

NAWOŻENIE GNOJOWICĄ ŁĄK I PASTWISK GÓRSKICH¹⁾

JAN KIEŁPIŃSKI

Na podstawie obserwacji z podróży do Szwajcarii w r. 1957

Zwiększenie pogłowia bydłęcego na halach posiada zasadnicze znaczenie dla rolnictwa w rejonie górskim. Poza względami natury gospodarczej można tutaj wskazać na szereg aspektów agrotechnicznych, takich jak wzrost potencjału nawozowego, poprawienie składu florystycznego darni a przez to zwiększenie retencji stoków górskich w stosunku do wody, możliwość łatwiejszego zastosowania wypasu kwaterowego itd. Z wypasem bydłym w górach łączy się produkcja płynnego nawozu gospodarskiego, czyli tzw. gnojowicy.

Jest to nawóz właściwy okolicom górskim, gdzie trudno o słomę ściółkową. Rolę ściółki przy manipulowaniu odchodami bydłecymi spełnia tutaj woda. Czasem jednak gnojowica zawiera materiały ściółkowe w postaci torfu, trocin²⁾ albo słomy pociętej na krótkie odcinki.

W gnojowicy nie zawsze znajduje się cała ilość wyprodukowanych w gospodarstwie odchodów stałych. W związku z tym mamy do czynienia z dwiema skrajnymi formami gnojowicy. Pierwszą z nich stanowi gnojowica ekskretowa (Harngülle), a więc pozbawiona niemal całkowicie ekskrementów i właściwie niczym nie różniąca się od zwyczajnej gnojówki, drugą tzw. gnojowica pełna (Vollgülle), zawierająca obok odchodów płynnych, całą ilość odchodów stałych.

Od stosunku moczu do kału w gnojowicy zależeć będzie jej skład chemiczny i wartość użytkowa jako nawozu. Dawniejsi rolnicy nie zwracali na ten stosunek należytej uwagi. Rozpowszechnione były pojęcia jakoby każda gnojowica była nawozem działającym jednostronnie.

¹⁾ Odczyt wygłoszony 27 II. 1958 w Polskiej Akademii Nauk w Krakowie i 23 IV. 1958 w Instytucie Melioracji i Użytków Zielonych w Warszawie.

²⁾ Trociny drzewne nie są odpowiednim materiałem ściółkowym w gospodarstwie gnojowicowym, gdyż namoknięte opadają na dno zbiornika i nie dają się łatwo wymieszać z gnojowicą. Rozmieszczone nierównomiernie na darni, przyczyniają się do powstawania skorupy, która odcina dostęp powietrza do roślinności i działa na nią antyseptycznie (15).

Liczne prace Gisigera, kierownika stacji doświadczalnej w Liebefeld pod Bernem, przyczyniły się do gruntownej rewizji tych poglądów. Z tabeli obrazującej skład chemiczny gnojowicy, w zależności od zawartości w niej odchodów stałych (10, 34), widać wyraźnie, że w miarę jak przybywa odchodów stałych, gnojowica staje się coraz to zasobniejszą w fosfor ale równocześnie zawiera coraz to mniej potasu (tab. 1).

Na specjalną uwagę zasługuje udział procentowy N—NH₃ w gnojowicy pełnej. Ponieważ węglan amonowy powstaje w procesie fermentacji gnojowicy przede wszystkim z mocznika, podczas gdy związki azotowe zawarte w odchodach stałych praktycznie rzecz biorąc pozostają niezmiennione, przeto w miarę jak przybywać będzie w gnojowicy odchodów stałych, procent N—NH₃ będzie coraz to niższy.

Tabela 1

Skład chemiczny gnojowicy nierozcieńczonej, według Gisigera. W gramach na litr.

	Gnojowica zawierająca			Gnojowica pełna
	tylko odchody płynne	niewiele odchodów stałych	dużo odchodów stałych	
P ₂ O ₅	0,1	1,3	1,7	2,0
N-ogólny	6,7	5,5	5,1	4,8
N-NH ₃	6,3	4,4	3,5	3,0
K ₂ O	21,7	13,4	10,0	8,3
Substancja org.	50,0	100,0	120,0	140,0
Dzienna produkcja gnojowicy na 1 sztukę dorosłą w litrach	15,0	25,0	35,0	45,0

Na skutek wzrostu zawartości odchodów stałych ulega również zacieśnieniu stosunek składników pokarmowych w gnojowicy pełnej, zbliżając się do tego układu jaki posiada siano górskie (tab. 2 i 3).

Tabela 2

Stosunek składników pokarmowych w płynnych nawozach gospodarskich. Według Schöllhorna (41).

	P ₂ O ₅	N-og.	K ₂ O	CaO	Udział odchodów	
					stałych	płynnych
Gnojowica pełna	1	3,1	5,5	22,0	2/3	1/3
Gnojowica zaw. dużo odchodów stałych	1	4,6	7,5	2,3	1/2	1/2
Gnojowica zaw. mało odchodów stałych	1	5,0	12,2	1,8	1/3	2/3
Gnojówka	1	74,0	169,0	15,0	mały	duży

W 1 m³ gnojowicy pełnej, rozcieńczonej wodą w stosunku 1 : 4, znajduje się według Gisigera (13) około 0,4 kg kwasu fosforowego. Przy

Tabela 3

Stosunek składników pokarmowych w dobrym sianie.

	P ₂ O ₅	N-og.	K ₂ O	CaO
z Gorców (25)	1	3,7	4,9	1,9
w/g Brünnera (3)	1	2,6	4,3	1,7

dwukrotnej dawce 45 m³ takiej gnojowicy na hektar, dostarczymy łące w ciągu roku 36 kg P₂O₅, a więc mniej więcej tyle, ile znajduje się tego składnika w 60 q dobrego siana górskiego.

Badania Gerickego (9) nad wartością nawozową fosforu w odchodach stałych wykazały, że jest ona zbliżona do przydatności fosforu tomasyny, A więc nieściśle było rozpowszechniane dawniej twierdzenie, że gnojowica pod względem zawartości fosforu nie może być jako nawóz brana pod uwagę (10).

Zresztą wykazuje to praktyka rolnicza. W gospodarstwie Hofen pod Bernem, które zwiedziłem w r. 1957, znajdowały się pastwiska nawożone gnojowicą pełną, rozcieńczoną w stosunku 1 : 12. Dawki dochodziły do 240 m³ na ha w stosunku rocznym. Mimo stosunkowo silnego nawożenia gnojowicą udział koniczyn w darni był wysoki i wynosił około 30%. Zdaniem dr. Gisigera, z którym na ten temat rozmawiałem, znaczny udział motylkowych w darni pastwiskowej nawożonej gnojowicą rozcieńczoną jest zawsze oznaką, że nawóz ten miał dobry skład chemiczny a więc, że korzystny był stosunek fosforu do azotu.

Gnojowicą pełną, odpowiednio rozcieńczoną, można więc nawozić darnie pastwiskowe o wysokim procencie motylkowych bez obawy, że nastąpi ich recesja. Często takie darnie cechuje obfitość koniczyny białej. Jest to zrozumiałe, jeżeli się zważy, że koniczyna biała woli nawet korzystać z azotu nawozowego, aniżeli gromadzić go przy pomocy bakterii azotobiorczych. Dlatego potrafi dobrze wykorzystywać gnojowicę (12).

Obfitość odchodów stałych w gnojowicy pełnej w dużej mierze zmniejsza niebezpieczeństwo przenawożenia potasem użytków zielonych. Zbyt wysoki poziom potasowy w masie roślinnej może spowodować objawy chorobowe u bydła (17). Doświadczenia przeprowadzone dawniej w kantonie Lucerny wykazały wszędzie duży wzrost zawartości K₂O, dochodzący do 5% suchej masy siana na skutek silnych dawek gnojowicy (48).

Szkodliwy wpływ na wartość paszy należy przypisać przede wszystkim nieumiejętnie stosowanej gnojowicy gęstej, zwłaszcza w okolicach nie obfitujących w opady, gdyż na skutek dużych strat azotowych, jakie wówczas ponosi, trzeba jej dawać więcej, aby uzyskać ten sam efekt co przy stosowaniu zasobnej w azot przyswajalny gnojowicy silnie rozcieńczonej. Nadmiar potasu w roślinności przyczynia się z kolei do zwiększe-

nia zawartości tego składnika w odchodach zwierzęcych i proces ten automatycznie rozwija się dalej.

Należy więc zawsze dążyć do zawężenia stosunku azotu do potasu w gnojowicy. Tego rodzaju postępowanie pozwoli na zastosowanie silniejszego nawożenia azotowego bez obawy, że dany użytek zostanie przenawożony potasem (51).

Antagonizm potasu do wapnia może znaleźć swój wyraz w deprimującym oddziaływaniu nawożenia gnojowicowego na pobieranie wapnia przez rośliny. Z drugiej strony znane jest bezpośrednio, odwapniające działanie gnojowicy zawierającej dużo jonów amonowych i potasowych. Wymywanie wapnia z gleby spotęgowane jest poza tym przez kwas węglowy, który powstaje w większych ilościach na skutek rozrostu masy korzeniowej oraz wzmożonego rozkładu materii organicznej w glebie.

W związku z tym, liczni autorzy nawołują do wapnowania użytków halnych. Jednakowoż praktyka rolnicza nie zawsze wykazywała dodatni wpływ wapna na ich produktywność (4). Według Trunigera (45) roślinność łąkowa cierpi wówczas na skutek istnienia obok siebie dwóch poziomów pH — powierzchniowego i głębokiego, wykazujących duże różnice w stężeniu jonów wodorowych.

Mówiąc o niebezpieczeństwie przenawożenia gleby potasem w gospodarstwach pastwiskowych, trzeba jeszcze zwrócić uwagę na dwie okoliczności. Najpierw zawartość potasu przyswajalnego w glebach górskich może być znaczna. W naszych badaniach prowadzonych w Gorcach i w okolicy Jaworek k/Szczawnicy (26, 27, 28) dochodziła ona do 17 mg na 100 g gleby powstałej *in situ* ze zwiertzenia piaskowca magurskiego. Doświadczenia nie wykazały działania soli potasowej. Powtóre tylko 5% ogólnej ilości potasu zawartego w sianie i karmie pastwiskowej opuszcza gospodarstwo w postaci produktów handlowych. Ubytek ten może być łatwo wyrównany przez dokupno pasz treściwych (10).

O ile potas gnojowicy (zwłaszcza ekskretowej) może przysporzyć kłopotu rolnikom, to nie można tego powiedzieć o kapitale azotowym gnojowicy.

W r. 1950 łąkarz wirtemberski G u t e r m a n (19) założył w rejonie Allgau doświadczenie nawozowe, w którym obok silnych dawek gnojowicy użyto 60—120 kg N na ha w saletrzaku. Maksymalna ilość azotu dostarczonego w nawozie mineralnym i gnojowicy wynosiła do 285 kg N na hektar. Były to już dawki podobne do tych, jakimi posługują się łąkarze holenderscy (20). Niektóre tereny pastwiskowe, na których umieszczono kwatery doświadczalne, znajdowały się w wysokiej kulturze. Mimo to, po trzech latach takiego nawożenia zdołano jeszcze wydatnie podnieść produktywność pastwiska. Wykazano również całkowitą opłacalność tak wysokiego nawożenia azotowego w układzie tamtejszych sto-

sunków gospodarczych. Zdaniem autora na dobrze zagospodarowanych pastwiskach można stosować znacznie większe dawki azotowe, aniżeli dotychczas sądzono. „W gospodarstwach kośno-pastwiskowych — pisze Gutermań — nawożenie azotowe nie tylko przyczynia się do wzrostu plonów z jednostki powierzchni, lecz również podnosi produkcję samej gnojowicy. Jest więc środkiem zwiększającym kapitał nawozowy, co pozwoli na lepsze wykorzystanie dużych nakładów na zbiorniki i urządzenia służące do rozprowadzenia gnojowicy, takie jak pompy, rury itp.”.

Według ekonomisty H o w a l d a (22) niesłuszne jest mniemanie jakoby gospodarstwa gnojowicowe cierpiały od nadmiaru azotu, jeżeli tylko wyprodukowana w nich gnojowica będzie równomiernie rozmieszczona na całej powierzchni użytków.

Badania 'tHarta wykazały dodatni wpływ obfitego nawożenia azotowego na zwiększenie przyswajalności znajdującego się w glebie pastwiskowej fosforu i potasu (21).

Inne wyniki otrzymano ostatnio w Szwajcarii (37). W licznych doświadczeniach przeprowadzonych przez firmę „Lonza” wspólnie z AGFF (Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues), nawożenie azotowe okazało się opłacalne jedynie na łąkach naturalnych otrzymujących mniejsze ilości nawozów organicznych. Przeważnie były to użytki położone obok gruntów ornych. Natomiast łąki znajdujące się w obrębie gospodarstw pastwiskowych, produkujących gnojowicę, reagowały słabo nawet na znaczne dawki saletry wapniowej i amonowej. Przyczyny tego zjawiska należy szukać w rezerwach azotowych jakie tworzą się w glebie na skutek obfitego nawożenia organicznego. W Szwajcarii przypada więcej azotu w nawozach organicznych na 1 ha powierzchni użytkowej aniżeli w krajach Beneluksu i Danii.

Technika przechowywania gnojowicy wyróżnia tzw. system jednego zbiornika (Eingrubensystem) i kilku zbiorników (Mehrgrubensystem). Odchody gromadzone w jednym zbiorniku dają gnojowicę przefermentowaną (Gärgülle). W drugim wypadku trzeba osobnego zbiornika na odchody płynne, aby ustrzec je przed zbyt szybką fermentacją.

Bardzo często odchody stałe przechowywane są na płycie betonowej, która przykrywa zbiornik z gnojówką. Bezpośrednio przed nawożeniem miesza się odchody stałe i płynne z dużymi ilościami wody w specjalnie na ten cel przeznaczonym zbiorniku (Mischgrube) przy zastosowaniu mechanicznie poruszanych mieszadeł. Otrzymywana w ten sposób gnojowica nosi nazwę surowej (Rohgülle). Zwolennikiem jej produkowania jest znany bawarski praktyk Amschler (2). Poza tym chodzi tutaj o dokładne wymierzenie stosunku odchodów stałych do płynnych.

We wspomnianym uprzednio gospodarstwie Hofen pod Bernem łączna objętość zbiornika wynosiła 150 m³. Zbiornik podzielony był na dwie

komory. W pierwszej komorze mającej objętość 70 m³ zbierano razem odchody stałe i płynne. W drugiej, liczącej 80 m³ mieszano gnojowicę z wodą. Zbiornik był często opróżniany. W Hofen znajdowało się 31 sztuk dorosłych, a więc na 1 sztukę bydła przypadało około 5 m³ łącznej objętości zbiornika.

Zbiorniki na gnojowicę umieszczane są obecnie na zewnątrz stajni. Dawniej jednak zbiorniki wewnętrzne uważane były za bardziej odpowiednie ze względu na szybszą fermentację gnojowicy, do czego przywiązywano dużą wagę. Według praktyków szwajcarskich gnojowica gęsta traciła wówczas swoje ujemne własności i przybierała „łagodniejszą” formę.

Późniejsze obserwacje wyjaśniły, że mogą działać tutaj dwie przyczyny (51). Po pierwsze gnojowica pochodząca ze zbiornika wewnętrznego (Innengeschällgülle) wykazywała zawsze wyższą temperaturę aniżeli gnojowica ze zbiornika zewnętrznego (Aussengeschällgülle). Ta ostatnia wywieziona na pastwisko ogrzewała się kosztem gleby, co mogło być połączone ze szkodą dla roślinności. Powtórnie na skutek oddziaływania temperatury stajni i ciągłego mieszania gnojowicy występowały w niej duże straty azotu amoniakalnego, który w słabo rozcieńczonym nawozie mógł działać żrąco na roślinność.

Dzisiaj wiadomą jest rzeczą, że gnojowicy nie trzeba ani mieszać podczas przechowywania, ani też trzymać długo w zbiorniku. Pod względem gospodarczym stanowi to okoliczność pomyślną, gdyż daje możliwość dysponowania nawozem o każdej porze bez względu na jego jakość.

Aby zapobiec stratom azotowym podczas rozprowadzania gnojowicy w terenie należy ją przedtem rozcieńczyć dużą ilością wody. W związku z tym rozróżnia się gnojowicę gęstą (Dickgülle) i rozcieńczoną (Dünngülle). Według K l a p p a gnojowica jest gęsta jeszcze wówczas, gdy na jedną część nierozcieńczonej mieszaniny odchodów przypadają 3—4 części wody (29). W praktyce górną granicę rozcieńczenia wyznacza stosunek 1 : 20.

Dodatek wody ma nie tylko na celu związać amoniaku. Rozcieńczając gnojowicę dużymi ilościami wody umożliwiamy szybszą infiltrację nawozu w głąb gleby. Gdy ciecz nawozowa przedostanie się do gleby, nie zachodzi już niebezpieczeństwo ulatniania się amoniaku. Częstki odchodów stałych ulegają szybszej mineralizacji¹⁾. Zanika odrażająca woń

¹⁾ Niezmineralizowane cząstki nawozu gnojowicowego zagrażają zdrowotności zwierząt zwłaszcza przy żywieniu oborowym, kiedy znajdują się w sianie (49). Bydło może dostać biegunki. Z rzadkimi odchodami wydzielane są wielkie ilości *E. coli*, które za pośrednictwem kurzu, sierści itd. przedostają się do mleka i obniżają jego wartość jako surowca. Mleko takie (Blähmilch) nie nadaje się do produkcji serów. Poza tym *E. coli* wydziela toksyny, które również u ludzi mogą wywołać objawy chorobowe.

gnojowicy, co pozostaje w ścisłym związku z wykorzystaniem pastwiska przez zwierzęta. Jedynie w takich okolicznościach możemy mówić o kilkakrotnym obrocie kapitałem azotowym gnojowicy w czasie sezonu wegetacyjnego.

Doświadczenia w Liebefeld wykazały, że w celu osiągnięcia pełnego efektu nawozowego, należy gnojowicę rozcieńczyć co najmniej 3-krotną ilością wody w okresie wilgotnym, a 6-krotną w okresie bezdeszczowym (13).

Rozcieńczona silnie gnojowica nie może już działać plazmolizująco na roślinność. Ulega rozcieńczeniu kwas benzoesowy będący produktem rozkładu kwasu hippurowego w fermentującej gnojowicy. Na glebach zawierających mało wapnia kwas benzoesowy powoduje przepadanie koni czyny czerwonej. Natomiast w małych koncentracjach ma działać nawet pobudzająco na rośliny (47). Usunięty zostaje również wpływ tzw. substancji hamujących, do których zalicza się zespół auksyn (7).

Do tego wszystkiego dołącza się jeszcze aspekt melioracyjny gnojowicy rozcieńczonej. Na łąkach i pastwiskach stanowi ona nawożenie nawadniająca, które umożliwia roślinności przetrwanie okresów suszy letniej (2, 5).

Po silnym rozcieńczeniu w zbiorniku gnojowica może być tylko rozprowadzana rurami, gdyż transport beczkowitzem byłby tutaj nieopłacalny (14, 36).

Koła beczkowitzu i zwierzęta pociągowe niszczą darń i w wysokim stopniu przyczyniają się do pogorszenia stosunków edaficznych i biotycznych w glebie (8, 24). Jest to ważny wzgląd przemawiający przeciwko rozwożeniu na pastwiskach gnojowicy beczkowitzami. Specjalną wymowę posiada fakt, że ujemny wpływ ugniatania pokrywy roślinnej i glebowej przez koła beczkowitzu będzie się najsilniej zaznaczać w okresie deszczowym, a więc właśnie wówczas, kiedy w myśl wskazań praktyków należy wywozić gnojowicę gęstą, by ją mogła rozcieńczyć woda opadowa. Być może, że tutaj m. in. leży przyczyna recesji skąposzczetów (dżdżownic), która występuje po nawożeniu gnojowicą gęstą.

Niewłaściwy jest również sposób rozprowadzania gnojowicy rowkami po zboczu. Gnojowica osadza się wzdłuż rowków i miejsca te ulegają przenawożeniu. W kantonie Wallis zwiedzałem gospodarstwo alpejskie La Pierre, położone niedaleko przełęczy Św. Bernarda. Dolne części pastwiska, gdzie dawniej znajdowały się rowki dla gnojowicy, były silnie zachwaszczone szczawiem alpejskim, którego łąny wyznaczały przebieg rowków. Szczaw alpejski trzyma się uporczywie raz opanowanego terenu. Toteż nie ustąpił z hali, mimo że już dawno zaniechano tego sposobu gnojowicowania. Obecnie w La Pierre rozprowadza się gnojowicę ru-

rami przy użyciu pompy. Górna część pastwiska w ten sposób nawożona wykazywała bardzo dobry skład florystyczny.

Dokładne wymieszanie gnojowicy jest zabiegiem poprzedzającym bezpośrednio jej rozlanie na łące czy pastwisku. Masa nawozowa musi mieć wyrównaną konsystencję i skład chemiczny w całej swej objętości. Do wykonania tej czynności służą różne typy mieszadeł dostosowanych do kształtu zbiornika, pochodzenia gnojowicy i materiału ściółkowego.

W Hofen do gnojowicowania zatrudniano dwóch ludzi. Jeden pilnował mieszadeł i pompy, drugi znajdował się o kilkaset metrów dalej, przy końcu przenośnej rury i kierował miotaczem systemu Hölza. Nawożenie 1 hektara koniczyny Aleksandryjskiej dawką 70 m³ gnojowicy pełnej, rozcieńczonej w stosunku 1 : 12, trwało 2 godziny.

W rurze gnojowica znajduje się zawsze pod ciśnieniem i wytryska z miotacza na odległość kilkunastu metrów. Według Gisigera (11) wystarczy wówczas już 5-krotne rozcieńczenie, aby nie dopuścić do strat azotowych (tab. 4).

Tabela 4

Badania nad zawartością azotu i materii organicznej w gnojowicy wydobywającej się z miotacza systemu Hölza. Według Gisigera

Rozcieńczenie 1:5 Zawartość odchodów stałych $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{3}$ Zawartość w g/l	Próbki pobrano z odległości od wylotu miotacza			
	0 m	5 m	10 m	15 m
N — NH ₃	0,54	0,55	0,55	0,55
N — ogólny	0,69	0,67	0,71	0,71
Materia organiczna	8,55	8,65	8,55	8,55
P ₂ O ₅	0,14	—	—	—
K ₂ O	1,96	—	—	—

W gospodarstwach gnojowicowych nie posiadających wodociągów muszą się znajdować zbiorniki na wodę o takiej objętości, aby mogły pokryć zapotrzebowanie wody przynajmniej na pół dnia. Wynika z tego, że zbiornik na wodę powinien się szybko napełniać (24).

Łąkarze czechosłowaccy zajmujący się gospodarką gnojowicową jak np. Maloch (33) i Krajčovič (30) zgodnie zaznaczają w swoich podręcznikach, że gospodarstwa gnojowicowe można zakładać tylko w takich okolicach, gdzie jest dostatek wody. Dokładne zbadanie układów stosunków wodnych winno stanowić zawsze podstawową część planowania gospodarczego w okolicach górskich. Według Krajčoviča zapotrzebowanie wody dla 100 sztuk bydła wynosi dziennie około 200 hl, z czego 30 hl przypada na pojenie, drugie 30 hl na konserwację gnojowicy, 120 hl na rozcieńczenie gnojowicy w stosunku 1 : 20 a 20 hl na konieczną rezerwę. W celu zabezpieczenia dla gospodarstwa tej ilości wody potrzebne jest źródło o wydajności 14 litrów na minutę.

Gdy brakuje wody na hali, można ją doprowadzić przy zastosowaniu pomp wysokociśnieniowych i taranów. Do poruszania pomp mogą służyć turbiny wodne. Według szwajcarskiego rzeczoznawcy Maurera (35) możliwe jest podniesienie wody w ten sposób na znaczne wysokości. W zwiedzonym przeze mnie gospodarstwie alpejskim Schweinsbergalp woda była dostarczana na wysokość 80 m, a w Hofen na wys. 60 m.

Czasem można się spotkać ze zdaniem, że do produkcji gnojowicy wystarczy woda opadowa gromadzona w zbiornikach. Z urządzeniami do chwytania wody deszczowej spotkałem się w gospodarstwie pastwiskowym Cerny (Jura szw., 1300 m n. p. m.), gdzie znajdowało się 50 ha pastwiska z obsadą około 50 sztuk dorosłych. Cysterny na wodę miały łączną objętość 270 m³ a zbiornik na gnojowicę 90 m³. Wodę doprowadzano rynkami z dachów zaopatrzonych w szerokie okapy. Opad roczny w Cerny wynosił przeciętnie 1700 mm, opad letni od maja do sierpnia około 600 mm (6). Mimo znacznej objętości zbiorników, ilość wody chwytanej nie wystarczała na potrzeby gospodarstwa.

Według Pulvera (38) zakładanie rurociągów lepiej się opłaca aniżeli budowa cystern. Lokalna obfitość cieków wodnych względnie możliwość włączenia się do sieci wodnej za pomocą rurociągów jest więc podstawowym warunkiem, aby nowoczesne urządzenia gnojowicowe mogły funkcjonować.

Odmianę gnojowicy pełnej stanowi płynny obornik.

W systemie „Neuhof” Grossmanna (16) odchody płynne przeciekają przez otwory w płytach metalowych przykrywających kanał odpływowy. Po usunięciu płyt, odchody stałe wraz ze ściółką spychane są do kanału odpływowego. Kanałem tym płynie wówczas strumień wody tłoczony przez silną pompę. Woda przenosi odchody na transporter, z którego szybko odpływa, przez co praca młynka „Martex”, służącego do mielenia obornika, staje się lżejsza. Zmielona masa odchodów stałych i ściółki przedostaje się następnie do zbiornika z wodą. Mieszanie odbywa się przy zastosowaniu specjalnych mieszadeł, aby zapobiec pozostawianiu osadów.

Zmielony na młynku i przemieniony w gnojowicę obornik może być z powodzeniem użyty do pogłównego nawożenia ziemniaków, buraków i kukurydzy (5).

Z tego, że gnojowicę należy silniej rozcieńczać wodą, zdawano sobie sprawę już kilkadziesiąt lat temu w Szwajcarii (31, 45). Jednakowoż otrzymane później wyniki doświadczalne nie zawsze mówiły o skuteczności tego zabiegu. Tak np. w doświadczeniach Truningera (46) i Lutz'a (32) działanie gnojowicy rozcieńczonej zaznaczyło się tylko w okresie suszy. W innych latach obfite opady przesłoniły wpływ roz-

cieńczenia. Bardziej przekonujące wyniki otrzymał Schöllhorn (41) w Wirtembergii. Badania jego mają dla nas duże znaczenie, ze względu na większe podobieństwo warunków klimatycznych.

Schöllhorn stosował gnojowicę w dawkach wynoszących tylko 50 m³ na ha bez względu na rozcieńczenie (tab. 5).

Tabela 5

Wpływ rozcieńczonej gnojowicy na wysokość plonów siana.
Według Schöllhorna

Zawartość składników pokarmowych w gnojownicy w kg/ha	Bez nawożenia	Gnojowica nierozcieńczona	1 cz. gn. + 1 cz. wody	1 cz. gn. + 2 cz. wody	1 cz. gn. + 5 cz. wody	1 cz. gn. + 10 cz. wody	1 cz. gn. + 20 cz. wody
N-ogólny	—	95,0	42,5	31,7	16,0	8,5	4,5
P ₂ O ₅	—	15,0	7,5	5,0	2,5	1,4	0,7
K ₂ O	—	225,0	112,5	75,0	37,5	20,5	10,7
Stopień rozcieńczenia ¹⁾	—	2,1	4,2	6,3	12,5	24,0	44,0
Plon siana w q/ha	44,9	57,0	57,6	54,3	51,1	47,1	46,7
W liczbach względn.	100,0	136,0	137,5	129,6	122,0	112,4	111,4
Zwyżka przyp. na 1 kg N w kg/ha	—	15,9	37,0	39,3	57,5	61,2	106,7

¹⁾ Stopień rozcieńczenia — 1 posiada gnojowica o zawartości 0,4% azotu ogólnego. Stopień rozcz. — 4,0 o zawartości 0,1 % N — ogólnego itd.

Najlepsze wyniki otrzymano przy dawce 50 m³ gnojowicy wykazującej stopień rozcieńczenia 4,2, chociaż zawierała dwa razy mniej składników pokarmowych niż dawka 50 m³ gnojowicy nierozcieńczonej. Wykorzystanie azotu wzrastało w miarę coraz to większego rozcieńczenia materiału nawozowego. Wyraźnie zaznaczył się wpływ wody na wysokość plonów siana.

Ciekawa jest wymowa gospodarcza otrzymanych przez Schöllhorna wyników (tab. 6). Zwyżki plonów siana były coraz to mniejsze, w miarę jak ubywało w dawce składników pokarmowych. Równocześnie wzrastała powierzchnia, jaką by można wynawozić rozporządzając tą samą ilością składników pokarmowych przy zastosowaniu większych rozcieńczeń. Tym samym wzrastały również zwyżki plonów siana z całkowitej powierzchni wynawożonej. Z obliczeń Schöllhorna wynika ponadto, że rozcieńczenie gnojowicy jest zabiegiem opłacalnym, gdyż w każdym wypadku całkowity koszt nawożenia był tutaj mniejszy od wartości zbieranego siana. Schöllhorn zaznacza jednak, że w praktyce dawkowanie 95 kg N na ha w gnojowicach bardzo silnie rozcieńczonych nie dałoby się przeprowadzić, bo wówczas trzeba by wielokrotnie zwiększyć ilość nawożeń. Tak np. przy zastosowaniu gnojowicy mającej stopień

rozcieńczenia 24, trzeba by ją rozlewać 11 razy, co już przekraczałoby granice możliwości. Zdaniem Schöllhorna nawożenie gnojowicą silnie rozcieńczoną byłoby łatwiejsze przy zastosowaniu mniejszych dawek azotowych.

Amschler (2) stosuje trzykrotne dawkowanie gnojowicy rozcieńczonej w okresie wegetacyjnym. Pierwszą dawkę w ilości 100 m³ przy rozcieńczeniu 1 : 5 daje na wiosnę. W tym czasie gleba zawiera jeszcze dosyć wilgoci zimowej. Drugą dawkę wynoszącą również 100 m³, ale przy rozcieńczeniu 1 : 10 daje w okresie letnim. Trzecią dawkę w ilości 150 m³, przy rozcieńczeniu 1 : 20, przeznaczają Amschler na okres suszy letniej. Razem otrzymuje pastwisko 350 m³ gnojowicy rozcieńczonej na hektar, co odpowiada 35 mm opadu.

Tabela 6

Znaczenie gospodarcze gnojowicy rozcieńczonej. Według Schöllhorna

Stopień rozcieńczenia gnojowicy	2,1	4,2	6,3	12,5	24	44
Zwyżka plonów siana w q/ha uzyskana przy dawce 50 m ³ cieczy na 1 ha	15,1	15,7	12,4	9,2	5,2	4,8
Wartość w markach	135,9	141,3	111,6	82,8	46,8	43,2
Powierzchnia w ha jaką można by wynawozić	1	2	3	6	11	21
Zapotrzebowanie gnojowicy rozcieńczonej w m ³	50	100	150	300	550	1050
Zwyżka plonów siana z całkowitej powierzchni wynawożonej	15,1	31,4	37,2	55,2	57,2	100,8
Wartość w markach	135,9	282,6	334,8	406,8	514,8	907,2
Dodatkowe zużycie wody w m ³	—	50	100	250	500	1000
Całkowity koszt nawożenia (robocizna, opłata za wodę oraz inne) w markach	18,3	38,2	62,8	122,5	226,5	434,1

Ilość wyprodukowanej gnojowicy powinna być wzięta pod uwagę przy opracowywaniu planu nawożenia. W warunkach szwajcarskich bydło spędza dzień w stajni (z powodu plagi much i bąków) i wówczas według Schleinigera (40) dobową produkcję gnojowicy pełnej nierozcieńczonej, przypadająca na dużą sztukę, wynosi około 9 kg. Albrecht (1) podaje ilości 12 kg przy 8-godzinnym postoju.

Znaczenie planu nawozowego w gospodarstwie górskim podkreślają wyniki uzyskane przez Zürna (50). Doświadczenie założono w r. 1941 na dwóch łąkach należących do alpejskiej stacji doświadczalnej w Admont. Mimo dużych różnic początkowych w składzie florystycznym, po kilku latach nawożenia organiczno-mineralnego obie łąki posiadały już jednakowy porost. Nastąpił przy tym wzrost plonów o przeszło 100% przy daleko idącym ich wyrównaniu.

Według StaeHLera (42) w alpejskich gospodarstwach bawarskich dobre rezultaty daje następująca rotacja nawozowa: a) w pierwszym roku nawożenie mineralne — na jesieni tomasyna i sól potasowa, w okresie wegetacyjnym saletra wapniowa, b) w drugim roku nawożenie fosforowe (hyperphos) na jesieni, gnojowica w okresie wegetacyjnym, c) rotację zamyka obornik dany na jesieni, w okresie wegetacyjnym nitrofoska. Po oborniku najpierw zbiera się siano, potem dopiero stosuje się pastwiskowanie. Obfite nawożenie organiczne, 140—160 q obornika i 60—80 hl na ha gnojowicy pełnej (do rozcieńczenia), uwarunkowane jest obsadą bydła wynoszącą co najmniej dwie sztuki dorosłe na hektar powierzchni użytkowanej.

W Szwajcarii znajduje się dużo gospodarstw wyposażonych w urządzenia służące do rozprowadzania gnojowicy rurami (Verschlauchungsanlagen). Według danych z okresu przedwojennego w samym kantonie Lucerny zmechanizowano w ten sposób blisko 50% ogólnej ilości gospodarstw (36). Przyczyny tego postępowania należy szukać nie tylko w chęci podniesienia wydajności użytków zielonych. Dużą rolę odgrywają tutaj względy natury ekonomicznej a więc przede wszystkim bardzo znaczne obniżenie kosztów robocizny i sprzężaju (23).

Tym niemniej w licznych gospodarstwach szwajcarskich stosuje się jeszcze gnojowicę gęstą. Jaki jest wpływ tej gnojowicy na produktywność użytków zielonych i jak się wówczas przedstawia technika nawożenia?

Przy zachowaniu należytej ostrożności w dawkowaniu gnojowicy gęstej, a przede wszystkim przy obfitym stosowaniu nawozów mineralnych, uzyskiwano w Szwajcarii niewątpliwie dobre rezultaty. Mogłem się o tym przekonać zwiedzając wzorowe gospodarstwa, Eggenalp (wys. 1400 m n. p. m.) i Killeyalp (wys. 1850 m n. p. m.), położone w pobliżu słynnej doliny Simme.

W Eggenalp wypas rozpoczynano z początkiem czerwca. Po skończonym wypasie trwającym 3—4 dni, nawożono dany użytek hali gnojowicą słabo rozcieńczoną w ilości 45 m³ na ha, zwracając pilną uwagę na to, aby była ona zawsze rozlewana podczas deszczu. Zdaniem kierownika gospodarstwa, gnojowica gęsta dawkowana w takich warunkach nie spowodowała nigdy wypalenia darni. Gnojowicę rozwoził po hali niewielki beczkowóz, zaopatrzony w rozdzielacz, pozostawiając za sobą pasy nawozu szerokości około 30 cm. Odległości między pasami wynosiły 1 m. Biegły one zawsze równoległe do linii spadku. Obawiano się bowiem, że gnojowica mogłaby zostać przemieszczona przez obfite opady i wówczas byłoby nie chciałooby później pobierać paszy z powierzchni między pasami, zanieczyszczonej cząstkami nawozu.

Po trzech tygodniach od daty nawożenia, a więc pod koniec czerwca, przychodziło bydło i wyjadało trawę między pasami gnojowicy. W poło-

wie sierpnia, to jest po 72 dniach, gnojowica była już całkowicie zmineralizowana i bydło pobierało paszę z tych miejsc, gdzie przedtem znajdowały się pasy gnojowicowe.

Oprócz gnojowicy stosowano w Eggenalp co trzy lata obfite nawożenie mineralne w ilości 140 kg P_2O_5 na ha i wapnowanie w ilości 15—20 q/ha węgla wapnia.

Porost na pastwiskach miał dobry skład florystyczny, co według kierownika gospodarstwa, należało przede wszystkim przypisać nawożeniu mineralnemu.

W tym samym rejonie alpejskim znajdowało się całkowicie zmodernizowane gospodarstwo Killeyalp, posiadające wodociąg, urządzenia wentylacyjne do suszenia masy roślinnej oraz dwa wyciągi linowe, do transportu nawozów mineralnych i słomy na ściółkę (sprowadzano ją z centralnego gospodarstwa w Witzwil, położonego w odległości około 100 km od Killeyalp). Tereny pastwiskowe i łąkowe pokrywały strome stoki górskiej kotliny.

Gnojowicę rozprowadzano rurami przy użyciu silnej pompy. Dawka wynosiła 30—50 m³ na hektar w stosunku rocznym. Stosowano rozcieńczenie 1:3, ale nie przywiązywano do tego większej wagi. Chodziło tylko o to, aby gnojowica mogła popłynąć rurami. Opady w Killeyalp były obfite (800 mm od maja do sierpnia) i podobnie jak w Eggenalp przyczyniały się do rozcieńczenia nawozu.

Łąki i pastwiska posiadały na ogół dobry skład florystyczny. Znaczny udział jaskra rozłogowego (*R. repens*) przypisywano obfitym opadom.

Jako przejście od nawożenia gnojowicą gęstą do nawożenia świeżym obornikiem, można uważać nawożenie „Gfählen” albo „Staffeln” (franc. „gracon”) stosowane często w krajach alpejskich. Na halach w Iffigenalp (1940—2500 m n. p. m.) miałem sposobność zapoznać się z techniką tego bardzo prymitywnego sposobu nawożenia użytków halnych. Najpierw zrzucono ze skrzyni umieszczonej na dwóch kołach większą ilość ekskrementów — około 25 łopat — na przyzmy, między którymi odległość wynosiła mniej więcej 20 m. Później z tych przyzm wybierano nawóz, aby pokryć halę małymi krążkami przypominającymi pod względem ilości nawozu i jego konsystencji zwykle krowieńce. Średnica tych krążków wynosiła 25—30 cm, odległość między nimi 70—100 cm.

Nawożenie takie chroniło darń przed nadmiernym przygryzaniem i przyczyniało się w ten sposób do utworzenia rezerw paszowych. Bydło wędrujące między tymi sztucznymi krowieńcami nie pobierało tak żarłocznie młodej trawy, mogącej wywołać wzdęcie. Odrastające pastwisko mogło być wcześniej wypasane.

Nie wydaje się jednakowoż, aby nawożenie to było połączone z koryścią dla pastwiska. W Iffigenalp odchody mineralizowały się dopiero

po upływie długiego czasu. Według kierownika gospodarstwa jeszcze w następnym roku po nawożeniu, krowy nie chciały pobierać paszy w tych miejscach, gdzie leżał nawóz. Halę pokrywały kępy chwastów charakterystycznych dla miejsc przenawożonych. Natomiast użytki gnojowicowane (w Iffigenalp stosowano gnojowicę w ten sam sposób co w Eggenalp) miały darń gęstą i wyrównaną z dużym udziałem koniczyn.

O ile racjonalne nawożenie gnojowicą gęstą w warunkach szwajcarskich mogło się przyczynić do podniesienia produktywności użytków zielonych, to przenawożenie prowadziło tam z reguły do zachwaszczenia i tym samym do obniżenia plonów siana. Walka z chwastami gnojowicowymi (*Rumex alpinus*) jest trudna, bo odznaczają się one dużą dynamiczną bezwładnością, jeżeli chodzi o ich egzystencję w zmieniających się warunkach siedliskowych a produkując znaczne ilości materii organicznej, same stwarzają sobie podłoże (43). Przenawożeniu ulegają zazwyczaj użytki położone w pobliżu zabudowań gospodarczych, co wytłumaczyć można trudnościami związanymi z transportem gnojowicy beczkownikami na dalsze odległości. Wiele użytków zielonych w Szwajcarii zostało usuniętych w ten sposób poza nawias gospodarczy.

Do trudności transportowych dołączają się jeszcze kłopoty z dawkowaniem gnojowicy gęstej. Duże dawki wywierają ujemny wpływ na przepuszczalność gleby, makrofaunę glebową i stosunki mikrobiologiczne w glebie (18, 45). Natomiast przy posługiwaniu się mniejszymi dawkami maleje efekt działania nawozowego na skutek dużych strat azotowych, jakie gnojowica gęsta ponosi (45).

Na konieczność silniejszego rozcieńczenia gnojowicy w związku z układem stosunków glebowych zwracali uwagę również nasi naukowcy. S w e d e r s k i i S z a f r a n (44), badając przesiąkliwość gleb karpackich doszli do wniosku, że jest ona stosunkowo niewielka. „Stwierdzenie tego faktu posiada duże praktyczne znaczenie, gdyż daje wskazówki, w jakim stopniu należy rozcieńczać gnojuchę wodą, aby zwiększyć jej przenikliwość. Według norm szwajcarskich wymagane jest rozcieńczenie 1 : 10. Rozcieńczenie mniejsze 1 : 1, 1 : 2, ze względów technicznych często w Karpatach Wschodnich praktykowane, nie jest wystarczające. Przy stosunkowo słabej przesiąkliwości gleb Karpat Wschodnich, po rozlaniu gnojuchy w słabym rozcieńczeniu, przy silnym parowaniu otrzymujemy często na połoninach obserwowane zeskorupienie, a więc i równocześnie znaczniejsze straty w składnikach nawozowych”.

Starłem się przedstawić niektóre dane z literatury i moje wrażenia z gospodarstw alpejskich w Szwajcarii. Z kolei należałoby się zastanowić nad możliwością zastosowania tych sposobów nawożenia w naszym rejonie górskim i podgórskim.

Otóż nie ulega wątpliwości, że gnojowica rozcieńczona, produkowana w gospodarstwach zmechanizowanych, byłaby również i dla naszego rolnictwa tym „płynnym złotem” stanowiącym cenny kapitał obrotowy. Wydajność naszych łąk i pastwisk wzrosła co najmniej o 100%. Można tak twierdzić opierając się na wynikach dotychczasowych doświadczeń z nawożeniem organiczno-mineralnym. Wzrost plonów gwarantowałyby opłacalność urządzeń służących do produkcji gnojowicy rozcieńczonej. Byłby ważnym argumentem przemawiającym za dalszą elektryfikacją rejonu górskiego.

Inaczej przedstawia się problem nawożenia gnojowicą gęstą naszych użytków zielonych. Ilość opadów jest u nas znacznie mniejsza aniżeli w krajach alpejskich. Nie możemy liczyć na dodatkowe rozcieńczenie gnojowicy przez opady. Zachodzi więc obawa, że gnojowica gęsta nie zmineralizuje się przed sianokosami i zanieczyści masę roślinną. Trudno sobie również wyobrazić, aby w naszych warunkach wypas stosowany między pasami gnojowicy gęstej nie był połączony ze znacznie gorszym wykorzystaniem pastwiska.

Powyższe zagadnienia powinny być rozwiązane na drodze doświadczalnej. Równocześnie należałoby zbadać wpływ gnojowicy gęstej i rozcieńczonej na układ stosunków edaficznych i biotycznych w glebie

LITERATURA

1. Albrecht H.: — Neuzeitliche Praxis der Almwirtschaft. Band I, Innsbruck 1944.
2. Amschler L.: — Die moderne Güllerei. München 1952.
3. Brünner F.: — Die Ergebnisse des Heuwettbewerbs 1951 in Württemberg-Hohenzollern. Schwäb. Bauer, Nr. 21, 1952.
4. Brünner F.: — Der Einfluss der Düngung und der Nährstoffe des Bodens auf Ertrag und Güte des Wiesenheus. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau. Band 96, Heft 3, 1953.
5. Cronau: — Stallmistverflüssigung — ein Weg zur Lösung der Transportfrage. Mitteilungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, Nr. 19, 1952.
6. Daten der Eidg. Meteorologischen Zentralanstalt. Ausführung Eidg. Landw. Produktionskataster. — Niederschläge der Schweiz. Mittlere Sommerniederschläge (Mai — August) 1901—1940. — Mittlere Jahressummen des Niederschläges in cm 1901—1940.
7. Doak B. W.: — The presence of root — inhibiting substances in cow urine and the cause of urine burn. The Journal of Agricultural Science, Vol. 44, 1954.
8. Düggeli M.: — Der Einfluss des Betretens auf einzelne physikalische und biologische Eigenschaften der Wiesenböden. Schweizerische Landwirtschaftliche Monatshefte. XVI Jahrgang, 1938.
9. Gericke S.: — Wird die Stallmist-Phosphorsäure besser verwertet? Forschungsdienst, Band 16, 1943.
10. Gisiger L.: Die Gülle. Schweizerische Landw. Zeitschrift, Nr 25, 1946.
11. Gisiger L.: — Beim Verteilen der Gülle mit dem Güllewerfer treten keine

- Ammoniakverluste auf. Mitteilungen für die Schweizerische Landwirtschaft, Jahrgang 1, Nr 8, 1953.
12. Gisiger L.: — Nach dem Heuet Güllemangel. Schweizerische Landw. Zeitschrift, Nr 24, 1951.
 13. Gisiger L.: — Die Gülle. ihre Herstellung, Lagerung und Anwendung. Der Bauer, 1945.
 14. Gisiger L.: — Lohnt sich die Güllenverschlauchung? Schweizerische Landw. Zeitschrift, Nr 21, 1947.
 15. Gisiger L., Wenger H. und Kummer M.: — Der Abbau verschiedener organischer Substanzen und ihr Einfluss auf unbepflanzten Boden. Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz, Heft 8, 1954.
 16. Grossmann M.: — Schwemmentmistung und Mistverflüssigung. Schweizerische Landw. Zeitschrift, Nr 41, 1957.
 17. Grünigen F.: — Über die Beziehungen zwischen dem Mineralstoffgehalt des Wiesenfutters und dem Auftreten von Mangelkrankheiten in der Schweiz. Schweizerische Landw. Monatshefte, Nr 12, 1945.
 18. Gunhold P.: — Untersuchungen über den Einfluss der Gülledüngung auf die biologischen und physikalischen Eigenschaften des Bodens. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, Band 102, Heft 4, 1957.
 19. Guterman R.: — Stickstoff auf Mähweiden neben starken Güllegaben. Mitteilungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, 63 Jahrgang, Heft 14, 1954.
 20. 't Hart M. L.: — Some problems of intensive grassland farming in the Netherlands. Proceedings of the Seventh International Grassland Congress, Palmerston North, New Zealand 1956.
 21. 't Hart M. L.: — Die richtigen Phosphat — und Kaligaben bei starker Stickstoffdüngung. Infelder Reihe 1, 1956.
 22. Howald L.: — Bewertung, Buchhaltung und Kalkulation in der Landwirtschaft. Hamburg u. Berlin 1957.
 23. Höhener A.: — Arbeits- und maschinentechnische Orientierung über die Güllewirtschaft. Schweizerische Landw. Zeitschrift, Nr 19, 1945.
 24. Ineichen F.: — Was ist bei der Einrichtung einer Gülleverschlauchung wichtig? Schweizerische Landw. Zeitschrift Nr 19, 1945.
 25. Kiełpiński J.: — Badania nad zawartością niektórych składników pokarmowych w przywrotnikach (*Alchemilla* sp.) jako elementach składowych siana górskiego w zależności od nawożenia użytków halnych. Roczniki Nauk Rolniczych, t. 64, 1952.
 26. Kiełpiński J. i Gierat K.: — Wpływ nawożenia mineralnego na ilość i jakość siana z hali typu bliźniczki wyprostowanej. Roczniki Nauk Rolniczych, tom 69-A-2, 1954.
 27. Kiełpiński J., Karkoszka W. i Wiśniewska S.: — Wartość nawozowa termofosfatu magnezowego na łące górskiej. Roczniki Nauk Rolniczych, tom 71-F-4, 1956.
 28. Kiełpiński J., Karkoszka W. i Wiśniewska S.: — Badania nad koszarzeniem łąk i pastwisk górskich. Roczniki Nauk Rolniczych, tom 72-F-3, 1958.
 29. Klapp E.: — Wiesen und Weiden. Berlin—Hamburg, 1956.
 30. Krajčovič Vl.: — Hnojovicové hospodárstva. Bratislava 1950.
 31. Liechti P. u. Ritter E.: — Über das Entweichen von Ammoniak aus Gülle während und nach dem Ausbringen derselben. Landw. Jahrbuch der Sweiz. 1910.

32. Lutz J.: Wiesendüngungsversuch mit verschieden stark verdünnter, kotreicher Gülle im Voralpengebiet der Ostschweiz. St. Galler Bauer, Nr 7 und 8, 1948.
33. Maloch M.: Krmovinarstvo. Diel II. Obhospodarovanie luk a pasienkov. Bratislava 1953.
34. Marbach W. u. Gisiger L.: Düngerlehre. 16 Auflage. Aarau 1953.
35. Maurer A.: Hydraulische Willder und Wasserschlagpumpen für Landwirtschaftliche Wasserversorgung. Schweizerische Landw. Zeitschrift, Nr 16, 1950.
36. Müller K.: — Die Gülle oder Jauchever Schlauchung als zweckmässiges Hilfsmittel zur Hofdüngerverteilung. Kongress Bad Kreuznach 1957.
37. Nussbaumer U.: — Stickstoffdüngungsversuche im Naturfutterbau. Mitteilungen für die Schweizerische Landwirtschaft, Nr 8, 1958.
38. Pulver E.: — Dringliche Meliorationen. Schweiz. Landw. Zeitschrift Nr 22, 1955.
39. Sears P. D.: — The effect of the grazing animal on pasture. Proceedings of the Seventh International Grassland Congress. Palmerston North, New Zealand, 1956.
40. Schleiniger J.: — Erhebungen über den Anfall von Kot und Harn während der Aufstallung des Rindviehs auf Alpen. Schweizerische Landw. Zeitschrift, Nr 25, 1957.
41. Schöllhorn J.: — Untersuchungen über den Einfluss der Gülle bei verschiedener Lagerung und Verdünnung auf das Grünland. Zeitschrift für Acker und Pflanzenbau, Band 100, Heft 2, 1955.
42. Staehler H.: — Erfolgreiche Mähweidewirtschaft. München 1956.
43. Stählin A. u. Voigtländer G.: — Die Lägerflora auf den Alpweiden, ihre Herkunft und ihre Beseitigung. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, Band 94, Heft 3, 1952.
44. Swederski W. i Szafran B.: — Dalsze badania nad podniesieniem wydajności połonin wschodnio-karpackich. Pam. Inst. Nauk. Gosp. Wiejskiego w Puławach. Tom XVI, zesz. 2, 1937.
45. Truninger E.: — Kritische Betrachtung über die Güllendüngung unserer Wiesen. Landw. Jahrbuch der Schweiz, 1930.
46. Truninger E.: — Düngungsversuche mit Gülle und Stallmist. Landw. Jahrbuch der Schweiz, 1938.
47. Truninger E. u. Keller F.: — Beiträge zur Kenntnis der Düngerwirkung der Gülle. Landw. Jahrbuch der Schweiz. 1934.
48. Werner F.: — Der Einfluss starker Güllegaben auf den Ertrag, die botanische und chemische Zusammensetzung des Futters und die Statik der Mineralstoffe. Zürcher Bauer, Nr 66, 1934.
49. Wiesendanger H.: — Gutes Futer, gute Gesundheit, gute Milch. Schweizerische Landw. Zeitschrift, Nr 48, 1953.
50. Zürn F.: — Versuche über praktische Wiesendüngung. Veröffentlichungen der Bundesanstalt für alpine Landwirtschaft in Admont, Heft 4, 1951.
51. Voigtländer G.: — Untersuchungen über Gülleanwendung auf Weiden. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, Band 94, Heft 2, 1951.