g·cm⁻³. The water content of soil in the cultivation of winter rye in the non-plough cultivation with KPA-2,2 unit was higher by 1.5 mm in comparison to cultivation after ploughing (LSD05=0.51). No differences were reported in cultivation of vetch with oats. A non-plough cultivation of soil was also characterized with better values of indexes of the grain size distribution in comparison to the plough. The use of the cultivation and sowing unit APPN-2.1 allowed decrease of energy inputs by 366 MJ·ha⁻¹ (45.7%) compared to the total inputs on cultivation with KPS-4,0, fertilization and sowing. Sowing with the unit APPN-2.1 influenced the increase of the winter rye yield by 0.88 t·ha⁻¹ compared to cultivation with KPS-4,0 and plough (LSD05AB=0.8). In the conditions with the use of APPN-2,1 the yield of dry mass of vetch and oats was higher by 0.75 t·ha⁻¹ compared to the variants with KBM-4,2 (LSD05B=0.39).

Введение

Современное земледелие, основанное на традиционных технологиях возделывания, в последнее время, испытывает ряд негативных последствий интенсификации. При этом особую остроту приобретают проблемы переуплотнения почвы ходовыми системами машин и тракторов (Алетдинова и Бахарев, 2001; Алешкин и др., 2009; Buliński, 2006). Отмечено, что при проведении полного комплекса полевых работ при возделывании сельскохозяйственных культур различные машины проходят по полю от 5 до 15 раз, что отрицательно влияет на водно-воздушный режим почвы, приводит к увеличению энергозатрат на её обработку и к снижению урожайности (Chaudhuri, 2001; Dawidowski, 2008; Kamiński, 2011a; 2011b; Орда и др., 2008). Такое положение дел, сложившееся в сельскохозяйственном производстве заставило пересмотреть систему обработки почвы и посева в направлении сохранения и повышения почвенного плодородия и снижения себестоимости производства продукции сельского хозяйства (Viselga и Kamiński, 2006; Zotarelli и др., 2007). Это привело к необходимости создания почвозащитных энергоресурсосберегающих технологий, предусматривавших выполнение ряда ранее самостоятельно выполняемых агротехнических операций за один технологический проход агрегата (Писарев, 2004; Horn и Fleige, 2009; Rathke и др., 2007; Riley, 2009; Saffih-Hdadi и др., 2009).

Среди комплексных агротехнических мероприятий, направленных на получение устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, качественная основная и предпосевная обработка почвы и посев играют первостепенную роль. Одно из перспективных направлений модернизации сельскохозяйственной техники для растениеводства - разработка комбинированных агрегатов, которые за один технологический проход выполняют комплекс агротехнических операций. Наиболее рационально использование комбинированных агрегатов при совмещении предпосевной обработки почвы и посева, а также при дополнении основной безотвальной обработки почвы операциями по созданию мульчирующего поверхностного слоя (Sławiński, 2008; Talarczyk и Zbytek 2005; 2012; Szeptycki, 2006).

Применение комбинированных агрегатов для основной безотвальной обработки почвы и почвообрабатывающе-посевных агрегатов создает благоприятные условия для вегетации растений за счёт лучшего качества обработки почвы, сохранения почвенной влаги, а также сокращает длительность производственного цикла, уменьшает вредное воздействие ходовых систем машин на структуру почвы.

Цель исследований

Целью исследования являлось определение эффективности применения комбинированных орудий и агрегатов для основной и предпосевной обработки почвы, адаптированных к почвенно-климатическим условиям Северо-Восточного региона европейской части РФ.

Таблица 1

Техническая характеристика почвообрабатывающего агрегата КПА-2,2

Показатель	Выполняемая операция:		
	основная безотвальная обработка	обработка почвы с прикатыванием	обработка почвы с нарезанием гребней
Производительность за час основного времени, (га·ч ⁻¹)	до 1,6	до 2,0	до 2,0
Глубина обработки, (см)	16-20	8-16	10-16
Рабочая скорость, (км·ч ⁻¹)		5-9	
Ширина захвата, (м)		2,2	
Ширина захвата плоскорезной лапы, (м)		0,76	
Габаритные размеры, (мм): - длина	1970	2450	2500
- ширина	2200	2400	2400
- высота	1300	1300	1300
Масса, (кг)	475	590	575
Средняя трудоемкость переоборудования орудия, (чел.-ч.)		не более 2,5	

Полевые испытания показали, что агрегат устойчиво выполняет безотвальную обработку почвы согласно агротехнических требований, выдерживает рабочую ширину захвата и установочную глубину обработки. В ходе производственного использования в 2007-2013 гг. проводилась обработка чистых паров под посев озимой ржи, зяблевая обработка и обработка почвы перед посадкой картофеля на площади 150 га. Отказов по итогам испытаний не выявлено (кроме замены изношенных лемехов).



а



б

Рис. 2. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат КПА-2,2 в комплектации с прикатывающим катком (а) и с гребнеобразующими корпусами (б)

Для осуществления, предложенного в НИИСХ Северо-Востока, ресурсосберегающего способа предпосевной обработки почвы и посева (Жук и Ревякин, 2007), который включает выполнение за один проход предпосевной обработки почвы (в т.ч. полосное рыхление, культивацию, фрезерование и выравнивание), внесения стартовой дозы минеральных удобрений, посева и послепосевного прикатывания,

разработан почвообрабатывающе-посевной агрегат АППН-2,1 (рис. 3, табл. 2). В качестве основы его почвообрабатывающей части принят бесприводной ротационный рыхлитель, а посевной части – зернотуковая сеялка рядового посева с сошниковой группой из килевидных сошников, расположенных на поводках в виде прицепов пружин кручения.

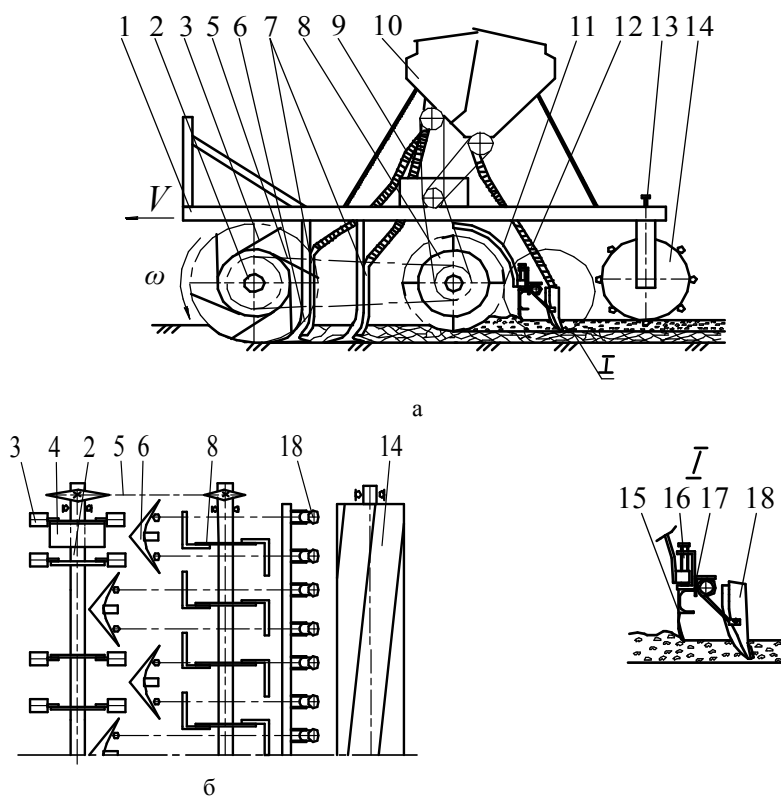


Рисунок 3. Почвообрабатывающе-посевной агрегат: а – вид сбоку; б – схема размещения рабочих органов: 1 – рама; 2 – ротор приводной; 3 – почвозацепы; 4 – опорные реборды; 5 – цепная передача; 6 – культиваторные лапы; 7 – тукопроводы; 8 – измельчающий ротор; 9 – коробка перемены передач; 10 – зернотуковый ящик; 11 – защитный кожух; 12 – семяпроводы; 13 – механизм регулировки глубины обработки; 14 – каток; 15 – выравниватель; 16 – механизм регулировки глубины посева; 17 – брус сошников; 18 – сошники

Агрегат состоит из рамы, на которой расположены приводной ротор с почвозацепами и опорными ребордами, два ряда культиваторных лап, измельчающий ротор с Г-образными ножами, закрытый кожухом, выравниватель, бункер для семян и удобрений, ряд килевидных сошников и каток.

При поступательном движении почвозацепы приводного ротора, принудительно перекатываясь под действием тяговой силы трактора, производят рыхление почвы полосами и одновременно через ускоряющую передачу приводят во вращение измельчающий ротор. Стрельчатые культиваторные лапы подрезают и рыхлят пласт почвы в необработанных междурядьях. Одновременно с этим через туконаправители культиваторных лап в почву подаются минеральные удобрения. Далее Г-образные ножи измельчающего ротора обрабатывают верхний слой почвы на глубину, превышающую на 20-40 мм глубину посева семян. Неровности микрорельефа сглаживаются выравнивателем. Килевидные сошники формируют в зонах локального внесения туков бороздки с уплотнённым посевным ложе, в которые высеваются семена. Каток производит послепосевное прикатывание для обеспечения лучшего контакта посеянных семян с почвой.

Таблица 2

Техническая характеристика агрегата АППН-2,1

Показатель		Значение
Производительность за час основного времени, (га·ч ⁻¹)		1,4-2,0
Рабочая скорость, (км·ч ⁻¹)		6-10
Рабочая ширина захвата, (м)		2,1
Глубина обработки почвы, (см): приводным ротором		12-15
стрельчатыми лапами		6-12
измельчающим ротором		4-8
Объём бункера для туков, (дм ³)		120
Объём бункера для семян, (дм ³)		250
Габаритные размеры орудия, (мм):	длина	2450
	ширина	2600
	высота	1850
Масса агрегата, (кг)		1020
Агрегатируется с тракторами тягового класса		1,4 и 2,0

Благодаря установке опорных реборд на приводном роторе обеспечена постоянная глубина его погружения в почву, что стабилизирует частоту вращения высевающих аппаратов, а также снижает нежелательное варьирование скольжения ротора при изменении физических свойств почвы или скорости движения агрегата.

Выравнивание почвы обеспечивает ровную поверхность поля. В этом случае для копирования рельефа достаточно небольшой амплитуды хода механизма подвеса сошников, что позволило использовать в качестве их поводков прицепы пружин кручения. Объединение функций крепления, защиты от повреждения при наезде на препятствие и копирования поверхности в одном конструктивном элементе - пружине кручения с прицепами в виде поводков, значительно снизило металлоёмкость сошниковой группы. Использование килевидных сошников при установке их в один ряд с междурядьем 0,15 м позволило сделать сошниковую группу максимально компактной.

Для оценки агротехнических показателей работы опытного образца агрегата (рис. 4) изучено влияние скорости движения на качество обработки почвы и заделки

семян. Исследования проводились на супесчаной и среднесуглинистой дерново-подзолистой почве. Предшественник - чистый пар. На супесчаной почве влажность составляла 13,5%, твердость – 1,75 МПа, плотность в слое 0-0,1 м – 1,38 г·см⁻³, гребнистость – 28 мм; на суглинке – влажность – 15%, твердость – 0,9 МПа, плотность – 0,95 г·см⁻³ и гребнистость – 56 мм.

Агротехническая оценка показала, что агрегат устойчиво выполняет технологический процесс предпосевной обработки почвы и посева, обеспечивая требуемую глубину обработки почвы и заделки семян. При этом на супеси содержание фракции почвы до 25 мм равно 97%, на суглинке – 92%. Гребнистость поверхности поля на супесчаной почве составила 12 мм, на суглинистой – 18 мм, плотность в слое 0-0,1 м соответственно - 1,28 г·см⁻³ и 1,22 г·см⁻³.



Рисунок 4. Опытный образец почвообрабатывающе-посевого агрегата АППН-2,1

Вне зависимости от типа почвы с ростом скорости средняя глубина заделки семян уменьшается на 5-7 мм, при этом её среднее квадратическое отклонение на среднесуглинистой почве находится в пределах 4 мм, коэффициент вариации ν – 8-10%; на супесчаной почве σ возрастает с 2 до 4 мм, а ν – с 5 до 13%. Семян на поверхности почвы не наблюдалось.

Методика исследования

Для сравнения эффективности различных способов основной и предпосевной обработки почвы на агрофизические показатели почвенного плодородия и урожайность возделываемых культур был заложен полевой опыт. В ходе опыта использование почвообрабатывающего агрегата КПА-2,2 сравнивалось со вспашкой

на 18-20 см плугом ПЛН-3-35 при следующих операциях предпосевной обработки почвы и посева: весеннее боронование зяби – бороны БЗСС-1,0; культивация – культиваторы КПС-4 и КБМ-4,2, посев – сеялка СЗ-3,6. В качестве одного из вариантов использован почвообрабатывающе-посевной агрегат АППН-2,1.

Осенью 2011 г. в первой закладке высеяна озимая рожь, весной 2012 г. во второй закладке – викоовсяная смесь на зеленый корм. Для посева использовали районированные сорта: озимая рожь Вятка 2, овес Сельма, вика Льговская-28. Повторность опыта четырехкратная, размещение вариантов рендомизированное. Площадь делянок $4 \cdot 8 = 32 \text{ м}^2$, учетная площадь $17,6 \text{ м}^2$. Общее число делянок – 72. Почва опытного участка – дерново-подзолистая среднесуглинистая. Агрохимические показатели почвы: pH (солевое) – 5,0; гидролитическая кислотность – 3,6; содержание P_2O_5 – 140-180 мг и K_2O – 150-200 мг на 1 кг почвы, гумуса – 1,7%. Удобрения вносили под культуры севооборота в дозе $\text{N}_{45}\text{P}_{45}\text{K}_{45}$.

Результаты исследований

Анализ влажности почвы показал, что как основные, так и предпосевные обработки почвы не оказали существенного влияния на этот показатель в фазу кущения озимой ржи. Влажность в слое 0-10 см была в пределах 15,22-17,23%, в слое 10-20 см – 17,10-18,41%. Отмечалось лучшее сохранение влаги весной в вариантах с плоскорезной обработкой (табл. 3).

Таблица 3

Влажность почвы по слоям, (%)

Основная обработка	Предпосевная обработка	Влажность почвы			
		Озимая рожь (фаза кущения)		Викоовсяная смесь (фаза всходов)	
		0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см
ПЛН-3-35	КПС-4,0	15,60	18,03	15,88	17,58
	КБМ-4,2	15,03	17,07	16,14	17,29
	АППН-2,1	15,22	17,06	15,22	17,10
КПА-2,2	КПС-4,0	14,87	16,39	17,23	18,35
	КБМ-4,2	14,42	14,98	16,19	17,73
	АППН-2,1	14,66	16,15	17,08	18,41

В посевах викоовсяного пара влажность почвы в фазу всходов в слое 0-10 см не имела достоверных различий, в слое 10-20 см достоверно снижалась на 0,96 и 0,97% при культивации КБМ-4,2 и обработке АППН-2,1 по фону вспашки, по фону плоскорезной обработки – на 1,41% при культивации КБМ-4,2 по сравнению с культивацией КПС-4 ($\text{HCP}_{05}\text{B} = 0,63$).

Плотность почвы после ранневесеннего боронования озимой ржи различий по вариантам обработки не имела и была в слое 0-10 см в пределах $1,17-1,25 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$, в слое 10-20 см – $1,21-1,32 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$ (табл. 4).

Плотность почвы после посева викоовсяной смеси различий по вариантам обработки также не имела. Все агрегаты создавали в слое 0-10 см рыхлое состояние

1,10-1,20 г·см⁻³ с наименьшей плотностью в контроле КПС-4,0 по фону вспашки. В нижнем слое 10-20 см различий также не было, но все предпосевные обработки способствовали уплотнению этого слоя почвы до 1,25-1,32 г·см⁻³.

Таблица 4

Плотность почвы по слоям, г·см⁻³

Основная обработка	Предпосевная обработка	Плотность почвы, (г·см ⁻³)			
		Озимая рожь (фаза кущения)		Викоовсяная смесь (фаза всходов)	
		0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см
ПЛН-3-35	КПС-4,0	1,17	1,21	1,10	1,28
	КБМ-4,2	1,19	1,22	1,15	1,25
	АППН-2,1	1,20	1,26	1,14	1,28
КПА-2,2	КПС-4,0	1,17	1,26	1,17	1,28
	КБМ-4,2	1,19	1,25	1,20	1,32
	АППН-2,1	1,25	1,32	1,19	1,30

Запасы продуктивной влаги (табл. 5) в посевах ржи в слое почвы 0-10 см были выше на 1,5 мм по плоскорезной обработке, чем по вспашке ($HCP_{0,5}A=0,51$).

Таблица 5

Запасы продуктивной влаги в почве (фаза кущения), (мм)

Основная обработка (А)	Предпосевная обработка (В)	Озимая рожь (фаза кущения)		Викоовсяная смесь (фаза всходов)	
		0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см
ПЛН-3-35	КПС-4,0	12,13	13,78	11,04	14,75
	КБМ-4,2	12,74	14,26	10,94	14,50
	АППН-2,1	11,66	13,49	11,11	14,92
КПА-2,2	КПС-4,0	13,74	16,15	10,91	13,88
	КБМ-4,2	12,78	15,27	11,66	12,98
	АППН-2,1	14,52	17,08	10,91	14,40

В слое 10-20 см запасы влаги также увеличивались по плоскорезной обработке на 2,3 мм, но существенной разности не обнаружено.

Запасы продуктивной влаги в начале вегетации викоовсяного пара не зависели от способов основной и предпосевной обработки почвы.

Агрономически ценной структурой почвы считается комковато-зернистая структура с размером агрегатов от 0,25 до 10 мм, обладающая пористостью, механической прочностью и водопрочностью. Сочетание вспашки с агрегатом АППН-2,1 способствовало созданию лучшей почвенной структуры (табл. 6) по содержанию агрономически ценных агрегатов (76,6%) и коэффициенту структурности (3,3). В среднем же основные показатели структурного состояния почвы лучше по предпосевным обработкам, идущим по основной плоскорезной обработке.

Таблица 6

Структурное состояние почвы 0-10 см (викоовсяная смесь)

Основная обработка	Предпосевная обработка	Содержание агрегатов 0,25-10 мм, (%)	Водопрочность структуры, (%)	Коэффициент структурности
ПЛН-3-35	КПС-4,0	62,0	63,0	1,6
	КБМ-4,2	65,2	59,4	1,9
	АППН-2,1	76,6	55,6	3,3
КПА-2,2	КПС-4,0	70,0	63,8	2,3
	КБМ-4,2	69,8	63,5	2,3
	АППН-2,1	71,0	59,6	2,4

Анализ энергетической эффективности показал, что замена вспашки на 20-22 см ($1023 \text{ МДж}\cdot\text{га}^{-1}$) плоскорезной обработкой агрегатом КПА-2,2 на 14-16 см ($689 \text{ МДж}\cdot\text{га}^{-1}$) позволяет экономить до $334 \text{ МДж}\cdot\text{га}^{-1}$ или до 32,6% энергетических затрат на основную обработку почвы. На культивацию культиватором КБМ-4,2 тратится на 5,5% меньше энергии, чем на контроле – культивации КПС-4. При этом в вариантах с культивацией КПС-4 и КБМ-4,2 на внесение минеральных удобрений затраты энергии составляют $227 \text{ МДж}\cdot\text{га}^{-1}$, на посев сельскохозяйственных культур – $294 \text{ МДж}\cdot\text{га}^{-1}$. Суммарные затраты на внесение удобрений, культивацию и посев по варианту с культиватором КПС-4 составят $800 \text{ МДж}\cdot\text{га}^{-1}$, по варианту с культиватором КБМ-4,2 – $785 \text{ МДж}\cdot\text{га}^{-1}$. По варианту с комбинированным агрегатом АППН-2,1, который одновременно выполняет операции по обработке почвы, внесению удобрений, посеву и послепосевному прикатыванию затраты энергии равны $434 \text{ МДж}\cdot\text{га}^{-1}$ (на 45,7% меньше контроля). Приведенные значения остаются постоянными, меняется только коэффициент энергетической эффективности, который напрямую зависит от полученного урожая.

Урожайность озимой ржи в среднем по вспашке составила $2,34 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$, по плоскорезной обработке – $2,52 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$ (табл. 7).

Посев почвообрабатывающее-посевным агрегатом дает прибавку урожая $0,88 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$ по сравнению с культивацией КПС-4,0 по фону вспашки ($\text{НСР}_{05AB}=0,8$). При плоскорезной обработке прибавка урожая $0,82 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$ получена по культивации КПС-4 по сравнению с КБМ-4,2. Средняя урожайность викоовсяной смеси составила по вспашке $4,77 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$ сухого вещества (СВ), по плоскорезной обработке – $5,03 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$ СВ. На вариантах с применением АППН-2,1 урожайность сухого вещества на $0,75 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$ выше, чем на вариантах с КБМ-4,2 ($\text{НСР}_{05B}=0,39$).

Коэффициент энергетической эффективности по технологии возделывания озимой ржи с плоскорезной обработкой в среднем составил 2,14, что на 12,6% выше, чем по вспашке (1,87). При возделывании викоовсяной смеси этот показатель был примерно на одном уровне.

Наибольший коэффициент энергетической эффективности получен для озимой ржи по варианту плоскорезная обработка + культивация КБМ-4,2 – 2,21; для викоовсяной смеси – вспашка + АППН-2,1 – 2,85.

Таблица 7

Энергетическая эффективность возделывания культур

Основная обработка	Предпосевная обработка	Урожайность, (т·га ⁻¹)		Получено энергии, (МДж·га ⁻¹)		Полные затраты, (МДж·га ⁻¹)		К.Э.Э.	
		Озимая рожь	Вико-овсяная смесь	Озимая рожь	Вико-овсяная смесь	Озимая рожь	Вико-овсяная смесь	Озимая рожь	Вико-овсяная смесь
ПЛН-3-35	КПС-4,0	2,01	4,52	33,7	45,6	19,2	19,4	1,76	2,35
	КБМ-4,2	2,09	4,86	35,0	49,1	19,2	19,5	1,83	2,52
	АППН-2,1	2,30	5,27	38,5	53,2	19,0	18,7	2,02	2,85
КПА-2,2	КПС-4,0	2,32	4,78	38,9	48,3	18,8	19,1	2,07	2,53
	КБМ-4,2	2,50	4,32	41,9	43,6	18,9	19,0	2,21	2,30
	АППН-2,1	2,39	4,87	40,0	49,2	18,7	18,3	2,14	2,69

Выводы

1. Разработанные комбинированные агрегаты позволяют проводить основную и предпосевную обработку почвы и посев согласно агротехнических требований.
2. Применение комбинированных агрегатов КПА-2,2 и АППН-2,1 позволяет поддерживать оптимальные агрофизические свойства почвы. Использование для посева агрегата АППН-2,1 повышает урожайность озимой ржи и смеси вика + овёс на 0,8 и 0,39 т·га⁻¹ в сравнении с общепринятой обработкой почвы и посева. Экономия энергозатрат при применении агрегата для основной обработки почвы составляет 32,6%, при использовании почвообрабатывающе-посевого агрегата – 45,7%.

Литература

- Алетдинова, А. А.; Бахарев, В. А. (2001). *Инженерно техническая система обеспечения устойчивого развития АПК новосибирской области*: Рекомендации РАСХ Сибирское отделение. Новосибирск, ISBN 5-94306-042-1.
- Алешкин, А. В.; Дёмшин, С. Л.; Владимиров, Е. А. (2009). Обоснование конструктивно-технологической схемы комбинированного агрегата для обработки почвы и посева. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*, 1(12), 143-147.
- Buliński, J. (2006). Problemy ugniatania gleb uprawnych. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, Zeszyt 508, 11-20.
- Chaudhuri, D. (2001). Performance evaluation of various types of furrow openers on seed drills - a review. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 72(2), 125-137.

- Dawidowski, B. (2008). *Obciążenia osi kół pojazdów i maszyn rolniczych a ochrona gleby*. Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Ekologiczne aspekty mechanizacji rolnictwa”, SGGW Warszawa 25 czerwca 2008, 43-58.
- Horn, R.; Fleige, H. (2009). Risk assessment of subsoil compaction for arable soils in Northwest Germany at farm scale. *Soil and Tillage Research. Volume 102. Issue 2*, 201-208.
- Kamiński, E. (red). (2011a). *Conservation tillage systems and environment protection in sustainable agriculture*. Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, Falenty. ISBN 978-83-62416-19-6.
- Kamiński, E. (red). (2011b). *Development trends in soil cultivation and fertilization engineering in the aspect of organic farming standards*. Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, Falenty. ISBN 978-83-62416-25-7.
- Орда, А. Н.; Воробей, А. С.; Шкларевич, В. А. (2008). Свойства почвы и их изменение под воздействием ходовых систем почвообрабатывающих машинно-тракторных агрегатов. БГАТУ Минск. *Инженерный вестник*, 1(25), 68-72.
- Писарев, О. С. (2004). *Особенности конструкций рабочих органов сеялок прямого посева. Земельная механика в растениеводстве*. Материалы международной научно-практической конференции. Москва ВИМ Т. 151, 162-171.
- Rathke, G.W.; Wienhold, B.J.; Wilhelm W.W.; Diepenbrock, W. (2007). Tillage and rotation effect on corn-soybean energy balances in eastern Nebraska. *Soil and Tillage Research*, 97(1), 60-70.
- Riley, H. (2009). Effect of tractor weight, depth of ploughing and wheel placement during ploughing in an organic cereal rotation on contrasting soils. *Soil and Tillage Research. Volume 103, Issue 2*, 433-441.
- Saffih-Hdadi, K.; Defosse, P.; Richard, G.; Cui, Y.J.; Tang, A.M.; Chaplain, V. (2009). A method for predicting soil susceptibility to the compaction of surface layers as a function of water content and bulk density. *Soil and Tillage Research. Volume 105, Issue 1*, 96-103.
- Ślawiński, K. (2008). Analiza wyposażenia wybranych gospodarstw ekologicznych w ciągniki rolnicze. *Inżynieria Rolnicza*, 9(107), 271-275.
- Szeptycki, A. (2006). Znaczenie techniki w systemie zrównoważonej produkcji rolnej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 51(2), 184.
- Talarczyk, W.; Zbytek, Z. (2005). *Wpływ głębokości spulchniania gleby i zasianego jednocześnie poplonu na stan gleby*. Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. PIMR, Monografia pod red. Z. Zbytka, tom 2, cz. 1, 252-257.
- Viselga, G.; Kamiński, J. (2006). Analiza zagęszczenia gleby w uprawie ziemniaków. *Zeszyty Problemy Postępów Nauk Rolniczych*, 508, 2003-2008.
- Zotarelli, L.; Alves, B.J.R.; Urgulage, S.; Boddey, R.M.; Six, J. (2007). Impact of tillage and crop rotation on light fraction and intra-aggregate soil organic matter in two Oxisols. *Soil and Tillage Research*, 95(1), 196-206.
- Zbytek, Z.; Talarczyk, W. (2012). Sposoby ograniczania negatywnego oddziaływania agregatów ciągnikowych na rolę. *Problemy Inżynierii Rolniczej (X-XII)*, 4(78), 57-68.
- Жук, А. Ф.; Ревякин, Е. Л. (2007). *Развитие машин для минимальной и нулевой обработки почвы. Научно-аналитический обзор*. Москва: ФГНУ Росинформагротех, 156.

CHARAKTERYSTYKA I EFEKTYWNOŚĆ PRACY AGREGATU DO BEZORKOWEJ UPRAWY GLEBY I AGREGATU UPRAWOWO-SIEWNEGO W WARUNKACH WSCHODNIEJ EUROPEJSKIEJ CZĘŚCI ROSJI

Streszczenie. W artykule zamieszczono charakterystyki techniczne narzędzia do podstawowej i agregatu do przedsiewnej uprawy gleby i siewu: kombinowanego agregatu do podstawowej bezorkowej uprawy gleby, agregatu uprawowo-siewnego. Zamieszczono wyniki badań nad efektywnością ich zastosowania w warunkach glebowo-klimatycznych północnego wschodu europejskiej części Rosji. Analiza właściwości agrofizycznych gleby wykazała, że wilgotność bezwzględna gleby w warstwie 0-10 cm nie zależała od sposobu uprawy podstawowej i przedsiewnej, natomiast w warstwie 10-20 cm stwierdzono obniżenie wilgotności gleby o 0,9-1,4% po kultywatorze KBM-4,2 i uprawie agregatem APPN-2,1 ($LSD_{05}=0,63$). Wszystkie badane agregaty zapewniały optymalną gęstość warstwy uprawnej gleby darniowo-bielicowej w zakresie 1,1-1,3 g·cm⁻³. Zasobność wodna gleby w uprawie żyta ozimego w uprawie bezorkowej agregatem KPA-2,2 była wyższa o 1,5 mm w porównaniu z uprawą po orce ($LSD_{05}=0,51$). W uprawie mieszanki wyki z owsem różnic nie stwierdzono. Bezorkową uprawę gleby charakteryzowały również lepsze wartości wskaźników składu granulometrycznego w porównaniu z polem po orce. Energochłonność uprawy bezorkowej była o 334 MJ·ha⁻¹ (32,6%) mniejsza w porównaniu z orką. Zastosowanie agregatu uprawowo-siewnego APPN-2,1 pozwoliło obniżyć nakłady energetyczne o 366 MJ·ha⁻¹ (45,7%) w porównaniu z sumarycznymi nakładami na kultywację KPS-4,0, nawożenie i siew. Siew agregatem APPN-2,1 wpłynął na zwiększenie plonu żyta ozimego o 0,88 t·ha⁻¹ w porównaniu z kultywacją KPS-4,0 i orką ($LSD_{05AB}=0,8$). W warunkach z zastosowaniem APPN-2,1 plon suchej masy wyki i owsa był wyższy o 0,75 t·ha⁻¹ w porównaniu z wariantami z KBM-4,2 ($LSD_{05B}=0,39$).

Słowa kluczowe: maszyna rolnicza, narzędzie uprawowe, kultywator, głębosz, siewnik